

La suberaie de Bellif (nord -ouest de la Tunisie) est-elle un puits ou une source de carbone ?

par Lobna ZRIBI, Fatma GHARBI et Florent MOUILLOT

Plusieurs études existent pour essayer de quantifier la fonction puits de carbone des forêts dans le cadre des stratégies d'atténuation envisagées pour faire face aux changements climatiques, mais peu de choses sur les suberaies...

C'est de Tunisie que nous viennent les premiers résultats, grâce à cette étude qui évalue le bilan de carbone de la forêt de chêne-liège de Bellif dans une des forêts les plus productives du bassin méditerranéen.

Introduction

Les forêts retiennent le carbone à la fois dans la biomasse vivante et morte, dans les matières organiques en décomposition et dans les sols. Dans les écosystèmes forestiers, entre 50 % et 85 % du carbone organique sont stockés dans les sols (GOULDEN & *al.*, 1996 ; DIXON & *al.*, 1994), et cette proportion a tendance à augmenter sous climat méditerranéen (VALENTINI & *al.*, 2000). Ce sont les processus de photosynthèse, de respiration, de transpiration, de décomposition et de combustion (incendies) qui entretiennent la circulation naturelle du carbone entre la forêt et l'atmosphère. Ils jouent donc un rôle important dans le cycle du carbone : lorsque le stock de carbone augmente, le flux net de l'atmosphère vers l'écosystème forestier est positif et on parle alors de puits de carbone ; dans l'autre sens, on parle de source de carbone. Dans le cas d'une forêt à l'équilibre, ces flux se neutralisent à peu près, le stock de carbone dans l'écosystème est stationnaire. En Tunisie, les études qui traitent de la séquestration et des flux de carbone au niveau de l'écosystème forestier sont souvent fragmentaires et incomplètes relevant notamment d'un cruel manque d'informations sur les compartiments du sol.

Le chêne-liège (*Quercus suber*) est une essence localisée au domaine méditerranéo-atlantique du bassin méditerranéen où il est présent depuis plus de 60 millions d'années (AAFI, 2006). La suberaie tunisienne, cantonnée principalement au nord (Kroumirie et Mogods), occupe une place privilégiée en raison des rôles qu'elle joue sur les plans écologique et socio-économique. Selon l'Inventaire forestier et pastoral national (2010), le chêne-liège occupe une superficie de 91 767 ha en Tunisie, dont 70 113 ha à l'état pur et 21 654 ha en mélange principalement avec le chêne zéen (*Quercus canariensis*).

Ce travail, le premier du genre en Tunisie, vise l'étude du bilan de carbone dans une forêt de chêne-liège à Bellif, l'une des subéraies les plus productives de la région, installée sur un sol profond et fertile.

février de 5,6 °C et des maxima d'août de 34,4 °C. Les sols de la forêt sont dominés par des argiles et grès du flysch oligocène qui recouvrent des argiles calcaires d'âge éocène (DGF, 1997).

Le site de travail qui a été choisi pour mener notre étude est peuplé à 100 % de chêne-liège avec quelques traces de la zénaie dans les ravins (Cf. Photo 1). Le groupe-ment végétal dominant est celui du chêne-liège à lentisque en association floristique caractérisée aussi par le myrte commun (*Myrtus communis*), le daphné garou (*Daphne gnidium*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*), la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), l'aspédoèle (*Asphodelus microcarpus*), la scille maritime (*Scilla maritima*) et le filaire à feuilles larges (*Phillyrea latifolia*).

Site d'étude

La forêt de chêne-liège de Bellif, s'intègre dans la chaîne montagneuse des Mogods au nord-ouest de la Tunisie, dans le secteur de Bellif de la délégation Nefza, gouvernorat de Beja. Ce massif forestier couvre environ 3 181 ha (DGF, 1997). La région relève de l'étage bioclimatique humide inférieur à hiver doux. Le climat est de type méditerranéen à saisons contrastées. Elle bénéficie d'une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1 000 et 1 200 mm. La température, relevée dans la station météorologique de Nefza, révèle une température moyenne de 18,2 °C, une moyenne des minima de

Photo 1:

Peuplement forestier monospécifique de chêne-liège à Bellif.

