



L'Arganier à l'Épreuve du Changement Climatique

شجر الأركان في مواجهة التغير المناخي
Argan tree facing the challenge of climate change
الطاهر



Introduction

L'arganier, sapotacée endémique du centre-ouest marocain, est une essence qui s'étend sur une superficie de 868 034 hectares (IFN, 1999). Son rôle socio-économique au niveau local, voire régional est d'une importance de premier plan. Emberger (1939) l'avait considéré comme étant un arbre qui donne « tout » : du bois de chauffage d'un excellent pouvoir calorifique, des noix dont on extrait une huile prisée pour la consommation humaine, du feuillage considéré comme fourrage aérien pour les caprins et du tanin extrait de son écorce. Actuellement, la valorisation de l'huile d'argan, comme produit cosmétique diététique, confère à cette essence une notoriété internationale. Devant les multiples vertus de l'arganier, cette essence n'a pas fait l'objet d'études scientifiques qu'elle mérite. En particulier, les études relatives à la production des peuplements d'arganier sont très rares dans la bibliographie et se sont intéressées plutôt à des arbres de futaie. En effet, comme c'est le cas pour la plupart des essences forestières, les études de production ont peu concerné les taillis (Smith, 1986). Pour étudier la production des peuplements d'arganier traités en taillis, l'utilisation des tarifs de cubage est incontournable. En effet, l'utilisation de ces tarifs fait partie du quotidien des aménagistes et gestionnaires forestiers. Toutefois, elle se fait généralement au mépris des conditions d'application (zone géographique, gamme de diamètres), ce qui peut engendrer des erreurs dans les estimations de volume.

Le présent travail se fixe donc comme objectifs :

- ✓ Caractériser des jeunes peuplements d'arganier à l'échelle de la plaine du Souss,
- ✓ Tester la validité des tarifs de cubage élaborés au niveau du plateau des Haha et, le cas échéant, proposer des tarifs adaptés pour la zone d'étude,
- ✓ Estimer la production en volume du bois des rejets pour les peuplements étudiés.

Validation des tarifs de cubage pour les taillis d'arganier de la plaine du Souss

Tarik Belghazi et El Hassan Chakib
Centre Régional Innovation, Recherche et Formation, ANEF
BP 12360, Poste Annakhil, Ain Itti, Marrakech, Maroc.

Matériels et méthodes

La campagne d'échantillonnage a concerné 2 taillis d'arganier situés au niveau du versant sud du Haut Atlas, et plus précisément dans la région d'Ouled Taima. Il s'agit des peuplements de Lmnizla et de Talaayounine âgés respectivement de 16 et 18 ans. Au niveau de ces peuplements, un échantillon de 20 placettes circulaires de 314 m² de superficie (10 mètres de rayon), réparties d'une manière aléatoire à raison de 10 placettes/peuplement, a été inventorié. Au total, 93 cépées ont été inventoriées au niveau de ces peuplements. Ces cépées ont fait l'objet de mesures de différentes variables dendrométriques à savoir le nombre de rejets par cépée, la taille de tour à 1,30 m du sol de la cépée, la circonférence à 1,30 m de tous les brins de la cépée et la hauteur totale de trois gros brins par souche. Par ailleurs, et pour estimer le volume du bois des brins, un total de 60 brins échantillons régulièrement répartis sur toute la gamme de diamètres a été considéré. Au niveau de chaque brin échantillon, la hauteur totale et les circonférences à différents niveaux du sol (20 cm, 50 cm, 1 m, 1,30 m, 2 m, 2,5 m et 3 m) ont été mesurées. Le volume des brins échantillons a été calculé par la méthode des billons successifs. La vérification des volumes estimés par le tarif (Belghazi, 2013) a été réalisée à partir du calcul des paramètres statistiques suivants (Palm, 1981) :

❖ la moyenne relative des erreurs de cubage :

$$em = (1 / n) \sum e_i / V_m$$

❖ l'écart type relatif de la distribution des erreurs de cubage :

$$Se = (1 / n) (\sum e_i - em)^2 / V_m$$

Où :

$$e_i = V_i - V_e$$

V_i : volume mesuré,

V_e : volume estimé par le tarif,

V_m : volume moyen mesuré,

n : nombre de brins retenus pour la vérification.

Ces deux paramètres permettent ainsi de renseigner sur la précision du tarif. Plus ils sont faibles, plus le tarif est bon.

Résultats et discussions

1. Vérification des volumes estimés par les tarifs

Peuplement	Age (ans)	em	Se
Lmnizla	16	-0,116	0,087
Talaayounine	18	-0,097	0,046

L'examen du tableau montre que l'estimation des volumes en utilisant ces tarifs est satisfaisante. En effet, la moyenne relative des erreurs de cubage est relativement faible. Elle varie entre 11,6 % à Lmnizla et 9,7 % à Talaayounine. Les valeurs négatives de cette moyenne indiquent une sous-estimation des volumes par le tarif.

2. Croissance des brins

La croissance des brins d'arganier au niveau des peuplements étudiés se fait d'une façon rapide et continue pendant les premières années. A partir de 10 ans, la hauteur totale paraît stabilisée à un niveau proche à celui du peuplement recepé mais la croissance en diamètre des brins se poursuit. L'accroissement moyen en circonférence sur une période de 18 ans à partir de la coupe varie de **0,7 à 1,1 cm/an**. Pour ce qui est de la hauteur, l'accroissement moyen varie de **17 à 22 cm/an**.

3. Estimation du volume sur pied et des accroissements

Le volume du bois des peuplements à l'hectare a été estimé en appliquant les tarifs de cubage (Belghazi, 2013) aux données de l'inventaire du peuplement.

Peuplement	Age (ans)	Volume (m³/ha)	Accroissement en volume (m³/ha/an)
Lmnizla	16	9,22	0,58
Talaayounine	18	5,51	0,31

L'analyse du tableau montre que le volume du bois sur pied des taillis d'arganier étudiés varie de **5,51 à 9,22 m³/ha** pour une densité moyenne qui varie de **117 à 129 cépées/ha**.



Conclusion

La connaissance des milieux occupés par les peuplements d'arganier ainsi que la dynamique et la vitesse de croissance des jeunes recepages d'arganier permettent d'apporter des éléments pratiques quant à la gestion de ces peuplements (fixation de la durée de mise en défens des brins, intensité du dépressage à appliquer, date de début des premières éclaircies, ...). Par ailleurs, l'étude des potentialités de ces milieux à travers la quantification de la production en volume et biomasses permet d'élaborer un bilan énergétique et fourrager pour la population usagère de ces milieux. Ce bilan peut renseigner sur le degré de surexploitation de ces ressources et peut contribuer à l'établissement d'une réglementation de la récolte du bois et du parcours en forêt.





Mid infrared spectroscopy enable rapid differentiation of Moroccan extra virgin argan oils with respect to their geographic origin

Youssra EL Haddad^a, Abdelkarim Filali-Maltouf^a, Bouchra Belkadi^a, Abderrahim Ferradous^b, Romdhane Karoui^c, Hicham Zaroual^{c,d}

^aMohammed V University in Rabat, Faculty of Sciences, Microbiology and Molecular Biology laboratory, Rabat, Morocco
^bRegional Center for Forestry Research, M 40000 Marrakech, Morocco

^cUniv. Artois, EA 7394, Institut Charles VIOLLETTE, 62307 Lens, France

^dUniv. Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire de Chimie organique Appliquée, BP2202 30000 Fez, Morocco

Email : youssra.elhaddad2@gmail.com



Introduction: The authentication of extra virgin argan oils (EVAO) is of paramount importance. Traditional methods based on the use of physico-chemical and chromatographic methods have been applied for the classification and the characterization of EVAO. Although they are considered as the reference ones, these methods are expensive, time-consuming, polluting and require highly skilled operators. Therefore, non-destructive spectroscopic technologies, such as the mid infrared (MIR) and fluorescence spectroscopies have been developed. This study examines the feasibility of using MIR spectroscopy for the authentication of 100 EVAO samples provided from five different regions of Morocco (Chtouka, Baha, Essaouira, Sidi Ifni, Taroudant and Tiznit) according to their geographical origin.

Materials and methods: Infrared spectra were recorded at room temperature (20 °C) between 4000 and 700 cm⁻¹ at a resolution of 16 cm⁻¹ on a Fourier transform spectrometer IRTracer-100 (Shimadzu, Duisburg, Germany) mounted with an attenuated total reflection (ATR) accessory (Pike Technologies, Inc. Madison, United States). The ATR cell was made of horizontal ZnSe crystal which presented an incidence angle of 45 ° and total reflection (n=10). Before each measurement, the spectrum of the ZnSe crystal was recorded and used as background. For each EVAO, 3 mL of EVAO was uniformly deposited on the crystal surface of ATR and measurements were performed in triplicate using different samples. After acquiring each spectrum, the ATR crystal was cleaned and rinsed with acetone. The MIR spectra were analyzed by Principal Component Analysis (PCA) and Factorial Discriminant Analysis (FDA).

Results:

