

Influence de différentes stratégies de gestion d'une subéraie sur les caractéristiques chimiques et microbiologiques des sols

Maria Daria Fumi¹, Valeria Mazzoleni¹, Elisa Novelli¹, Agostino Pintus², Pino Angelo Ruiu², Cristina Silva Pereira³, Andrew Hursthouse⁴

¹Istituto di Enologia I.A.A., Università Cattolica del Sacro Cuore, 29100 Piacenza (Italia),
²AGRIS Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicoltura, 07029 Tempio Pausania (Italia), ³I.B.E.T., 2781-901 Oeiras (Portugal), ⁴University of West of Scotland, PA1 2BE Paisley (UK)

Résumé: Dans le cadre d'un projet international de recherche financé par l'OTAN (ESP.MD.SFPP 981674), la subéraie expérimentale de Cusseddu-Miali-Parapinta, gérée par AGRIS Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicoltura, a été choisie comme exemple de milieu naturel pour l'étude des sols. Ces sols ont été prélevés dans trois stations soumises à différentes stratégies de gestion: la station 1 a été endommagée par un incendie en 1983 et récupérée au cours des années suivantes; la station 2 a été gérée depuis 1958; la station 3 a été laissée en libre évolution à partir des années 60. Les échantillons, prélevés à deux profondeurs (0-10 et 10-20cm) et à deux périodes de l'année (été et hiver), ont été analysés pour déterminer certains paramètres chimiques (pH, carbone organique total, métaux) et identifier les moisissures présentes. Des différences apparaissent entre les stations en particulier au niveau des valeurs de pH, plus faibles dans la station incendiée, et des teneurs en métaux lourds, plus élevées dans cette même station. Cette station présente la plus grande biodiversité en moisissures, tandis que la station laissée en libre évolution montre une dominance du genre *Penicillium*. Les différences observées pourraient être liées, au moins partiellement, aux systèmes de gestion utilisés.

Mots clés: subéraie, stratégies de gestion, sol, composants chimiques, moisissures

Influence of different management strategies of a cork oak forest on chemical and microbiological characters of soils

Abstract: This study was performed in the framework of an international research program financed by NATO (ESP.MD.SFPP 981674). The experimental cork oak forest area of Cusseddu-Miali-Parapinta, managed by AGRIS Sardegna – Dipartimento della Ricerca per il Sughero e la Silvicoltura, has been selected for the environmental soil study. Soil samples were collected from three stations undergoing different management strategies: Station 1 was damaged by fire in 1983 and recovered in the following years. Station 2 has been managed since 1958; Station 3 remained as a spontaneous growing stand since the 1960's. The samples collected at two depths (0-10cm and 10-20cm) and in two periods (summer and winter) were analysed to determine some chemical parameters (pH, total organic carbon, heavy metals) and fungi diversity. Among the three stations some differences were pointed out concerning the pH values, lower in the damaged station, and the heavy metal content, higher in the same station. Moreover, the highest fungi biodiversity was observed in this last station while the *Penicillium* genus dominated in the non-managed station. These results could be partially correlated with the management strategies.

Key words: cork oak forest, management strategies, soil, chemical components, fungi

Introduction

Ce travail présente une partie des résultats obtenus dans le cadre d'un projet de recherche international financé par l'OTAN (ESP.MD.SFPP 981674) et focalisé sur l'éventuelle contamination environnementale des forêts de chêne-liège et les stratégies de récupération (McLellan et al. 2007). Les équipes de recherche participant à ce projet sont issues de trois pays membres de l'OTAN (Portugal, Angleterre, Italie) et de deux pays du Dialogue Méditerranéen (Tunisie, Maroc). Les résultats présentés font partie du travail effectué par l'équipe italienne, pour caractériser les sols d'une subéraie de la Sardaigne, choisie comme exemple de milieu naturel. Les sols ont été prélevés dans trois stations soumises à différentes stratégies de gestion.