Photo L.Z.

Méthodes de mesure des différentes composantes du bilan de carbone

La production primaire nette (NPP) quantifie le carbone stocké dans les différentes parties de la végétation. Une NPP positive indique que la végétation absorbe plus de carbone qu'elle n'en rejette par respiration. Pour estimer la NPP ($\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$), nous avons adopté la relation suivante :

$$\text{NPP} = \Delta B + \text{chutes de litière} + \text{turn-over racinaire}$$

L'accroissement en biomasse (ΔB) est défini comme l'incrément net en biomasse de l'ensemble des compartiments aériens et souterrains de l'arbre (tronc, branches, feuillage et racines) entre deux instants. L'accroissement moyen de chaque placette a été calculé en tenant compte de leurs classes de diamètre, la densité à l'hectare et l'âge des arbres. L'âge des 16 arbres, échantillons représentatifs des différentes classes de diamètre, a été déterminé par les analyses dendrochronologiques (ZRIBI & al., 2016 a). La quantité des retombées de litière a été déterminée par des seaux (Cf. Photo 2) et par des placeaux de 25 cm \times 25 cm (ZRIBI & al., 2015). La part du turn-over racinaire, en revanche, a été estimée selon l'hypothèse avancée par LOPEZ & al. (2001). Ils ont démontré que chez le chêne vert (*Quercus ilex*) le ratio (production moyenne des racines fines / production des feuilles) a été



de l'ordre de 1,04. Généralement, la productivité primaire brute (GPP) est mesurée par un système d'Eddy covariance¹. Puisque la suberaie de Bellif ne dispose pas de ce matériel, nous avons estimé la GPP par la relation déduite de l'étude globale des écosystèmes menée par COSTAS & *al.* (2014) qui ont trouvé que la GPP a représenté le double de la NPP au niveau du cycle global de carbone. La respiration autotrophe (Ra en $\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) a été estimée par la relation ci-dessous (SCHULZE, 2006 ; LUYSSAERT & *al.*, 2007) :

$$\text{Ra} = \text{GPP} - \text{NPP},$$

avec $\text{Ra} = (\text{R}_{\text{Abg}} + \text{R}_{\text{Blw}})$

R_{Abg} : respiration autotrophe des parties aériennes et R_{Blw} : respiration autotrophe des parties souterraines.

Le taux annuel de la respiration du sol (Rs) a été déterminé par ZRIBI & *al.* (2015).

La respiration des parties aériennes (R_{Abg}) peut être déduite du bilan de carbone indirectement comme :

$$\text{R}_{\text{Abg}} = \text{Reco} - \text{Rs} \text{ (GRANIER & } \text{al.}, 2000).$$

La respiration des parties souterraines (R_{Blw}) peut être déduite de la relation suivante :

$$\text{R}_{\text{Blw}} = \text{Rs} - \text{Rh},$$

avec Rh : la respiration hétérotrophe.

L'étude de la productivité nette de l'écosystème (PNE, $\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) permet de trancher si la suberaie de Bellif est une source ou un puits de carbone. La PNE est définie par différence entre le flux d'assimilation (GPP) et la respiration de l'écosystème (Reco) :

$$\text{PNE} = \text{GPP} - \text{Reco} = \text{GPP} - \text{Ra} - \text{Rh}.$$

En effet, cet écosystème est un puits net de carbone vis-à-vis de l'atmosphère lorsque $\text{PNE} > 0$. Si $\text{PNE} < 0$, il devient une source de carbone.

Les analyses statistiques ont été effectuées au moyen du logiciel Statistica 7.1 software (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Dans le texte, les valeurs moyennes sont suivies de la valeur des erreurs standards (moyenne \pm SE).



Bilan de carbone de la forêt de Bellif

Photo 2 :
Dispositif d'estimation de la chute de litière.
Photo L.Z.