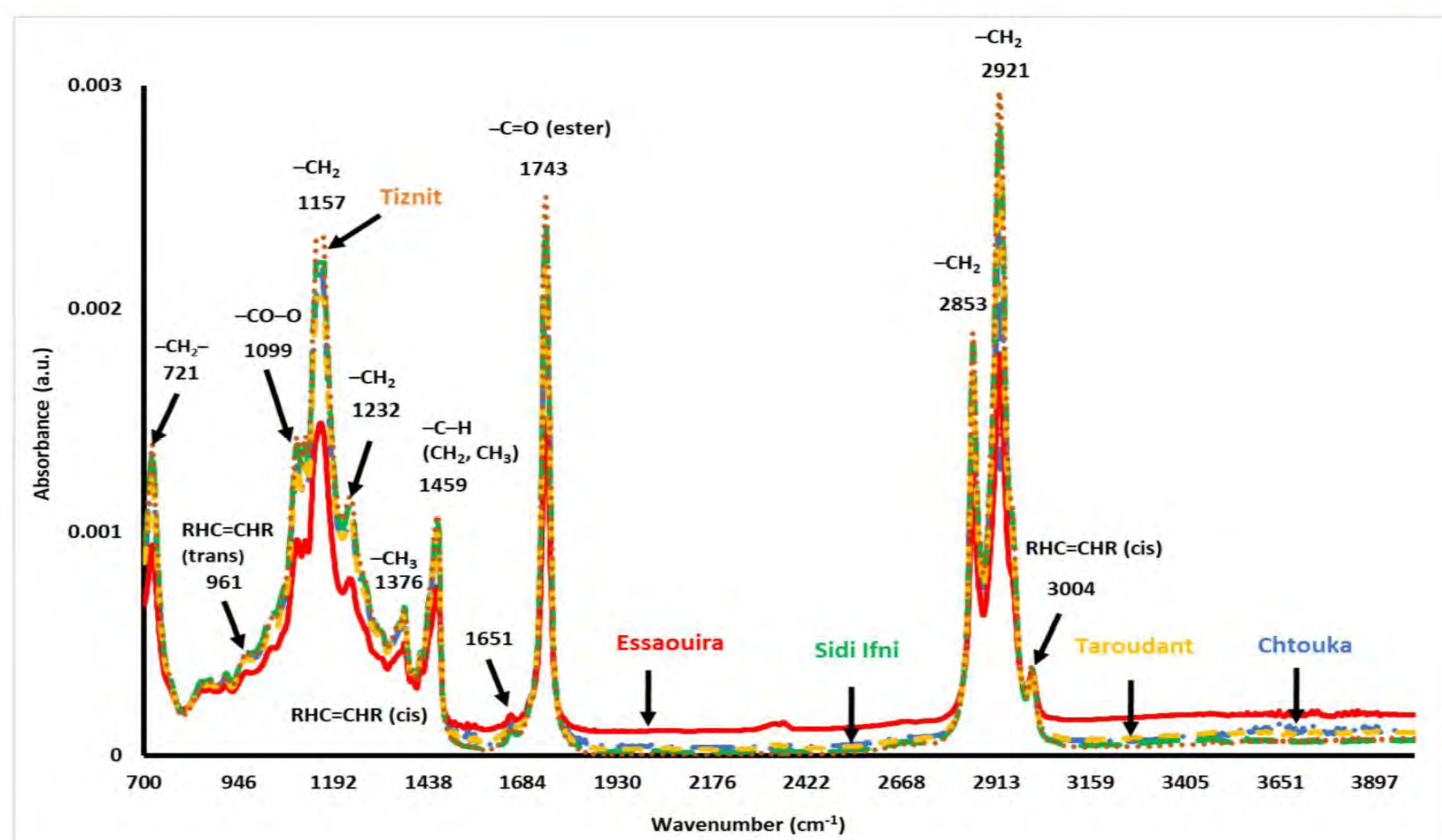


Figure 1: Normalized MIR spectra of EVAO samples originated from Chtouka (—), Sidi ifni (—), Essaouira (—), Taroudant (—) and Tiznit (—).

- The Maxima observed at 1157, 1743, 2853 and 2921 cm⁻¹ are linked to -CH₂-CO-O-, -C=O (ester), -CH₂ and -CH₂, respectively.
- A clear difference between EVAO samples was observed in the peak 1157 cm⁻¹ (Figure 1).

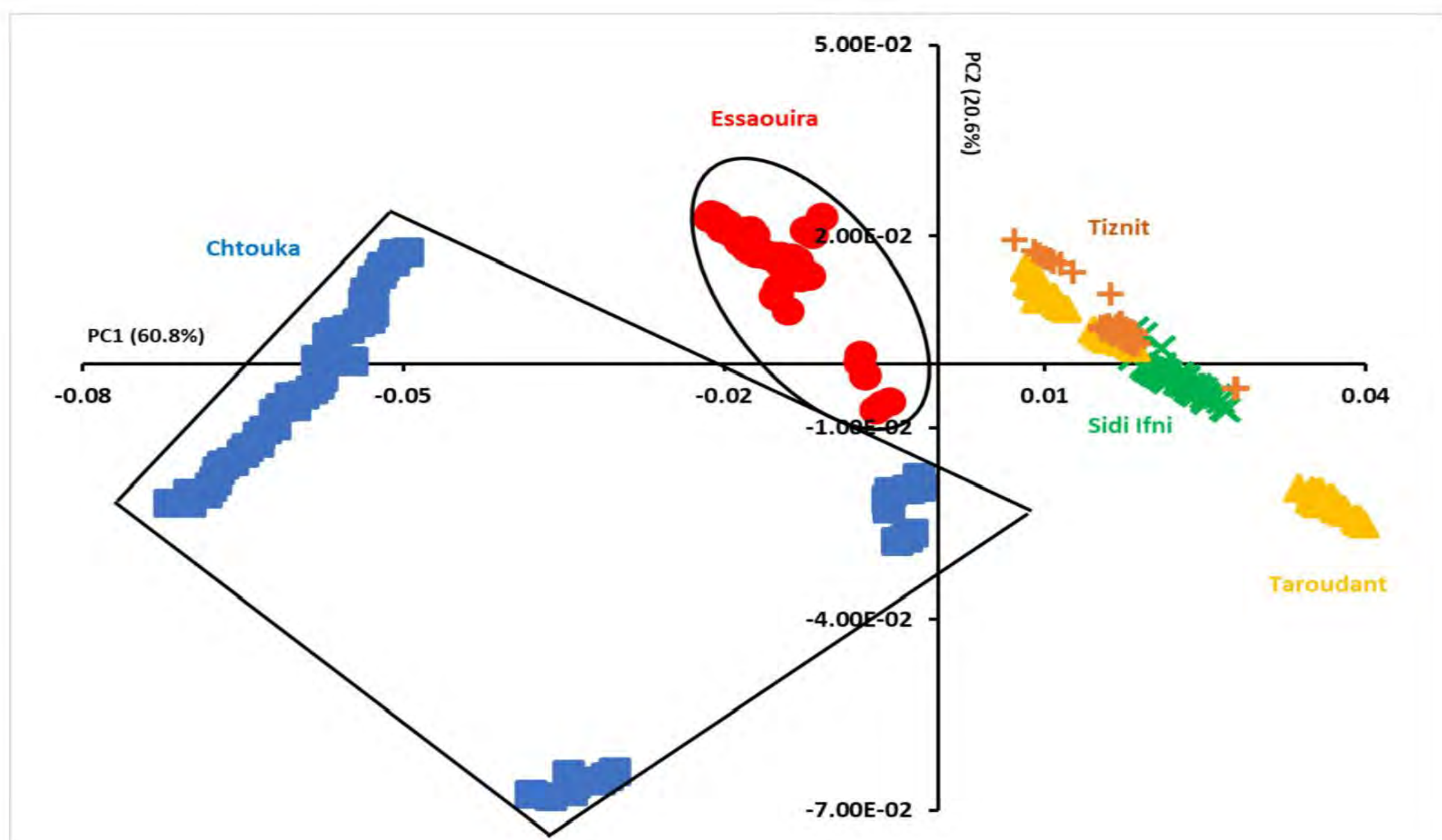


Figure 2: Principal component analysis (PCA) similarity map defined by the PC1 and PC2 of: Sidi ifni (x), Tiznit (+), Taroudant (Δ), Chtouka (■) and Essaouira (●) EVAO samples.

- The PCA defined by the first two principal components PC1 (60.8%) and PC2 (20.6%) allowed some misclassifications between the samples according to their geographical origin (Figure 2).

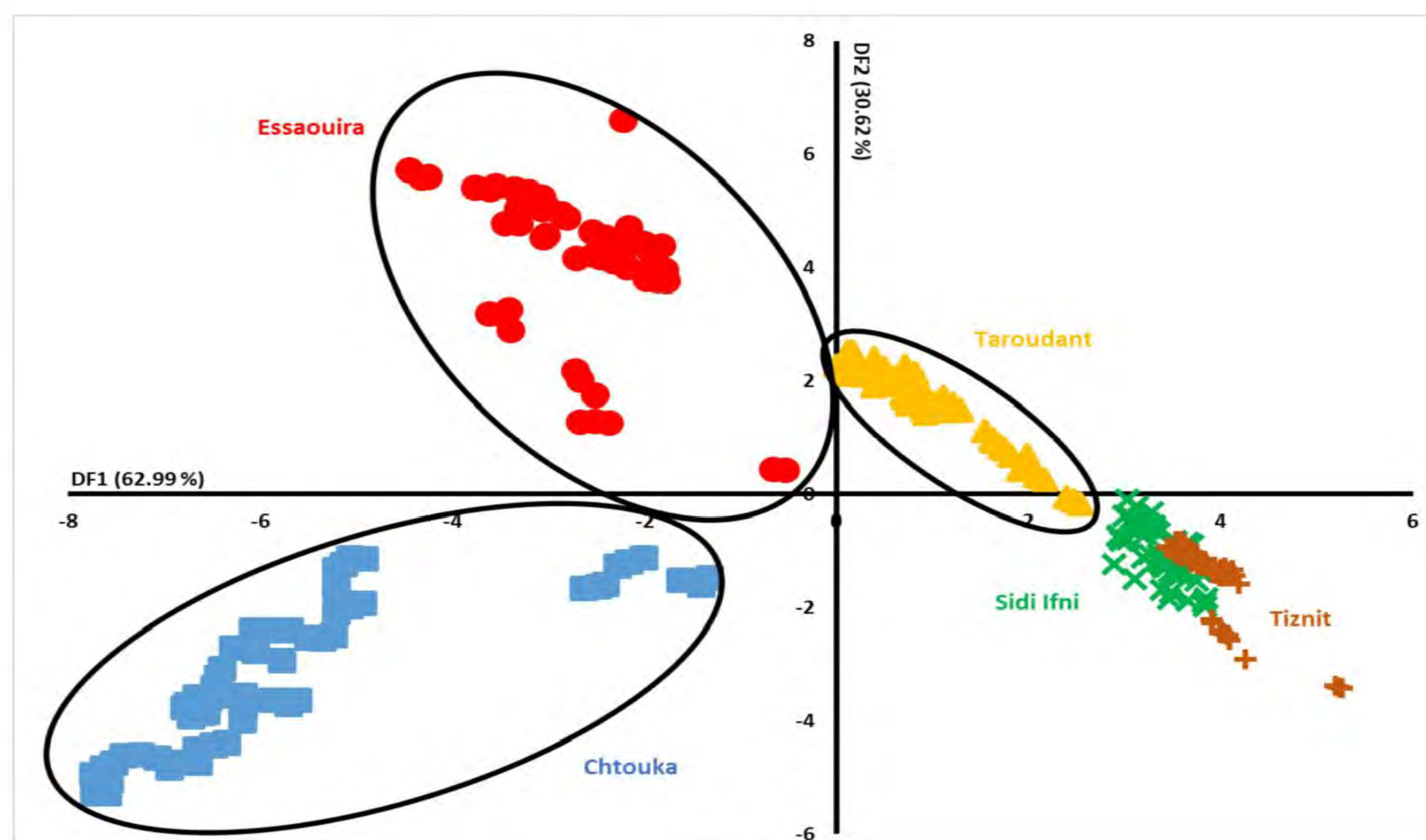


Figure 3: Factorial Discriminant Analysis (FDA) similarity map defined by the DF1 and DF2.

- The similarity map defined by the first two factors DF1 (62.99%) and DF2 (30.62%) allowed a clear discrimination of EVAO samples according to their geographical origin (Figure 3).
- Correct classification amounting to 92.33% was obtained.

Table 1: Classification table of factorial discriminant analysis (FDA) with leave-one-out cross validation EVAO samples according to their geographical origin.