Matériel et méthodes

Les échantillons des sols proviennent de la subéraie de Cusseddu-Miali-Parapinta, située au nord de la Sardaigne dans la région de l'Alta Gallura, près de Tempio Pausania (Sassari). Cette forêt est gérée par AGRIS Sardegna-Département de la Recherche pour le Liège et la Sylviculture et elle est certifiée selon les standards FSC (SA-FM/COC-001436).

A l'intérieur de la forêt, trois stations d'échantillonnage soumises à différents systèmes de gestion ont été identifiées:

Station n°1: Reboisement d'environ 3ha de *Quercus suber* L. en mélange avec *Q. pubescens* Willd., planté pendant les années 60. En 1983, après 20 ans, le reboisement a été parcouru par un incendie. La parcelle a été soumise à différentes interventions forestières qui ont permis une récupération complète. Actuellement elle est débroussaillée tous les trois ans et le matériel végétal est trituré et laissé sur place.

Station n°2: Subéraie naturelle mixte caractérisée par la présence d'une strate arborescente dominante de *Q. suber* L. et une régénération naturelle affirmée de *Q. pubescens* Willd. La parcelle est gérée depuis 1958 et régulièrement débroussaillée tous les trois ans; le matériel végétal est trituré et laissé sur place.

Station n°3: Forêt naturelle d'1ha, laissée en libre évolution depuis environ 50 ans. La strate arborescente est dominée par *Fraxinus ornus* L., avec des éléments sporadiques de chêne liège et de chêne pubescent. Le sous-bois est composé de *Ruscus aculeatus* L., *Edera helix* L. et *Smilax aspera* L.

Le sol a été échantillonné dans les trois stations en été (juin 2008) et en hiver (février 2009). Dans chaque station, trois sites de prélèvement ont été sélectionnés sur deux niveaux de profondeur (0-10cm et 10-20cm). Chaque échantillon de sol provenait d'un mélange de 5 lots de sol obtenus avec un système en croix (1 relevé central et 4 à un mètre du centre). Le sol a été tamisé à 2mm et conservé à 4°C.

Au total, 36 échantillons de sol ont été prélevés et analysés en triple pour déterminer le pH en solution aqueuse (Méthode ISO 10390) et le carbone organique total % (Méthode Walkley-Black, Ministero per le Politiche Agricole 1999). Les métaux lourds solubles en eau régale (aqua-regia) tels que Zn, Mn, Cu, Pb, Ni, Co, Cd, Cr ont été déterminés uniquement pour les échantillons prélevés en été et à 10-20cm (Méthode ISO 11466).

L'analyse de la variance (ANOVA) a été utilisée pour tester la significativité des différences entre les moyennes (test de Tukey pour $\alpha \geq 0.05$). Les données ont été élaborées avec le Software SPSS ver. 15.0 (SPSS, INC., Chicago, IL).

Les microorganismes ont été isolés sur Malt Agar et Rose Bengala Agar. L'identification des moisissures a été effectuée sur la base de la morphologie des colonies, des caractères

microscopiques et par une analyse moléculaire basée sur le séquençage de la région ITS1, 5,8S et ITS2 de l'ADN ribosomal (Druzhinina et al. 2005). L'analyse a concerné les sols prélevés en été et à 0-10cm.

Résultats et discussion

Mesures de pH

L'analyse statistique a montré des différences non significatives parmi les 3 sites de chaque station, toute profondeur confondue et pour les deux périodes de l'année. Toutefois, on peut observer que les valeurs moyennes de pH (Fig. 1), calculées pour chaque station à deux profondeurs de prélèvement, montrent la tendance à des valeurs toujours plus faibles dans la couche la plus profonde.