Si ces expérimentations, réalisées dans la suberaie de Bellif, s'avèrent particulièrement lourdes et complexes à gérer, c'est actuellement le seul moyen permettant l'analyse des flux de carbone dans les différents compartiments de l'écosystème/plante (Cf. Tab. I).

Au sein de la suberaie de Bellif, le cycle de carbone est éminemment dynamique. L'étude du bilan carboné de la suberaie de Bellif montre qu'elle constitue un puits de carbone avec une production nette moyenne ($\text{PNE} > 0$) de $152 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$ ($1,52 \text{ tC.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$). Ces valeurs sont proches de celles mesurées au niveau de la forêt de chênesverts à Puéchabon (Hérault, France) pendant la période 2000-2007 (100 à $400 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$, DELPIERRE, 2009). En revanche, nos valeurs sont légèrement supérieures à celles mesurées au niveau d'une chênaie composée de

1 - La technique d'Eddy covariance ou méthode de covariance des turbulences permet une quantification locale de l'ordre du km^2 , de haute résolution temporelle (typiquement horaire), de la productivité nette de l'écosystème (PNE) du système sol-plante sous-jacent.

	Moyenne	\pm SE
GPP	2263,10 (-)	314,06
Reco	2110,86 (+)	278,74
NPP	1131,55 (-)	157,03
Rh	979,31 (+)	121,71
Ra	1131,55 (+)	157,03
Rs	2000,50 (+)	226,50
Chute de litière	511,37 (-)	125,06
ENE	152,24 (-)	35,32

Tab. I :
Flux de carbone au niveau de la suberaie de Bellif ($\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) : (+) : source de C, (-) : puits de C.
PNE = – ENE, où ENE représente l'échange net de l'écosystème, PNE la productivité nette de l'écosystème. Par définition, PNE > 0 indique une fixation nette de carbone par l'écosystème forestier

Sites	Espèces	GPP	Reco	PNE	Références
Tunisie (Bellif)	<i>Quercus suber</i>	2263	2110	152	La présente étude
France (Puéchabon)	<i>Quercus ilex</i>	1 275	1 021	254	Allard & al. (2008)
France (Puéchabon)	<i>Quercus ilex</i>	1000-1600	800-1300	100-400	Delpierre (2009)
Espagne (Castilla-La Mancha)	<i>Pinus nigra</i>	1022	921	182	Martinez-Garcia & al. (2017)
Portugal (Mitra)	<i>Quercus ilex</i> et <i>Quercus suber</i>	-	-	28-140	Pereira & al. (2007)

Tab. II : Comparaison des flux de carbone avec ceux d'autres écosystèmes méditerranéens ($\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$).



chêne-liège et de chêne vert (28 à 140 $\text{gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$, PEREIRA & al., 2007). La faible PNE, au Portugal, a été expliquée par une faible densité des arbres matures (35 arbres par hectare). Les taux annuels moyens de PNE, Reco et GPP sont proches à ceux enregistrés au niveau d'autres écosystèmes méditerranéens (Cf. Tab. II). Les taux élevés de la respiration du sol, la respiration écosystémique et la production primaire brute à Bellif sont assez représentatifs d'un climat très particulier au sein du bassin méditerranéen.

Vulnérabilité de la fonction "puits" de la suberaie de Bellif

La suberaie de Bellif, installée sur des sols profonds les plus fertiles de la Tunisie, appartenant à la classe des sols bruns ferralsitiques lessivés, est considérée parmi les suberaies les plus productives de la Tunisie (ZRIBI & al., 2016 b). L'ensemble des résultats convergent pour affirmer que la forêt de Bellif est très productive et bien adaptée à son contexte climatique.

Le stock total de carbone contenu dans la forêt de chêne-liège est de 538,78 MgC.ha^{-1} . La suberaie de Bellif séquestre respectivement :

- $153,85 \pm 19 \text{ MgC.ha}^{-1}$ dans la biomasse aérienne et souterraine des arbres de chêne-liège,
- $4,64 \pm 0,5 \text{ MgC.ha}^{-1}$ dans la litière,
- $380,29 \pm 77 \text{ MgC.ha}^{-1}$ dans le sol.