Predicts/ Observed	Chtouka	Essaouira	Sidi Ifni	Taroudant	Tiznit	Total	% correct classification
Chtouka	56	0	0	4	0	60	93.33%
Essaouira	0	50	1	9	0	60	83.33%
Sidi Ifni	0	0	57	3	0	60	95.00%
Taroudant	0	0	6	54	0	60	90.00%
Tiznit	0	0	0	0	0	60	100%
Total	56	50	64	70	60	300	92.33%

Conclusion: The ability of MIR spectroscopy coupled with PCA and FDA to rapidly and easily authenticate Moroccan EVAO samples was demonstrated. Indeed, the MIR allowed the differentiation between EVAO samples according to their geographical origin. The MIR spectroscopy would be useful for the authentication of Moroccan EVAO. In this context, it would be interesting to extend the ability of the method to detect the adulteration of EVAO with lower-priced oil.

Acknowledgements:

Ms. EL Haddad is grateful to Erasmus+ MIC for its financial support of her Ph.D. during her stay at Artois University.





7ème édition du Congrès International de l'arganier, sous le thème :
"l'arganier à l'épreuve du changement climatique"
à Essaouira, du 10 au 12 Mai 2024



L'adaptation de la valorisation de l'arganier comme un élément essentiel contre le changement climatique au Maroc.

[Khadija EL-Moustaqim¹](#), [Jamal Mabrouki²](#) & [Driss Hmouni¹](#)

¹Improvement and Valuation of Plant Resources, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University—KENITRA-University Campus, Kenitra 14000, Morocco.

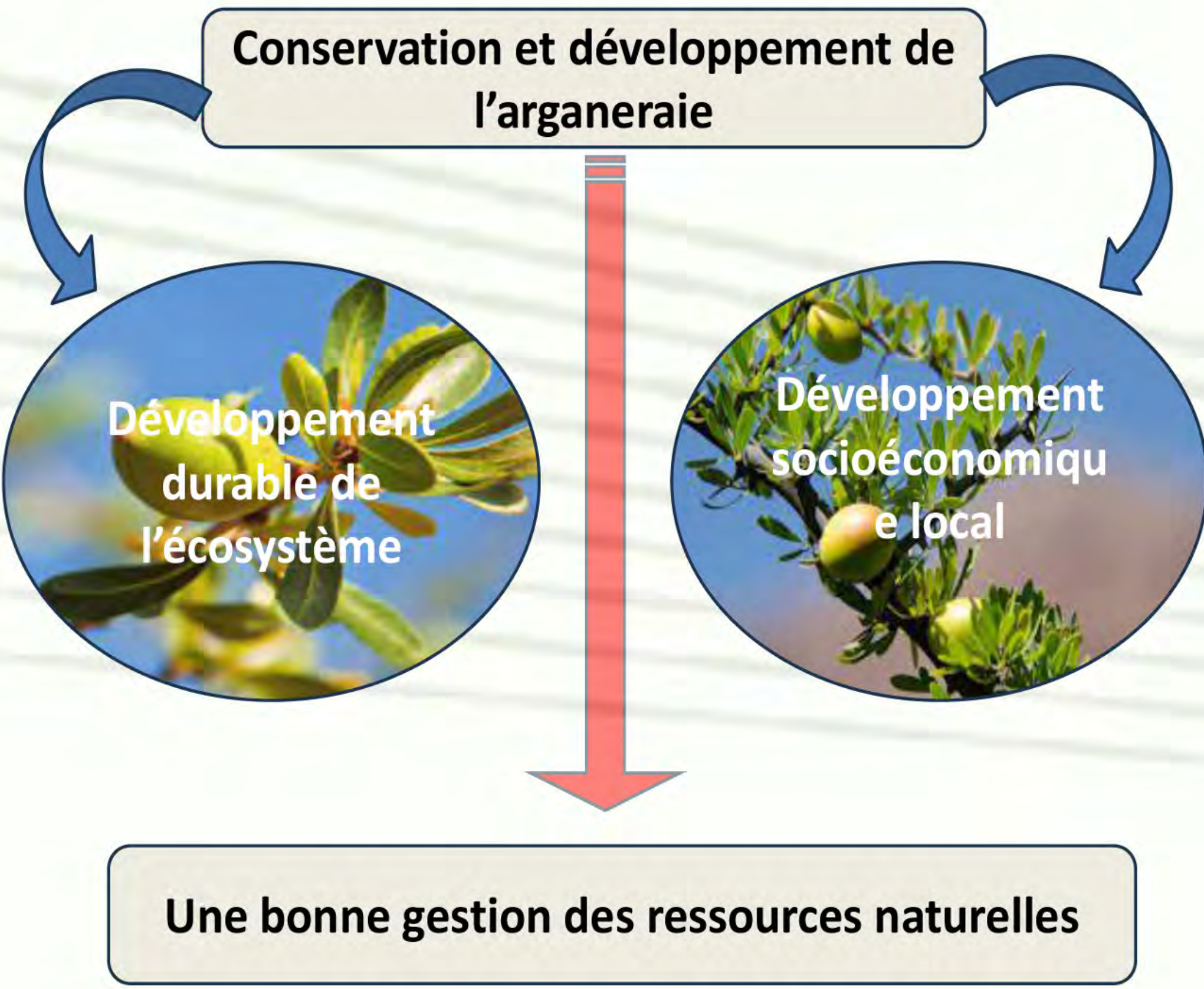
² Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modelling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, CERN2D, Mohammed V University in Rabat, Faculty of Science, AV IbnBattouta, Agdal, Rabat 10106, Morocco.

Email of the corresponding author: elmoustaqim.khadija@gmail.com

1. Introduction

Le climat a été bien documenté depuis plusieurs centaines de milliers d'années. Il existe un grand nombre de projections climatiques qui sont modélisées pour prévoir divers scénarios de changement climatique [1]. La culture de l'arganier offre des avantages multiples en matière de lutte contre le changement climatique, allant de la séquestration du carbone à la préservation des sols et à la promotion de pratiques agricoles durables [2]. Ainsi, le modèle agroforestier associé à l'arganier offre des solutions précieuses, non seulement localement, mais aussi en tant que contribution significative à l'échelle mondiale pour promouvoir le développement durable et atténuer les effets néfastes du changement climatique. Dans cet article on va aborder la notion de l'adaptation de la valorisation de l'arganier comme un utile essentiel dans la diminution du changement climatique.

2. La culture de l'arganier : importance, avantages socioéconomiques



L'utilisation durable des terres et la conservation de la biodiversité, ce qui en fait une ressource précieuse dans les zones arides et semi-arides. Cet arbre est une ressource importante pour les communautés locales et pour la communauté internationale en raison de ses propriétés et de ses contributions uniques [3].

3. Adaptation des systèmes agricoles au changement climatique

➡ Remplacer les plantes sensibles aux changements climatiques par des plantes plus résistantes est une stratégie fréquemment utilisée pour faire face aux défis du changement climatique.

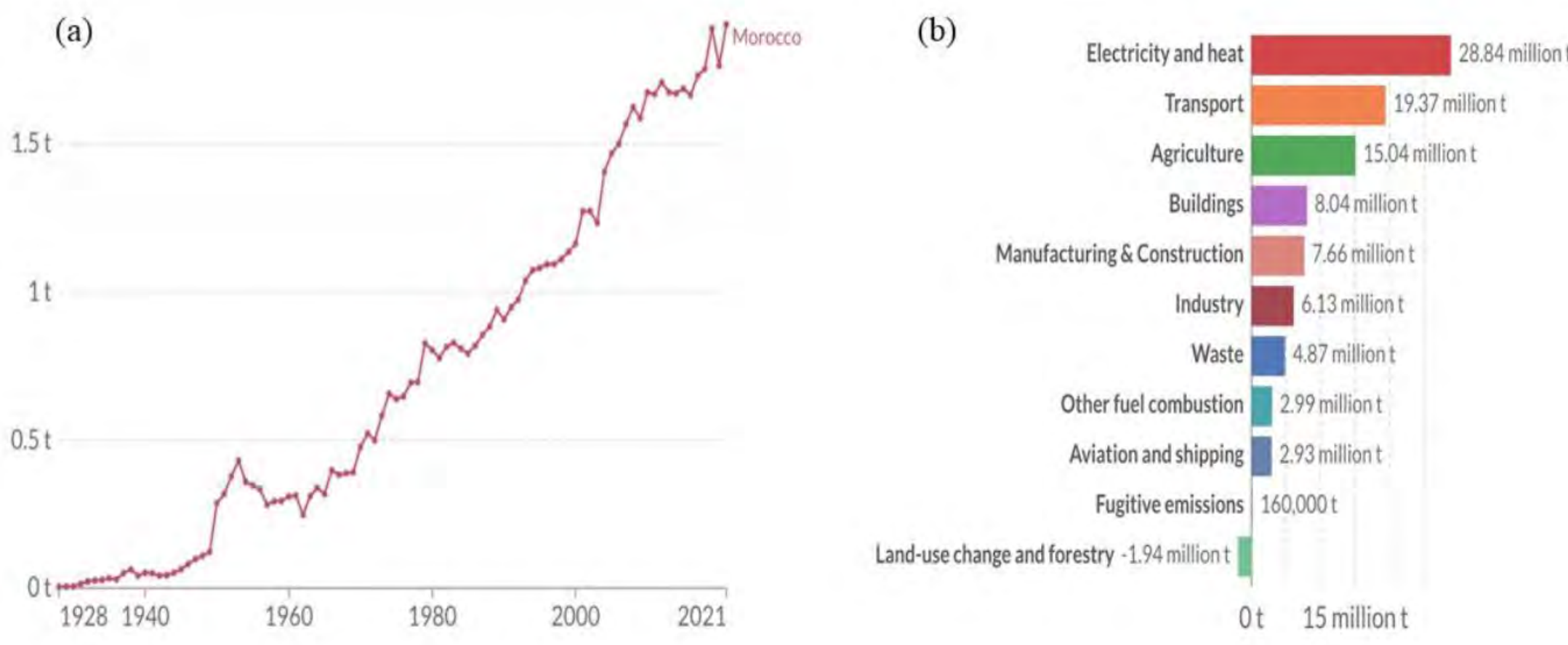


Figure 2. (a) : Quantité de dioxyde de carbone (CO2) émise par personne, issue de combustibles fossiles et des activités industrielles. (b) : Répartition des émissions de gaz à effet de serre par domaine au Maroc en 2019 en (CO2eq).

➡ La liaison entre l'agriculture et le changement climatique est fait selon plusieurs manière on trouve, l'agriculture s'occupe des terres qui contribuent au réchauffement climatique par ses émission de 18.4% des gaz à effet de serre [4]. L'arganier joue également un rôle essentiel dans la séquestration du carbone, contribuant ainsi à la réduction des émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

4. Conclusion

L'arganier joue un rôle crucial dans la capture du carbone, contribuant ainsi à la réduction des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Dans les systèmes agroforestiers méditerranéens bien établis, cela représente une opportunité pour atténuer les effets néfastes des périodes de sécheresse sur la productivité des cultures telles que les pois.