Le terrain de la station n° 1 (parcourue par incendie) avec les valeurs de pH les plus faibles (en moyenne pH= 5.7) peut être classé comme «modérément acide», ainsi que celui de la station n° 3 (libre évolution) (en moyenne pH = 6.0). La station n° 2 (gestion régulière) montre les valeurs les plus élevées (en moyenne pH = 6.7): ce terrain peut être classé comme à pH «neutre» (USDA 1998), avec une disponibilité maximale en éléments nutritifs.

Le pH de la station n° 2 est statistiquement différent par rapport à celui des autres deux stations (Fig. 1).

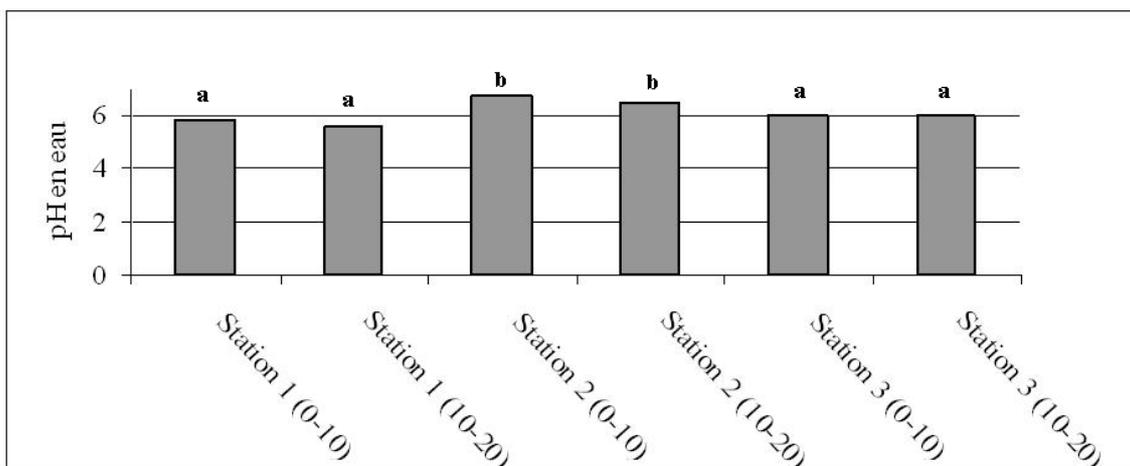


Figure 1. Valeurs moyennes de pH calculées pour chaque station de la subéraie aux deux profondeurs de prélèvement. Les lettres différentes indiquent une différence significative (test de Tukey pour $\alpha \geq 0.05$)

Teneurs de carbone organique total

Les teneurs de carbone organique total % (COT), représentées en Figure 2, montrent une forte variabilité en fonction des périodes et du site du prélèvement. En plus, les échantillons à 0-10cm contiennent dans tous les cas la quantité de COT la plus élevée par rapport aux échantillons à 10-20cm correspondants. Toutefois les différences liées à la saison, à la profondeur et au site ne sont pas significatives du point de vue statistique.

Les différences parmi les trois stations deviennent statistiquement significatives (test de Tukey pour $\alpha \geq 0.05$) si l'on considère les teneurs moyennes en COT, tous échantillons

confondus: les sols de la station n° 1 (parcourue par incendie; moyenne 3.8%) et de la station n° 2 (gestion régulière; moyenne 4.5%) ont des teneurs de COT assez proches et moins riches de matière organique par rapport aux sols de la station n° 3 (libre évolution; moyenne 5.6%).