Le stock de carbone contenu dans la biomasse aérienne est de $117,24 \pm 16 \text{ MgC.ha}^{-1}$ dont environ 18 % du carbone est séquestré au niveau du liège (Cf. Tab. III). La suberaie de Bellif est caractérisée par un stock important de carbone (ZRIBI, 2016, cf. photos 3 et 4) et une croissance rapide, illustrée par le taux d'accroissement annuel des cernes de bois entre 0,78 mm et 8,01 mm (ZRIBI & al., 2016 a, Cf. Photos 5). Cette forêt constitue un puits de carbone, avec une production nette positive ($\text{PNE} = 152 \pm 35 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$). Des flux élevés entrants (GPP) sont contre-

Photos 3 (ci-contre) :
Abattage des arbres de chêne-liège et séparation du liège.
Photos L.Z.

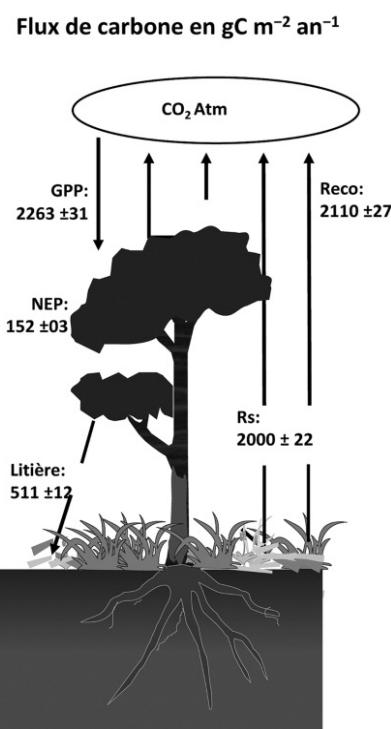
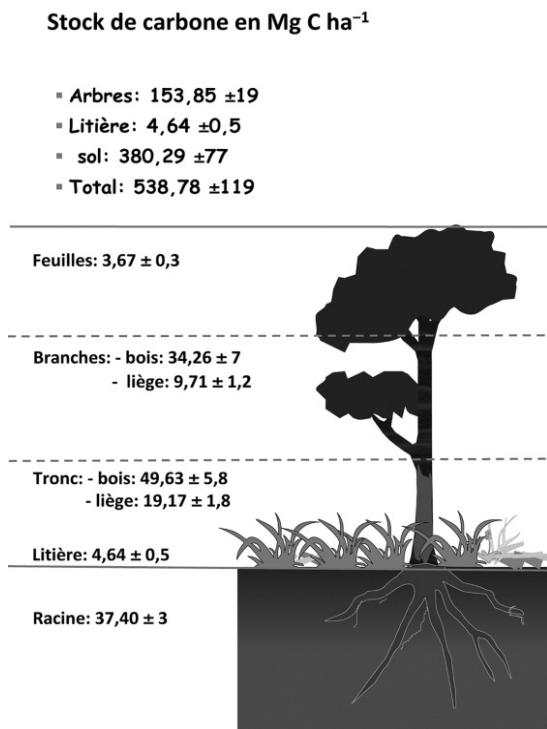


Fig. 1 (ci-contre):
Bilan de carbone
de la suberaie de Bellif :
stocks et flux.

Tab. III (ci-dessous):
Répartition du carbone
dans les différentes com-
posantes de l'écosystème
(arbres, litière et sol).
Les stocks de carbone
sont exprimés en
MgC.ha⁻¹.
% Cbiom et % Ceco repré-
sentent respectivement le
pourcentage de contribu-
tion en carbone de
chaque compartiment
par rapport au stock de
carbone contenu dans la
biomasse des arbres et
dans l'écosystème de la
suberaie.

balancés par des émissions importantes de carbone (Reco) essentiellement sous forme de respiration du sol (Cf. Fig 1).