References

- [1] H. Ghazal et al., « Argane Genetics and Genomics », 2021, p. 123-134. doi: 10.1007/978-3-030-70420-9_7.
- [2] G. Blanchet, « La résilience des systèmes agroforestiers face au changement climatique : analyse de la réponse de cultures annuelles face à la sécheresse dans un système à base de noyer sous climat méditerranéen », These de doctorat, Mont-pellier, SupAgro, 2021.
- [3] R. Harbouze, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, et W. Khechimi, « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc », CIHEAM-IAMM, 2019.
- [4] A.-A. Bouramdane, « Quelle est la Relation entre l'Agriculture et le Changement Climatique? », 2023.





المعهد الوطني للبحث الزراعي
المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

Microbial abundance in the rhizosphere of argan trees

Redouan QESSAOUI^{1*}, Salahddine CHAFIKI^{1,2}, Ahmed BOUAMAIR^{1,3}, Naima CHABBI^{1,4}, Abdelmalek MAHROUG^{1,3}, Abdelhadi AJERRAR¹, Naima AITABD¹, Abdeghani TAHIRI¹, Meriyem KOUFAN¹, Hallam Jamal¹, Mohamed ALOUAN¹ and Rachid BOUHARROUD¹.

1. Regional Center of Agricultural Research of Agadir, National Institute of Agricultural Research, Avenue Ennassr, BP 415 Rabat Principale, 10090 Rabat, Morocco
2. Agrobiosciences Department (AgBS), Mohammed VI Polytechnic University (UM6P), Ben Guerir, Morocco;
3. Laboratory of Biotechnology and Valorization of Natural Resources, Faculty of Sciences - Agadir, Ibn Zohr University, BP 8106, 80000 Agadir, Morocco.
4. Center of Agrobiotechnology and Bioengineering, Cadi Ayyad University (UCA), Marrakech, Morocco

* Correspondence : redouan.qessaoui@inra.ma



المعهد الوطني للبحث الزراعي
المعهد الوطني للبحث الزراعي
Institut National de la Recherche Agronomique

Abstract

The argan tree (*Argania spinosa*) is of great ecological, pharmaceutical, and socio-economic significance in Morocco's arid and semi-arid regions. However, deforestation linked to land use changes has led to a decline in its population. This study examines the microbial abundance in the rhizosphere of argan trees at two sites, Rasmouka and Imoulas, which represent different eco-geographic conditions. Soil sampling and microbial enumeration were conducted. The results showed higher bacterial and fungal counts in young argan seedlings compared to mature trees and control soil. Microbial diversity varied between sites, indicating the influence of local environmental factors. These findings highlight the importance of organic matter and cultural practices in shaping soil microbial communities, which can have implications for plant health and growth. Additional research is necessary to gain a complete understanding of the microbial diversity present in the soil of argan trees and its effects on ecosystem dynamics and sustainable management practices.

Keywords : Argan tree, Rhizosphere, Microbial abundance

INTRODUCTION

The argan tree, scientifically known as *Argania spinosa* (L.) Skeels, is a forest species endemic to Morocco, mainly found in arid and semi-arid regions with a Mediterranean-type climate (Emberger, 1939; Le Houérou, 1989; M'hirit et al., 1998). Its distribution is mainly concentrated along the south-west Moroccan coast, stretching from north of Safi to south of Sidi Ifni (Baehni, 1948; Ehrig, 1974; Prendergast and Walker, 1992). The argan tree has a unique ability to survive long periods of drought thanks to its defoliation capacity (Peltier, 1982; Ferradous et al., 1996; M'hirit et al., 1998). It is able to produce leaves, branches and fruit even when rainfall is low, not exceeding 100 mm (Emberger, 1939; Le Houérou, 1989; Ferradous et al., 1996; M'hirit et al., 1998). The argan tree plays a crucial ecological, pharmaceutical and socio-economic role in its native region (Boudy, 1950). However, the argan tree is facing regression due to intense deforestation linked to the expansion of cultivated land and urban areas (El Yousfi and Bencheikroun, 1992). The rhizosphere is a reservoir of microorganisms that can promote plant resistance to abiotic and biotic stresses. This study aimed to investigate the abundance of bacteria and fungi in the rhizosphere of argan trees, which is an index of the richness and activity of the microorganisms in the rhizosphere and will contribute effectively to the study of the microbial biodiversity of the rhizospheric soil of argan trees in these two sites.

Materials and methods

Study sites

Two argan tree sites, Rasmouka (Tiznit) and Imoulas (Taroudant), were studied. These sites represent different eco-geographic conditions in the argan groves of southwest Morocco.

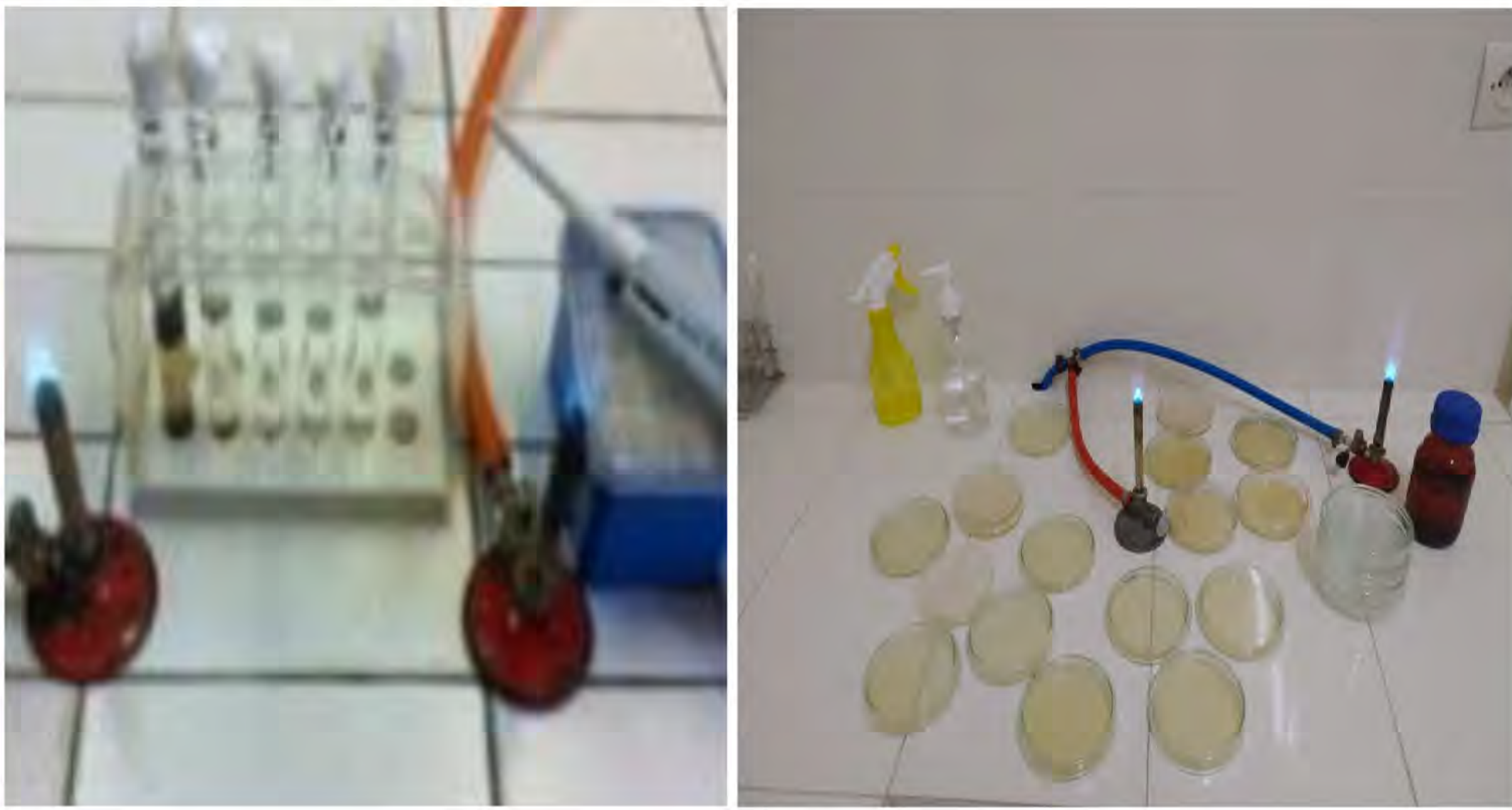
Soil Sampling

Sampling was conducted at both sites in the spring of 2021. Our sampling strategy was to first remove the surface layer and then sample the soil. Three representative adult argan trees (MP), three new plantations (YP) and one control soil (C) were sampled at each site.