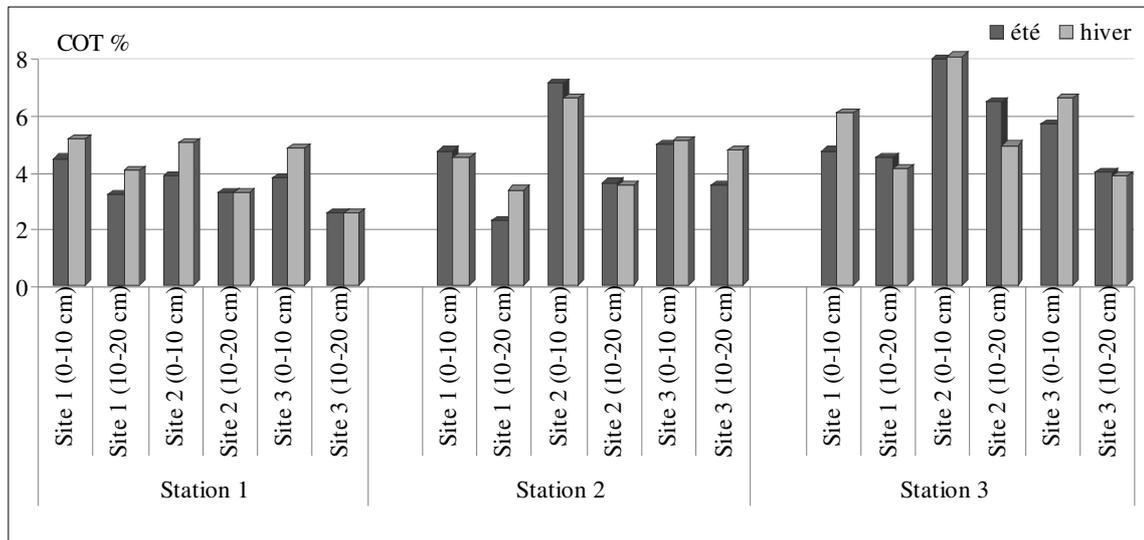


Figure 2. Teneurs en carbone organique total (%) dans les sols de la subéraie

Teneurs en métaux lourds

Les teneurs moyennes en Cu, Cr, Ni, Co, Pb et Zn sont données pour chaque station en Figure 3, ainsi que les résultats de l'analyse de la variance.

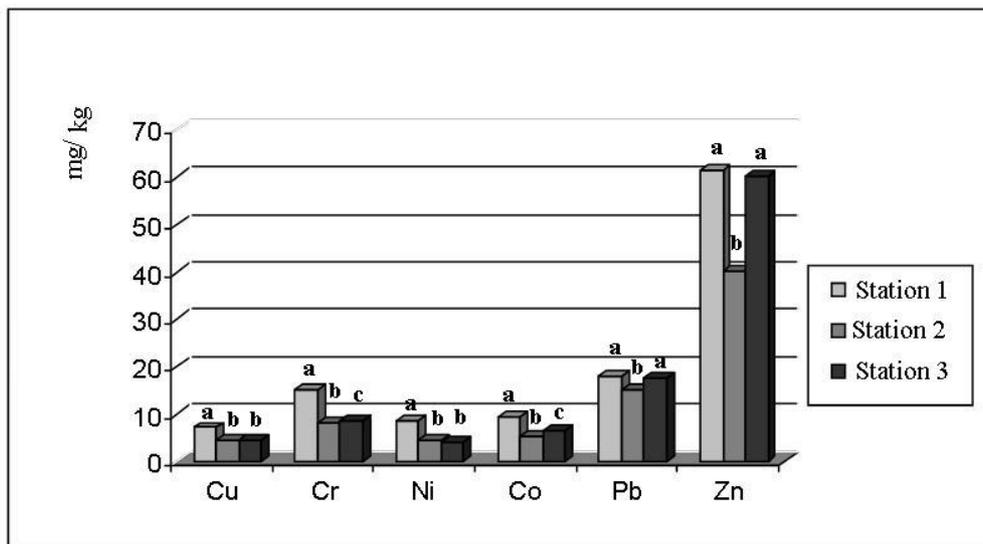


Figure 3. Teneurs moyennes de sols en métaux lourds identifiés dans les sols des trois stations de la subéraie. Les lettres différentes indiquent une différence significative (test de Tukey pour $\alpha \geq 0.05$)

Les sols de la station n° 1 (parcourue par un incendie) sont en moyenne les plus riches en Cu, Cr, Ni, Co, tandis que leur concentration en Pb et Zn est assez proche de celle de la station n° 3 (libre évolution).