Dans cette forêt de l'humide inférieur, il y a quelques symptômes de dépérissements, causés, semble-t-il, par les facteurs anthropiques (déliegeage, surpâturage, fréquentation humaine...). D'après BEN JAMAA & *al.* (2005), le dépérissement qui commence à être repéré à Bellif est généralement issu des cicatrices occasionnées lors de la récolte du liège, blessures qui favorisent la pénétration d'insectes xylophages et de spores de champignons. L'ensemble des perturbations naturelles (incendie, tempête, attaque phytosanitaire, et le plus souvent liées aux activités humaines (défrichements, exploitation [Cf. Photos 6], etc.) peuvent transformer les

	Moyenne	% Cbiom	% Ceco
Biomasse de la partie aérienne	117,24 ± 16	76	22
Bois du tronc	49,63 ± 05	32	9
Liège du tronc	19,17 ± 01	12	6
Bois des branches	34,26 ± 07	22	6
Liège des branches	9,71 ± 01	6	2
Feuilles	3,67 ± 0,4	2	1
Biomasse de la partie souterraine	37,40 ± 03	24	7
Biomasse totale	153,85 ± 19	100	29
Litière	4,64 ± 0,5	-	1
Sol	380,29 ± 77	-	70
Écosystème	538,78 ± 119	-	100

Photos 4 (ci-dessous):
Extraction des racines
des arbres de chêne-liège
à Bellif.
Photos L.Z.



suberaies tunisiennes de puits en source de carbone. En effet, il faut signaler que les suberaies tunisiennes servaient d'une part de parcours pour le bétail et elles fournissaient d'autre part le combustible indispensable à la préparation des aliments, ainsi qu'au chauffage des habitants pendant la période de froid. De plus, l'exportation du liège récolté à des fins économiques est une autre perte de carbone pour cet écosystème, ce carbone restant néanmoins séquestré dans le liège.

Ainsi, le contrôle des principaux facteurs responsables des émissions de carbone, en particulier les fortes pressions anthropiques sera déterminant pour l'adaptation de la suberaie tunisienne aux changements climatiques et aux événements météorologiques extrêmes. Nous assistons annuellement à une augmentation des températures ainsi qu'à une modification de la répartition sai-

sonnière des précipitations. Cela aura-t-il des conséquences durant les prochaines années sur les performances du chêne-liège à Bellif ?

Conclusion

Dans la suberaie de Bellif, ces approches indirectes ont permis d'avoir des estimations des flux de carbone, mais pas d'analyser leurs dynamiques et les facteurs qui contrôlent ceux-ci. Pour les écosystèmes africains généralement, l'estimation de la productivité nette de l'écosystème à partir des méthodes indirectes apparaît souvent difficile à cause des contraintes d'échantillonnage représentatif de l'écosystème et du caractère statique des données des inventaires forestiers (FISHER & al., 2013 ; MBOW, 2014 ; VALENTINI & al., 2014). Les variabilités temporelle et spatiale de la productivité nette de l'écosystème au niveau de la suberaie tunisienne restent par conséquent mal connues. Des études supplémentaires plus approfondies seront alors nécessaires afin de bien comprendre les facteurs qui influencent le bilan carboné.

L.Z., F.G., F.M.



Lobna ZRIBI
Institut National de Recherche
en Génie Rural, Eaux et Forêts
BP 10, Rue Hedi El Karray El Menzah IV
Ariana 2080, TUNISIE
Mél : lobna_zribi@yahoo.fr

Fatma GHARBI
Faculté des Sciences de Tunis
Département de Biologie
Campus Universitaire El Manar, Tunis 2092,
TUNISIE
fatmagharbi@yahoo.com

Florent MOUILLOT
CEFE, UMR 5175, CNRS-Université
de Montpellier-Université Paul-Valéry
Montpellier-EPHE-IRD 1919, route de Mende
34293 Montpellier 5, FRANCE
Mél : florent.mouillot@ird.fr

Remerciements

Les auteurs tiennent à adresser leurs vifs remerciements à Frédéric Guibal (Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale) et à Jean-Marc Ourcival (CEFE/CNRS). Ce travail a bénéficié de l'appui financier de la FST (Unité de Recherche d'écologie végétale), de l'INRGREF et du projet CORUS 2 « Changements globaux et vulnérabilité des forêts méditerranéennes en Afrique du Nord ».