Figure : Soil sampling of the argan tree

Bacterial and fungal enumeration



Results & discussion

Bacterial enumeration

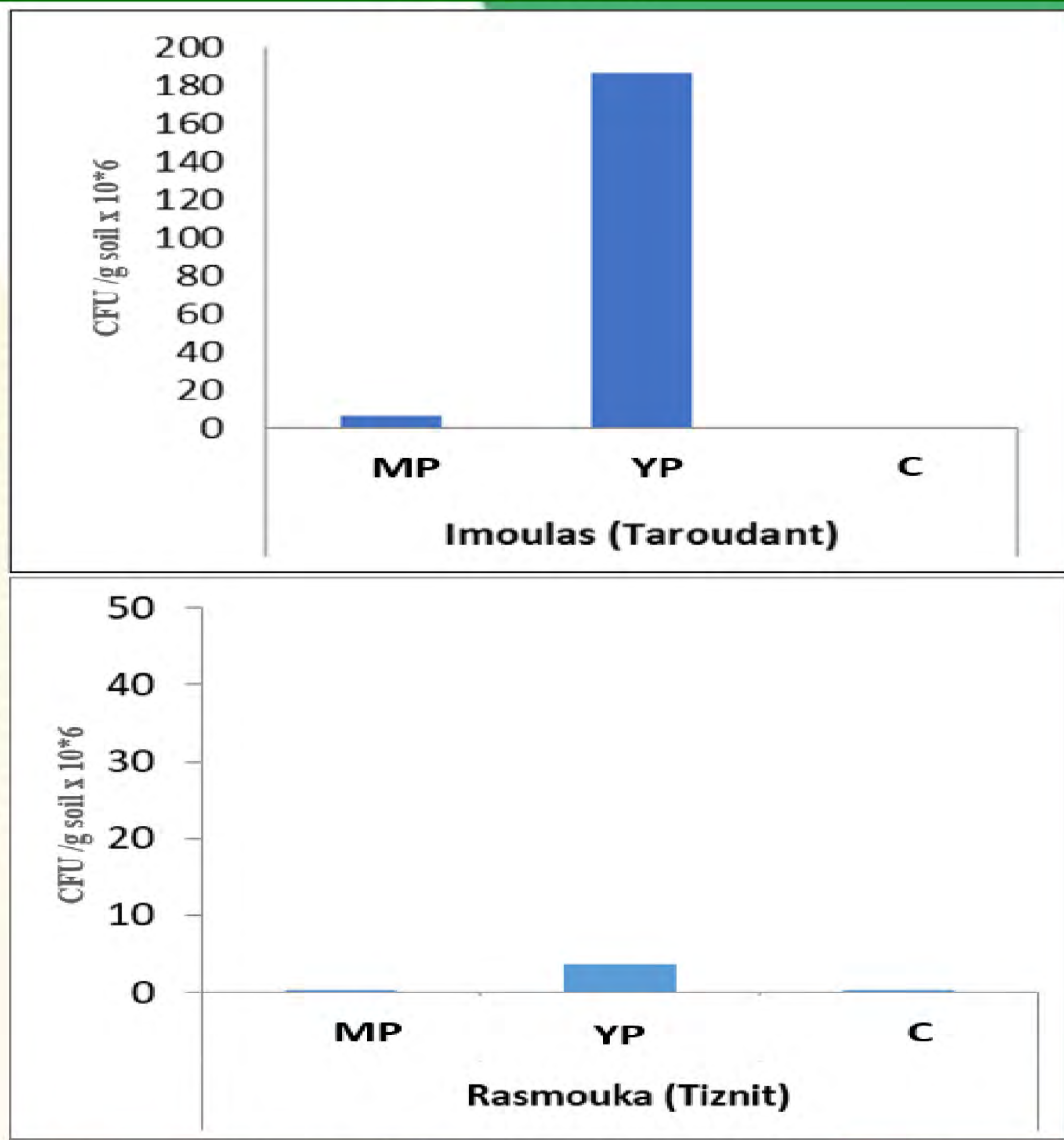


Figure : Bacterial counts at the Rasmouka (Tiznit) and Imoulas (Taroudant) sites

Fungal enumeration

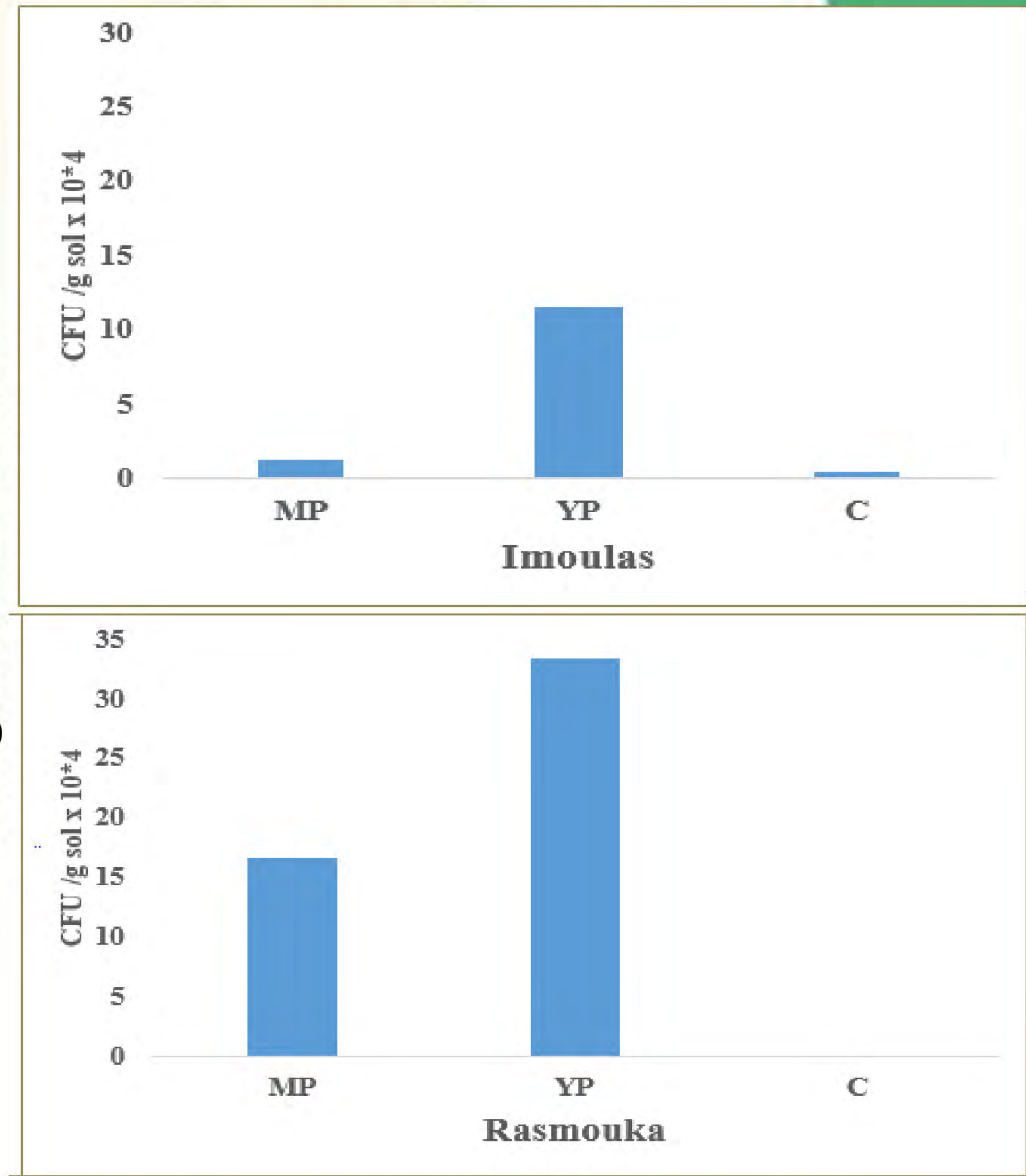


Figure: Fungal counts at the Rasmouka (Tiznit) and Imoulas (Taroudant) sites.

In conclusion, the study investigated the abundance of bacteria and fungi in the rhizosphere of argan trees in two sites in southwest Morocco, revealing significant differences between young and mature trees as well as between sites.

1. Emberger L., *Aperçu général sur la végétation du Maroc*, Bulletin de la Société des Sciences Naturelles du Maroc, 1939, 40-137.
2. Le Houérou EN (1989) Classification écoséculaire des zones arides (x1) de l'Afrique du Nord. Ecologia Mediterranea 15 : 95-144.
3. M'hirit O., M. Benziane, F. Bencheikroun, S.M. El Yousfi, and M. Bendanoun, L'arganier une espèce fruitière-forestière à usages multiples, in P. Mardaga (Ed.), Hayen, Sprimont, (Belgique), 1998) 145 p.
4. Baehni C 1948 Mémoires sur les Sapotacées. 1. Système de classification. Candolle 7 : 394-476.
5. Ehrig F R 1974 Die arganie charakter, ökologie und wirtschaftliche bedeutung eines tertiarrelites in Morokko. Pternuma geographische Mitteilungen 118 (2) : 117-125.
6. Prendergast HDV, Walker CC. 1992 The argan : Multipurpose tree of Morocco. The Kew Magazine 9: 76-85.
7. Peltier J. P. (1982) La végétation du bassin versant de l'Oued Sous (Maroc). Thèse de Doctorat ès Sciences, Université des Sciences, Grenoble, 201p.
8. Ferradous A., F. Bani-Aameur, and P. Dupuis (1996). Climat stationnel, phénologie et fructification de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Actes de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, 17, 1996, 51-60.
9. Boudy P., (1950) Economie forestière nord-Africaine, in Larose (Ed.), Tome deuxième Monographie et traitement des essences forestières, (Paris (V), 382-416
10. El Yousfi SM and Bencheikroun F (1992) La Dégénération forestière dans le sud marocain, exemple de l'arganerie d'Adnane (Sous) entre 1969 et 1986. Annales de la recherche forestière au Maroc.



。O X。I C I ≤ A I : ⊙ I H I I : I X ≤ X +

Microbiology and Molecular Biology Team, Center of Plant and Microbial Biotechnologies, Biodiversity and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Understanding the genetic basis of these antioxidant enzymes is essential for comprehending the defense mechanisms of the argan tree against oxidative stress. Using *in silico* methods, nine superoxide dismutase genes were discerned in this study. The structural analysis reveals conserved traits among them. Additionally, examination of the promoters reveals stress-responsive *cis*-regulatory elements, confirming the involvement of these genes in stress tolerance. Specific primers have been developed for each identified gene, facilitating future molecular investigations. Although this *in silico* analysis provides insights into candidate genes based on genomic data, additional experimental validation of their existence and function is imperative.

Fink, R. C., & Scandalios, J. G. (2002). Molecular Evolution and Structure–Function Relationships of the Superoxide Dismutase Gene Families in Angiosperms and Their Relationship to Other Eukaryotic and Prokaryotic Superoxide Dismutases. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 399(1), 19–36. <https://doi.org/10.1006/abbi.2001.2739>

Kurepa, J., Montagu, M. V., & Inzé, D. (1997). Expression of *sodCp* and *sodB* genes in *Nicotiana tabacum*: Effects of light and copper excess. *Journal of Experimental Botany*, 48(12), 2007–2014.

Pilon, M., Ravet, K., & Tapken, W. (2011). The biogenesis and physiological function of chloroplast superoxide dismutases. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1807(8), 989–998.

Verma, D., Lakhampal, N., & Singh, K. (2019). Genome-wide identification and characterization of abiotic-stress responsive SOD (superoxide dismutase) gene family in *Brassica juncea* and *B. rapa*. *BMC Genomics*, 20(1), 227. <https://doi.org/10.1186/s12864-019-5593-5>

Xu, G., Guo, C., Shan, H., & Kong, H. (2012). Divergence of duplicate genes in exon–intron structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(4), 1187–1192. <https://doi.org/10.1073/pnas.1109047109>



WWW.CONGRESARGANIER.MA



L'Arganier à l'Épreuve du Changement Climatique

شجر الأركان في مواجهة التغير المناخي
Argan tree facing the challenge of climate change

المؤتمر الدولي للأركان
7^{ème} édition

الصويرة
Essaouira

12<10 ماي 2024
10>12 Mai 2024



Circadian rhythms of Medfly larva emergence and *Monomorium subopacum* ant foraging: an asset of Ceratite biocontrol by ants in the Argan forest

Abderrahim El Keroumi¹, Ismail outoukarte¹, Dihazi Abdelhi¹, Khalid Naamani¹ and Abdallah Dahbi²

¹Laboratory of Pharmacology, Neurobiology, Anthropobiology and Environment, Team of Protection and Valorization of Vegetables, Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech,

²ELMAR Laboratory, Cadi Ayyad University, Polydisciplinary Faculty, Safi,



كلية العلوم
السمالية - مراكش
FACULTÉ DES SCIENCES
SEMLALIA - MARRAKECH

Introduction

Chronobiology and the circadian rhythms of species represent a novel promising approach in pest management. The identification of daily temporary organizations may clarify our knowledge of species interactions and community functioning and provide essential data to understand the species control and their sustainable management. Circadian rhythms can provide more details on the schedule and prospect of encounters which could regulate a wide variety of behavioral and physiological activities in individual and population levels. Indeed, like the spatial overlap, temporal synchronization is fundamental to characterize the phenology of species, the appropriate time of target species, and the most appropriate time to act for the management of harmful species and populations. The effectiveness of pest control by natural enemies depends essentially on the ability of species to adjust their activity with the availability of their hosts. Our study focus on activity circadian rhythms of predatory ant *M. subopacum* and Ceratite mature larva below argan trees. The objective is the assess the circadian rhythm of ant foraging and Medfly larva emergence from host fruits during the fruiting season in Essaouira argan forest. Outcomes could provide essential data to improve the characterisation and the understanding of the temporal partitioning in *C. capitata* larvae emergence, the foraging activity of its predator *M. Subopacum* and their potential applications in behavioral manipulations to guide biocontrol methods and sustainable techniques of pests' management and protection of valued resources and agricultural systems.