La station n° 2 (gestion régulière) est toujours moins riche en éléments lourds par rapport à la station n° 1. L'influence de l'incendie sur l'enrichissement en métaux des sols a été signalée par d'autres auteurs (De Marco et al. 2005).

Le Mn était présent en moyenne à 730 et 729mg/kg respectivement dans les stations n° 1 et 2 et à 860mg/kg dans la station n° 3 (différence significative pour la station n° 3 par rapport aux deux autres stations); le niveau de Cd était en tous cas inférieur à la limite de détection de l'analyse (0.2mg/kg).

Les niveaux de base des métaux dans les sols forestiers de Sardaigne ne sont pas connus. Toutefois la comparaison des résultats de la présente étude avec les données de la littérature concernant des sols italiens d'origine naturelle (Barbafieri et al. 1996) montre que les quantités trouvées sont faibles et compatibles avec un environnement non contaminé.

Biodiversité des moisissures

La fréquence des genres de moisissures identifiées dans les trois stations est présentée dans les Figures 4, 5 et 6.

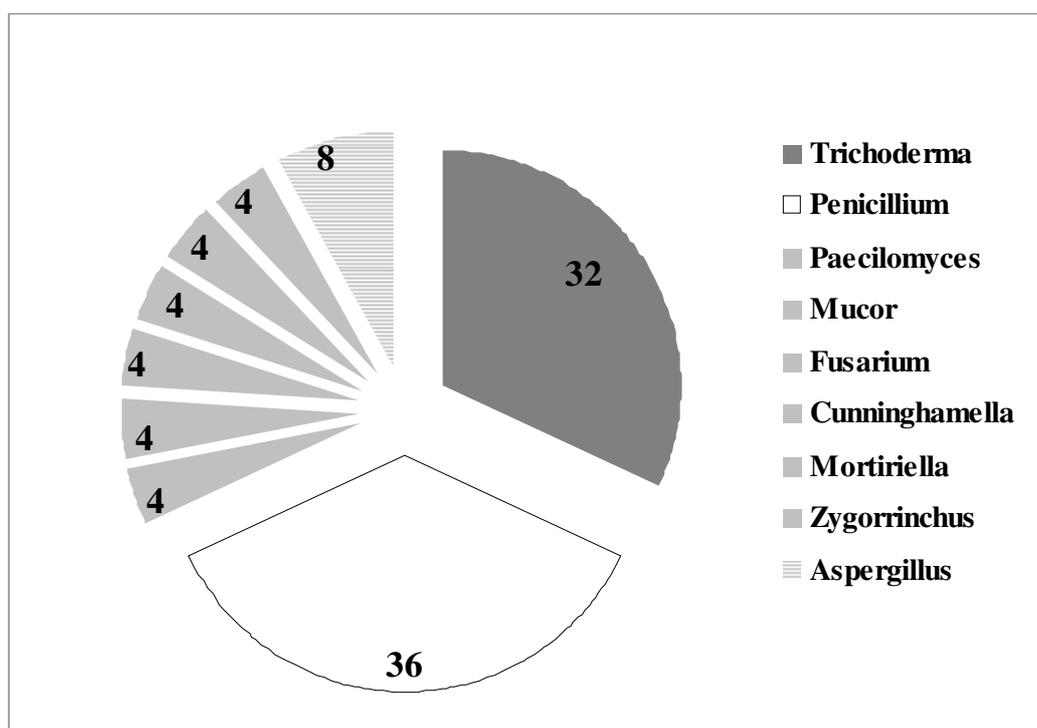


Figure 4. Fréquence en % des genres de moisissures identifiés dans la station n° 1