Références bibliographiques

Aafi A., 2007. Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mâamora, Thèse de Doctorat d'Etat Es-Science Agronomiques, I.A.V Hassan II, Rabat, 190 p.

Allard V., Ourcival J. M., Rambal S., Joffre R., Rocheteau A., 2008 – Seasonal and annual variation of carbon exchange in an evergreen Mediterranean forest in southern France. *Global Change Biology*. 14: 714–725.

Ben Jamâa M.L., Sghaier T., M'nara S., Nouri M., Hédi Sellemi H., 2005 – Le dépérissement du chêne-liège dans la subéraie de Bellif (Tunisie) : caractérisation et évaluation de son impact sur l'accroissement du liège. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull.* 28, 8: 17-24

Costas A.V., Vladimir F.K., Vladimir Y.S., 2014 – Modeling the carbon and nitrogen cycles. *Frontiers in Environmental Science, Air Pollution*. 2 (8) : 1–6.

Delpierre N., 2009 – Étude du déterminisme des variations interannuelles des échanges carbonés entre les écosystèmes forestiers européens et l'atmosphère : une approche basée sur la modélisation des processus. Ph D en Sciences de l'Université Paris XI Orsay. 208 p

DGF (Direction générale des Forêts), 1997 – Plan d'aménagement 1997. Forêt domaniale de Bellif, Subdivision des forêts de Nefza. Ministère de l'agriculture, Tunis.

Dixon R.K., Brown S., Houghton R.A., Solomon A.M., Trexler M.C., Wisniewski J., 1994 – Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems. *Science*. 263: 185–190.

Fisher J. B., Sikka M., Sitch S., Ciais P., Poulter B *et al.*, 2013 –African tropical rainforest net carbon dioxide fluxes in the twentieth century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 368, 20120376. doi: 10.1098/rstb.2012.0376.

Goulden M. L., Munger J. W., Fan S.-M., Daube B. C., Wofsy S. C., 1996 – Measurements of carbon sequestration by long-term eddy covariance: methods and a critical evaluation of accuracy. *Global Change Biology*. 2: 169–182.

Granier A., Damesin C., Epron D., Le Dantec V.,



2000 – Problématique du bilan de carbone dans les écosystèmes forestiers : exemple d'une jeune hêtraie de plaine. *Schweiz. Z. Forstwes.* 151 (9): 317–324.

López B., Sabaté S., Gracia C., 2001 – Annual and seasonal changes in fine root biomass of a *Quercus ilex* L. forest. *Plant Soil*. 230: 125–134.

Luyssaert S., Inglima I., Jung M., Richardson A.D., Reichstein M *et al.*, 2007 – CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database *Global Change Biology*. 13 (12): 2509–2537.

Martínez-García E., Rubio E., García-Morote F.A., Andrés-Abellán M., Miettinen, H., López-Serrano F.R., 2017 – Net ecosystem production in a Spanish black pine forest after a low burn-severity fire: Significance of different modelling approaches for estimating gross primary production. *Agricultural and Forest Meteorology*. 246 (15):178–193.

Mbow C., 2014 – Africa's greenhouse-gas budget is in the red. *Nature*. 508: 192–193.

Photos 6 (ci-dessus) :
Prélèvement du liège et du bois par les habitants.
Photos L.Z.