Materiel & Methods

✓ **Study site:** our study was conducted under field conditions blow argan trees in Boutazarte site of Essaouira arganeraie (31.37 N, – 9.73 W).

✓ **Data collection:**

- *M. subopacum* foraging activity rhythm

M. subopacum foraging was monitored on three chosen colonies of ants for 2 consecutive days during 3 survey episodes during argan fruiting season on june 02, june 28, and july 22. In each nest, ant activity was quantified by computing forager ants leaving or entering

a quarter of a 100 cm diameter circle around the nest entrance. At every one-hour interval, we counted ant foragers for five minutes by a hand counter for 48 hours continuously.

- *Ceratite* larvae emergence rhythm

Argan fruits exposed to Medfly attack were collected from argan forest. Three mesh baskets with 2 kg of collected argan fruits equipped with holes sufficiently large to allow only the passage of the larvae that left the argan fruits were placed below trees. At every hour, the collected larvae were counted and eliminated. Data used to plot the circadian rhythm of larvae emergence were collected from 18 monitored tests (3 mesh baskets below trees (replications) x 3 monitoring episodes x 2 consecutive days).

- *Circadian rhythms key factors entrainment: light-dark (L/D), and temperature cycles*

Informations on daily photoperiode were obtained in the Boutazarte region during our monitoring episodes by using sunrise and sunset times which are often available on the website: <https://www.timeanddate.com/sun/@31.379104,-9.734573> (consulted on 2 October 2022).

All times are local time for the studied site and dates are based on the Gregorian calendar.

✓ **Data analysis:**

From raw data, the arithmetic mean of daily active ants was calculated per hour in a studied nest at the 3 monitoring episodes to plot circadian foraging activity of *M. subopacum* ants. Using this plot, prospective peak acrophase (circadian amplitude) and median activity hours can be identified associated with ambient temperatures and light/dark periods during the day. The same taske was done with obtained larva collected by hour during the day to plot circadian larva emergence curve of Medfly below argan trees.

Results & discussion

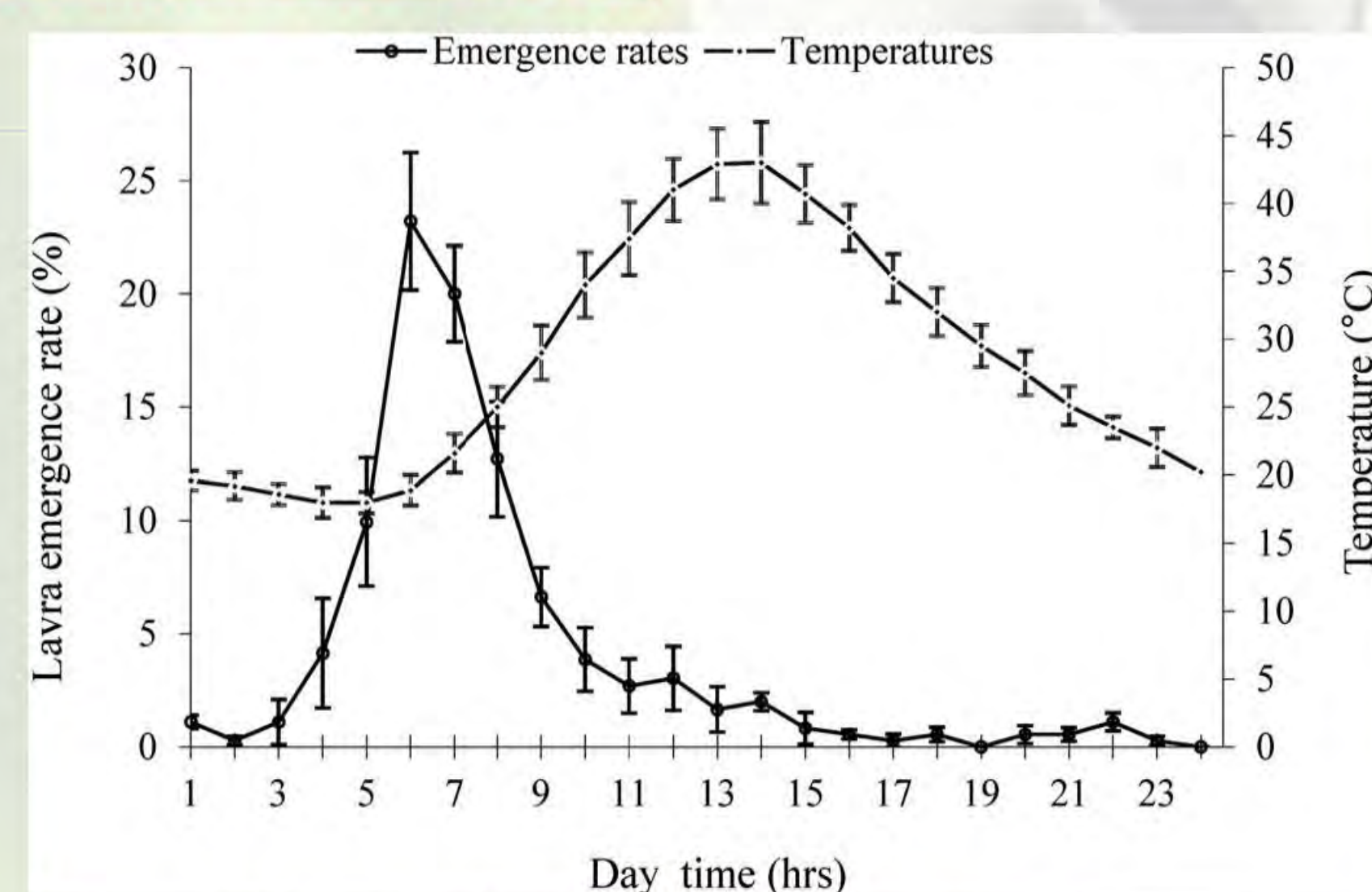


Figure 1 Circadian rhythm of *Ceratitis capitata* larvae emergence from argan fruit with ambient temperatures and natural lighting cycles under field conditions.

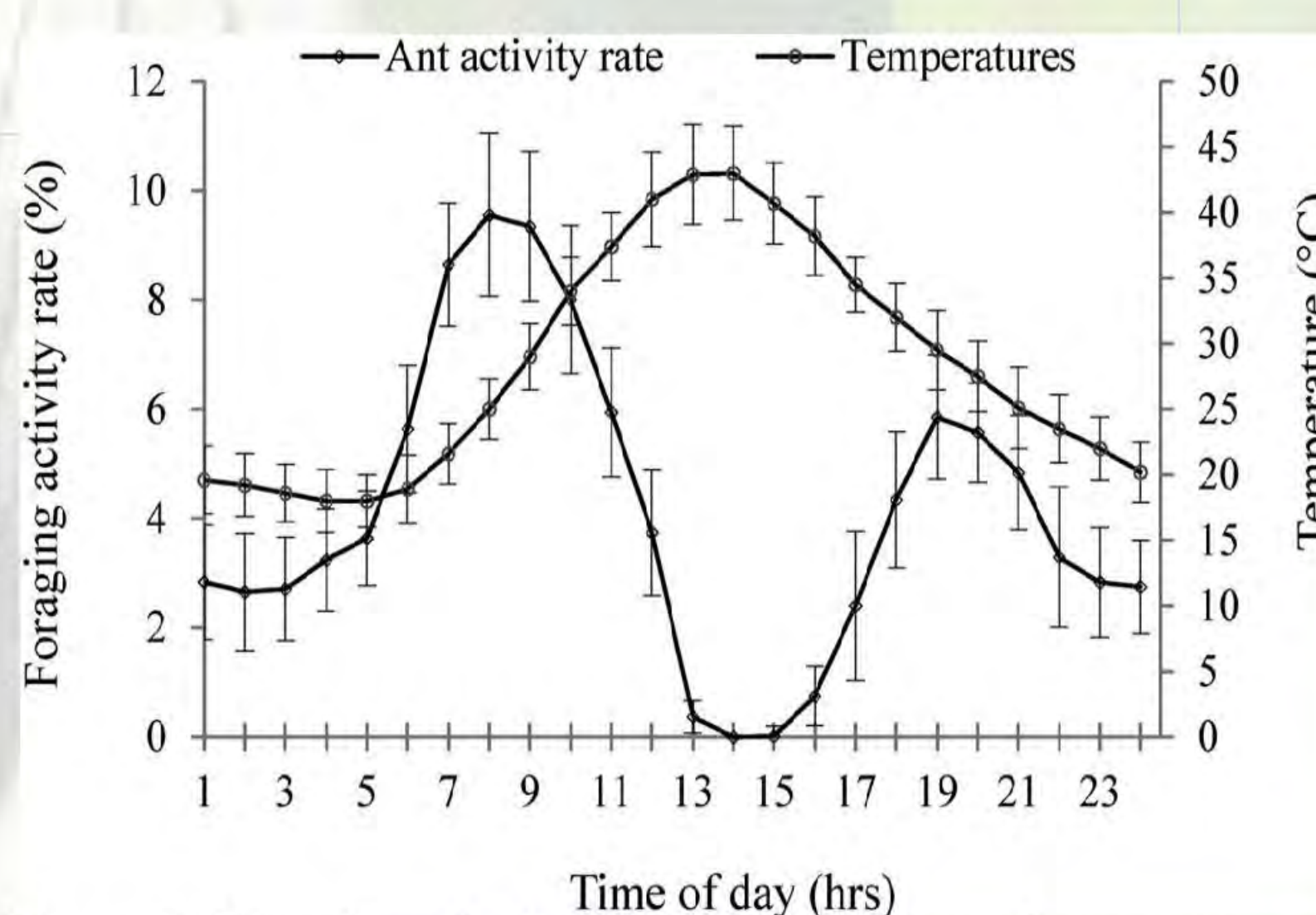


Figure 2. Circadian rhythm of *Monomorium subopacum* foraging under ambient temperatures, and natural lighting in field conditions below argan trees of Essaouira argan forest.