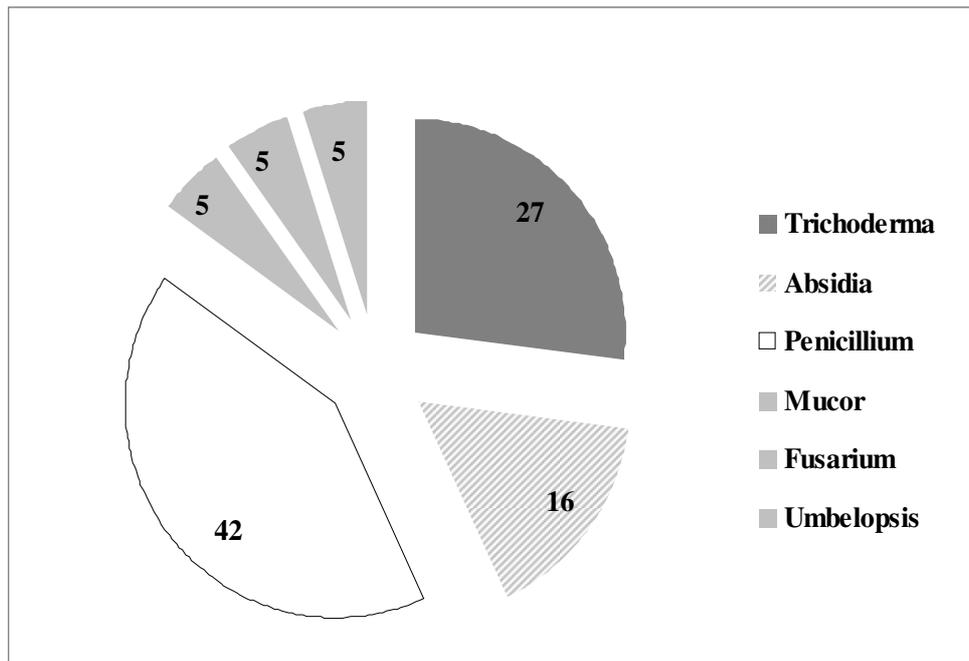


Figure 5. Fréquence en % des genres de moisissures identifiés dans la station n° 2.

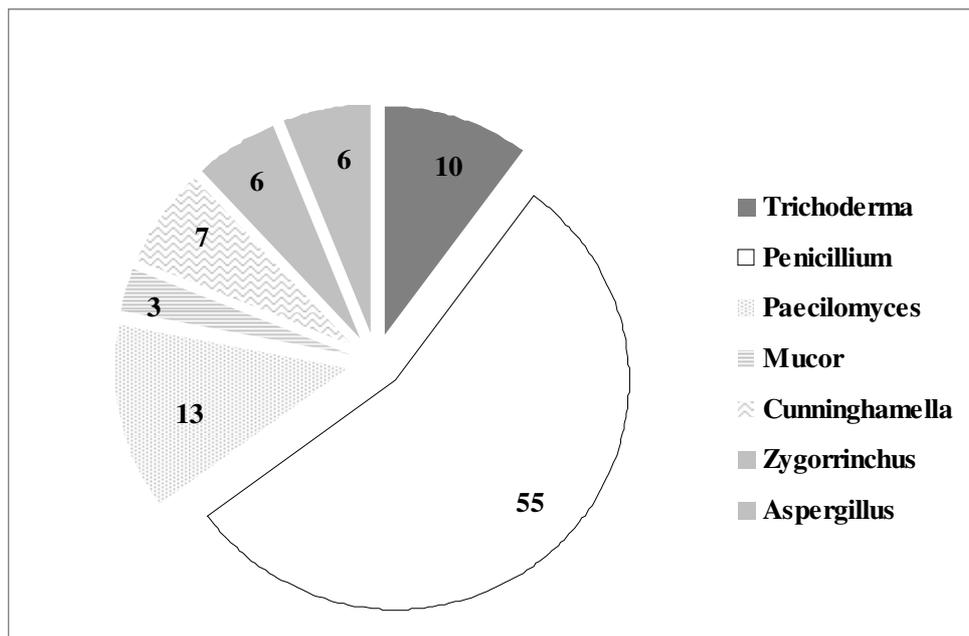


Figure 6. Fréquence en % des genres de moisissures identifiés dans la station n° 3.