- Pereira J.S., Mateus J.A., Aires L.M., Pita G, Pio C et al., 2007 – Net ecosystem carbon exchange in three contrasting Mediterranean ecosystems - the effect of drought. *Biogeosciences*. 4: 791–802.
- Schulze E.-D., 2006 – Biological control of the terrestrial carbon sink. *Biogeosciences*. 3: 147–166.
- Valentini R., Arneth A., Bombelli A., Castaldi S., Cazzolla Gatti R et al., 2014 – A full greenhouse gases budget of Africa: synthesis, uncertainties, and vulnerabilities. *Biogeosciences*. 11: 381–407. doi:10.5194/bg-11-381-2014.
- Valentini R., Matteucci G., Dolman A. J., Schulze E.-D., Rebmann C et al., 2000 – Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature*. 404: 861–865.
- Zribi L., 2016 – Bilan de carbone d'une forêt de chêne-liège en Tunisie. Flux et stocks. Faculté des Sciences de Tunis. Université El Manar. 200p.
- Zribi L., Mouillot F., Gharbi F., Ourcival, J-M., Hanchi B. 2015 – Warm and fertile sub-humid conditions enhance litterfall to sustain high soil respiration fluxes in a Mediterranean cork oak forest. *Forests* 6: 2918–294; doi:10.3390 / f6092918
- Zribi L., Mouillot F., Guibal F., Rejeb S., Rejeb M. N., Gharbi F., 2016 a – Deep soil conditions make Mediterranean cork oak stem growth vul-

Résumé

La suberaie de Bellif (Tunisie septentrionale) est-elle une source ou un puits de carbone ?

Les forêts, en tant que puits de carbone, sont l'une des stratégies d'atténuation envisagées pour faire face aux changements climatiques. L'objectif de ce travail est d'étudier le bilan de carbone de la forêt de chêne-liège (*Quercus suber*) de Bellif (Tunisie septentrionale) sous climat humide méditerranéen, une des forêts les plus productives du bassin méditerranéen. Nous avons combiné des mesures de flux de carbone avec des estimations de stocks de carbone au niveau de l'écosystème étudié. La suberaie de Bellif constitue un puits de carbone avec une production nette moyenne de $152 \text{ gC.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$. Les conditions édapho-climatiques favorables ont généré des flux élevés de respiration du sol contrebalancés par une productivité élevée des arbres de chêne-liège.

Mot-clés : Bellif, flux de carbone, forêt de chêne-liège, bilan de carbone, climat méditerranéen.

Summary

The cork oak forest at Bellif (Northern Tunisia): carbon source or carbon sink?

Forests, as a carbon sink, are one of the mitigation strategies being considered to deal with climate change. The aim of this study is to estimate the carbon balance of the Bellif cork oak forest (*Quercus suber*) under wetter, warmer and more fertile conditions in a Mediterranean cork oak forest, acknowledged as one of the most productive forests of the Mediterranean Rim. We combined measurements of carbon fluxes with carbon stocks data for our ecosystem. The Bellif cork oak forest is in fact a carbon sink with a net ecosystem production of $152 \text{ gC.m}^{-2}.\text{year}^{-1}$. The favorable climatic and edaphic conditions drive high soil respiration fluxes which balance the high carbon assimilation.

Keywords: Bellif, carbon fluxes, cork oak forest, carbon balance, Mediterranean climate.

Riassunto

Le foreste, come pozzi di assorbimento del carbonio, sono una di quelle strategie proposte di mitigazione per far fronte ai cambiamenti climatici. L'obiettivo centrale di questo lavoro è studiare il bilancio di carbonio della foresta di querce da sughero (*Quercus suber*) in Bellif (Tunisia) nel clima mediterraneo, una delle foreste più produttive del bacino mediterraneo. Per questo, abbiamo combinato delle misurazioni dei flussi di carbonio con stime degli stock di carbonio dell'ecosistema di studio. La sughereti (foreste di querce sughere) in Bellif rappresenta un pozzo di assorbimento del carbonio con una produzione media netta di $152 \text{ gC.m}^{-2}.\text{anno}^{-1}$. I condizioni edafoclimatiche favorevoli stanno generando alti livelli di flussi della respirazione del suolo controbilanciati da un elevato potenziale della produttività degli alberi.

Parole chiave: Bellif, flusso di carbonio, foreste di querce sughere, bilancio di carbonio, clima mediterraneo.