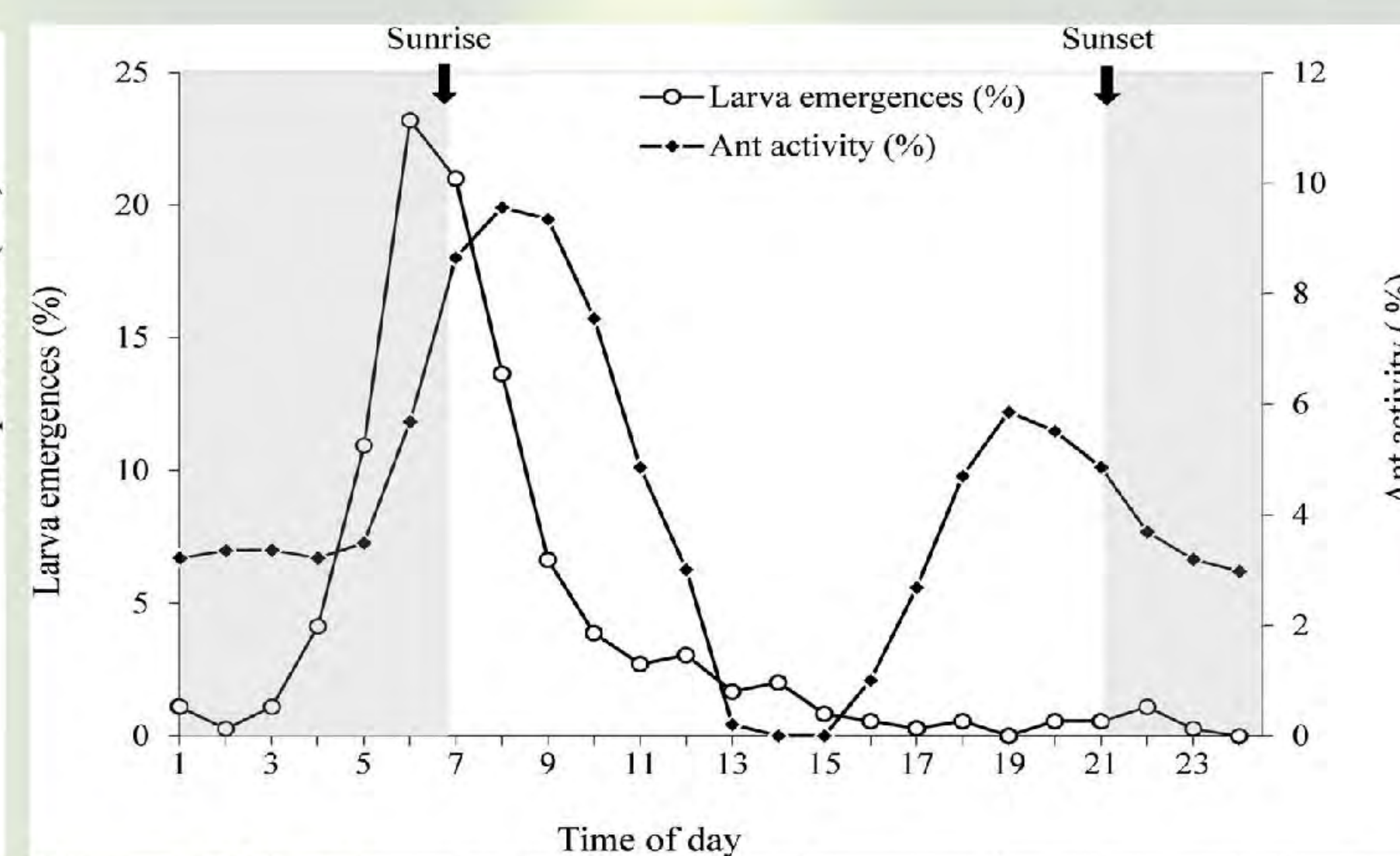


Figure 3. Circadian rhythms of *M. subopacum* foraging activity and the *C. capitata* larva emergence from argan fruit. Gray boxes correspond to night period and clair background represents the day period. The sunrise (6:39:31±7 mn 19s) and sunset (20:41:33±3mn).

- This study shows that
- *M. subopacum* Foraging and medfly larvae emergence are exhibited according to constant circadian rhythmicity
- Ceratite larva emergence from host fruits is exhibited according to the unimodal rhythm with a one morning peak (Larvae that do not have a chance to emerge during the morning phase of the day should wait for the same period of the next day).(Fig.1)
- Ant foraging rhythm is bimodal with an important morning peak and a secondary crepuscular peak.). (Fig.2)
- Comparison of the two species showed a clear synchronous peak of activity during the fruiting season (Fig. 3). The larvae emergence rhythm reaches its peak between 6 and 7 a.m., and the *M. subopacum* workers arrive at the foraging peak between 8 and 9 a.m. with an observed temporal shift of two hours (apparent shift because, after their exit from the host fruits, the emerged larvae spend more additional time (2hrs) to find a suitable pupation site it is the just needed time for worker ants reach their peak and to synchronize their presence with newly emerged larvae below host trees.

Conclusion

- Characterization of circadian rhythms of *M. subopacum* foraging and Ceratite larva emergence from host fruit provide essential data on temporal niches that govern the time of behavioral interactions and predict encounter schedules between Ceratite larva and predatory ant *M. subopacum*.
- Advances in our understanding of mechanisms that govern circadian behaviors and selective events that affect activity patterns as entrainment factors of pest species provide powerful tools in pest management.

Le Congrès International de l'Arganier -Agadir Mai 2024



WWW.CONGRESARGANIER.MA

Innovation en Agroforesterie : Valorisation de l'Arganier dans la Gestion de la Jachère et l'Optimisation des Rendements d'Orge

O. Elghalmi ¹, K. Samir ¹, M. EL Koudrim²

¹ Université Hassan II – Faculté des Sciences Ben M'Sick

² Centre Régional de la Recherche Agronomique de Settât

Introduction

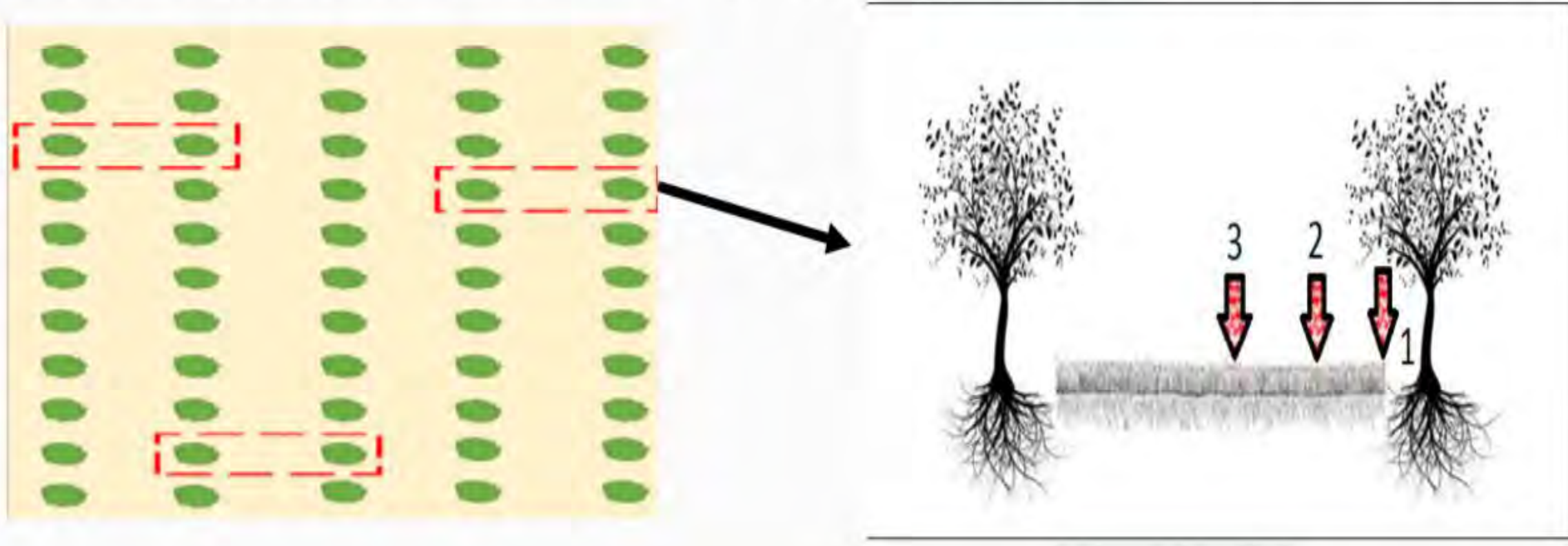
Les systèmes agroforestiers sont de plus en plus reconnus à l'échelle mondiale pour leurs rôles multifonctionnels dans l'amélioration de la biodiversité, de la santé des sols et de la productivité des cultures. Dans les régions arides et semi-arides, l'arganier (*Argania spinosa*) est une espèce emblématique qui illustre la synergie entre la gestion écologique et les pratiques agricoles. Cette étude présente l'impact significatif de l'arganier (*Argania spinosa*) sur la rotation des systèmes agroforestiers en jachère et lors de la culture subséquente de l'orge. En analysant les effets d'une parcelle d'agroforesterie et d'une parcelle témoin sans arbuste, nous avons évalué la phytomasse et la densité de la jachère ainsi que les rendements de l'orge durant la saison suivante. En présentant nos résultats, nous visons à mettre en évidence le potentiel de l'arganier en agroforesterie comme pratique agricole durable pour revitaliser les sols pendant les périodes de jachère, augmenter la production céréalière et soutenir la sécurité alimentaire et la résilience des écosystèmes.

Méthodologie

Notre recherche, conduite à la station de recherche de l'INRA à Settât, adopte une approche comparative, analysant la rotation de la jachère suivie de la culture de l'orge sur deux parcelles distinctes : l'une présentant l'arganier dans un système d'agroforesterie en allée et une parcelle témoin sans présence d'arbres. À travers une collecte et une analyse de données, nous explorons comment l'arganier influence l'accumulation de phytomasse et la densité pendant les périodes de jachère et le rendement de l'orge lors de la saison suivante.