Les genres *Penicillium*, *Trichoderma* et *Mucor* sont présents dans toutes les stations. Le genre *Penicillium* est le plus fréquent dans les trois cas, sauf dans les sols de la station n° 1 (parcourue par incendie), où on peut observer un certain équilibre avec *Trichoderma*. La station n° 1 présente la diversité la plus ample, en particulier par rapport à la n° 2 (gestion régulière). Le genre *Penicillium* a trouvé les conditions de croissance les plus favorables sur les sols de la station n° 3 (libre évolution).

Conclusion

Les résultats obtenus ont permis d'identifier quelques différences parmi les trois stations examinées: la station incendiée et récupérée (n° 1) a montré des valeurs de pH des sols les plus faibles, les teneurs en métaux lourds (tels que Cu, Ni, Co, Cr) les plus élevées et la diversité la plus ample des moisissures par rapport à la station gérée de manière régulière (n° 2). La station de forêt laissée en libre évolution (n° 3) a montré le niveau de carbone organique total le plus élevé et la dominance du genre *Penicillium* par rapport aux deux autres stations. Les systèmes de gestion des stations pourraient être à la base, au moins partiellement, des différences observées.

Le passage d'un écosystème hautement simplifié, tels que la station 1 (reboisement, passage du feu, traitements sylvicoles), à un autre très complexe comme la station 3 (évolution libre, pas de traitement forestier), montre de nettes différences parmi les paramètres de sol analysés. Les valeurs de COT, par exemple, montre qu'une «forêt naturelle» (station 3) fournit une plus forte contribution à la matière organique du sol qu'un "bois artificiel" (station 1). Enfin, sur toute la région des concentrations très faibles de métaux lourds ont été détectées, ce qui montre l'effet bénéfique d'une approche «naturaliste», et non "agricole", dans la gestion de la forêt, avec l'absence par conséquent de polluants découlant de l'utilisation de pesticides et d'engrais.

Remerciements

Nous remercions les professeurs Mohamed Blaghen (Faculté de Science Ain Chock, Université Hassan II, Casablanca, Maroc) et Abdennaceur Hassen (Centre Recherches Technologies des Eaux, Technopark de Borj-Cedria, Soliman, Tunisie) ainsi que leurs équipes de recherche, qui ont collaboré à la mise au point du protocole des essais dans le cadre du projet OTAN (ESP.MD.SFPP 981674).

Références

- Barbafieri, M., Lubrano, L. & Petruzzelli, G. 1996: Characterization of pollution in sites contaminated by heavy metals: a proposal. *Ann. Chim.* 86: 585-594.
- De Marco, A., Gentile, A. E. & Arena, C. 2005: Organic matter, nutrient content and biological activity in burned and unburned soils of a Mediterranean maquis area of southern Italy. *Int. J. Wildland Fire* 14: 365-37.
- Druzhinina, I. S., Kopchinskiy, A. G., Komon, M. & Bissett, J. 2005: An oligonucleotide barcode for species identification in *Trichoderma* and *Hypocrea*. *Fung. Gen. Biol.* 42: 813-828.
- McLellan, I., Carvalho, M., Silva Pereira, C. & Hursthouse, A. 2007: The environmental behaviour of polychlorinated phenols and its relevance to cork forest ecosystems: a review. *J. Environ. Monitor.* 9: 1055-1063.
- Ministero Politiche Agricole 1999: Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo. D.M. 13/09/99, Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana n. 248, 21/10/99.
- USDA 1998: Soil Quality Indicators: pH. <http://soils.usda.gov>