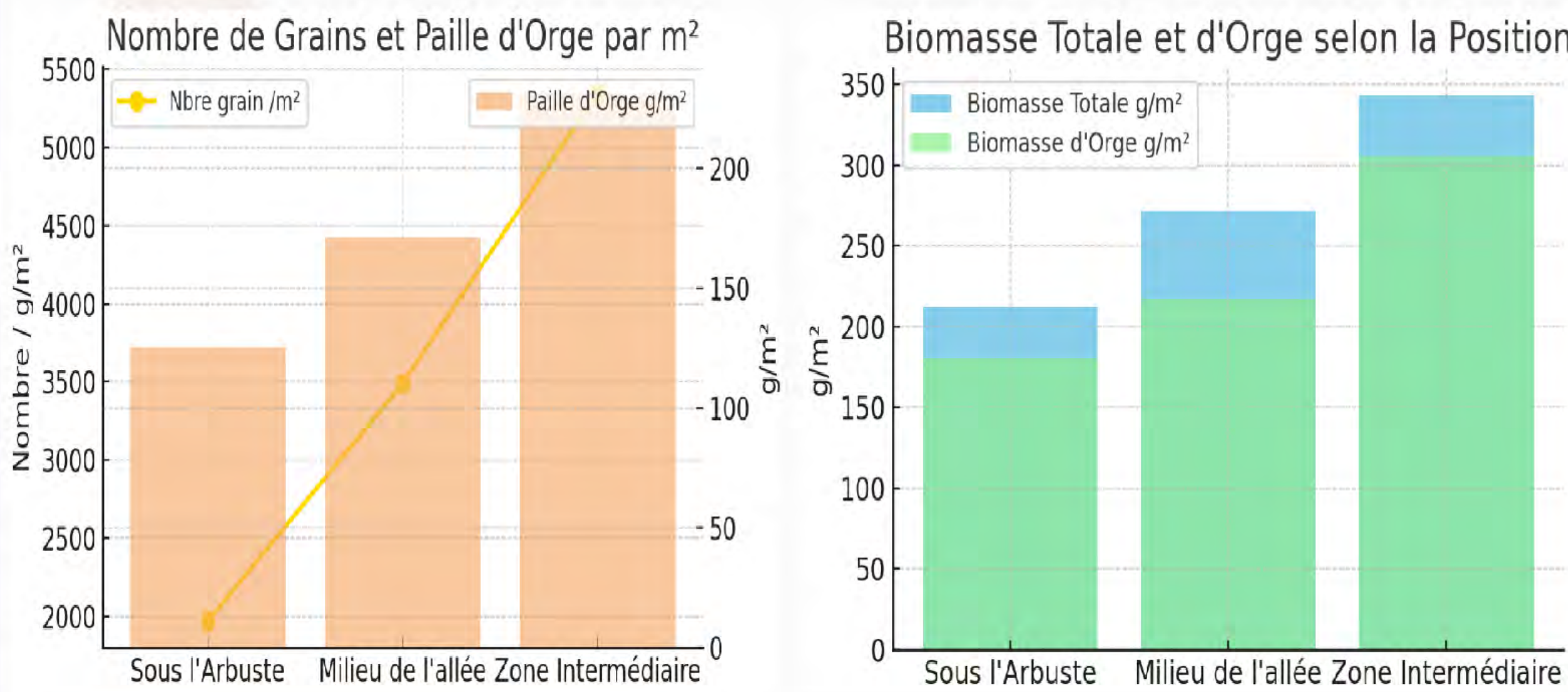
Les rendements ont été évalués à trois emplacements différents dans les parcelles : 1/ directement sous les arbres, 2/ entre les arbres et le centre, et 3/ au milieu de l'allée.

Figure 1.
Représentation schématique des prélèvements en fonction de la distance à l'arbre.



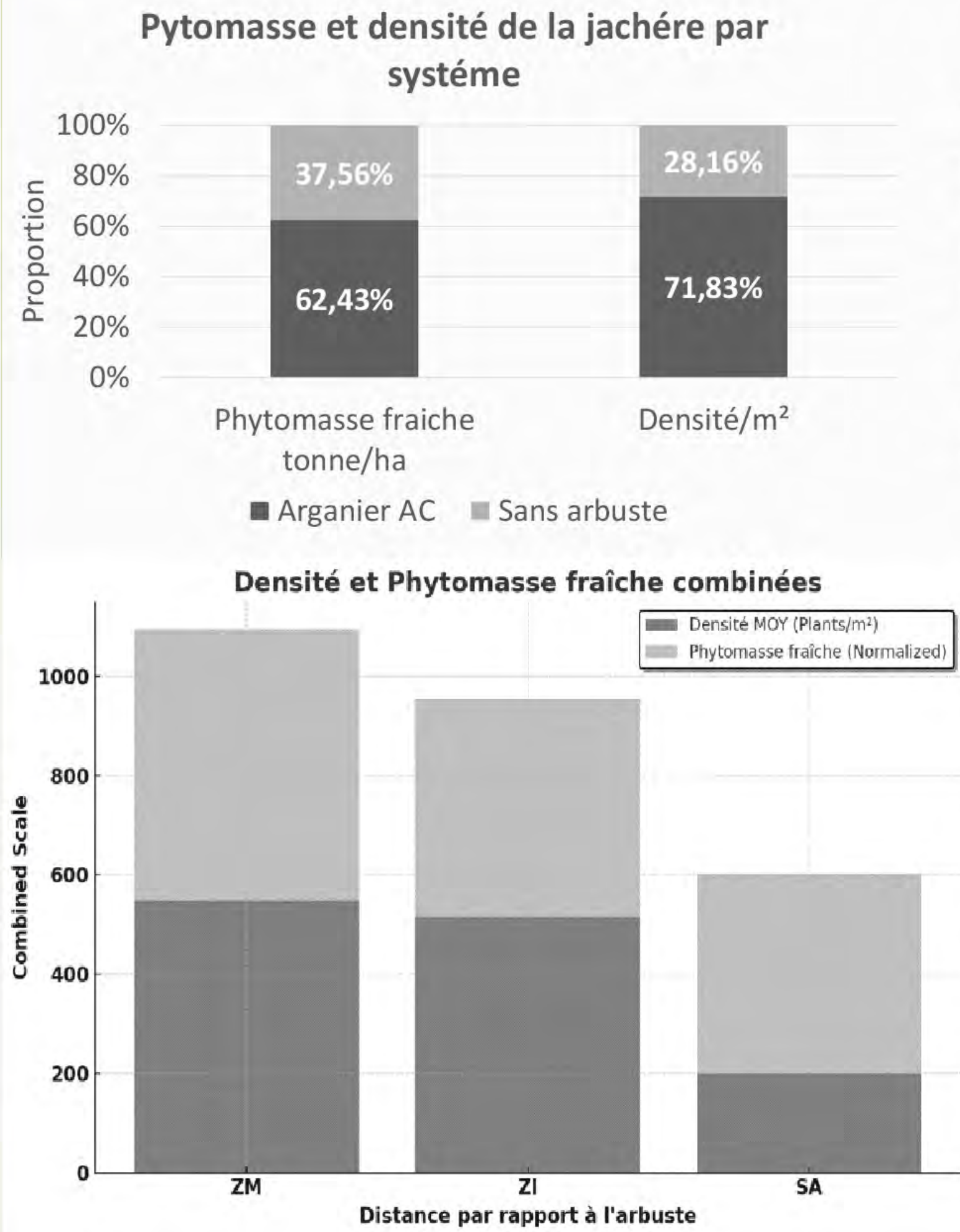
Rendement de l'orge avec et sans Arganier: l'intégration de l'Arganier dans un système d'agroforesterie peut améliorer le rendement global de l'orge.

- Un rendement plus élevé pour les parcelles avec Arganier par rapport à celles sans arbuste.
- L'effet bénéfique des Arganiers pourrait être attribué à divers facteurs tels que l'amélioration de la qualité du sol, la protection contre des facteurs abiotiques défavorables ce qui favorise une production agricole plus durable et plus productive.



Résultats

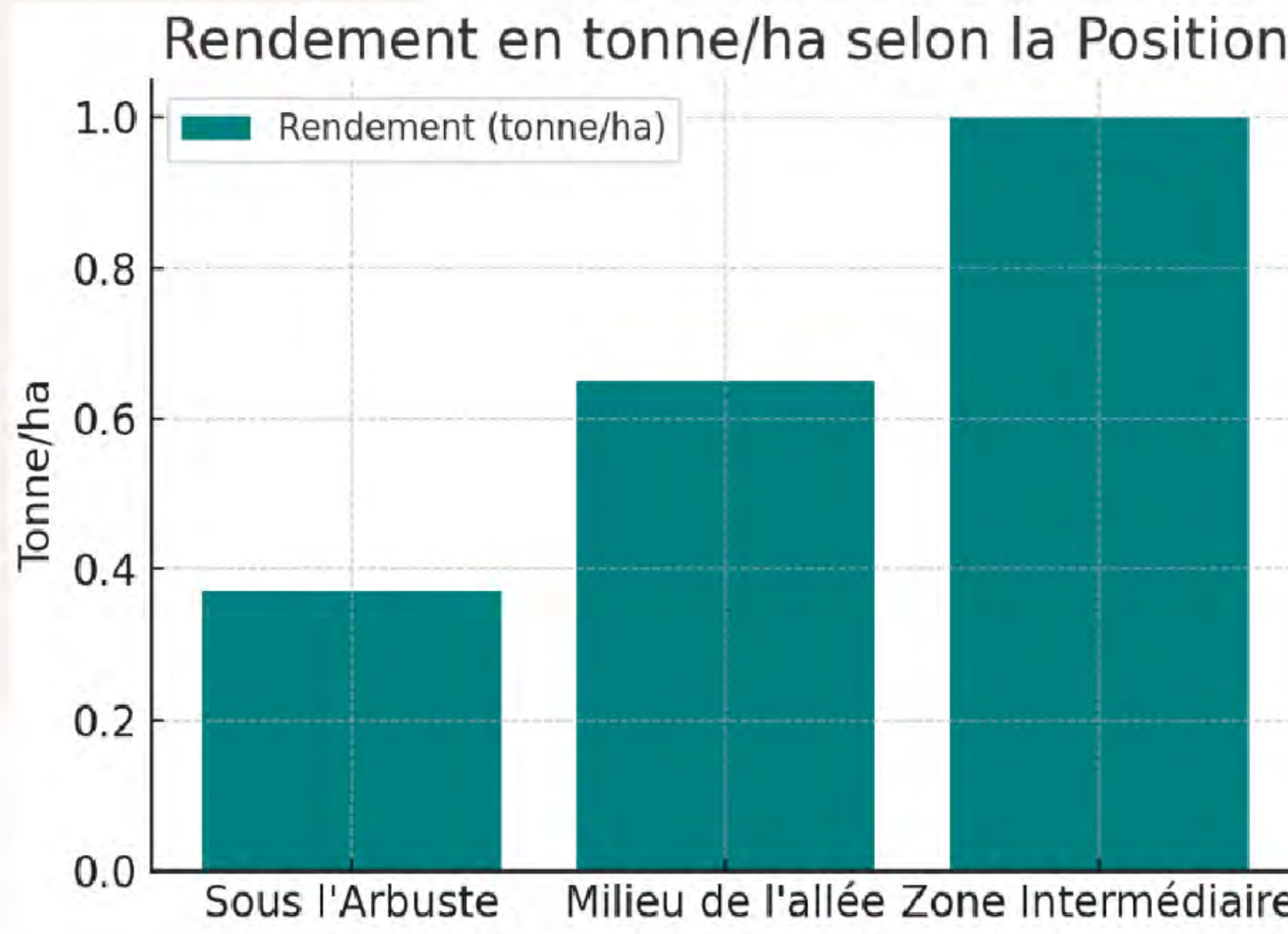
Effet d'Arganier sur la jachère



Productivité de la jachère avec et sans Arganier: l'intégration de l'Arganier en agroforesterie favorise non seulement une plus grande biomasse végétale de la jachère mais également une densité de plants plus élevée.

Distance par rapport à l'Arganier: Zone sous l'Arganier (SA) montrent des valeurs de phytomasse et de densité de plantes les plus faibles, tandis que ces valeurs augmentent en s'éloignant de l'arbre (ZI) et atteignent leur maximum au milieu de l'allée (ZM).

Rendement en tonne/ha selon la Position



Distance par rapport à l'Arganier: La distance par rapport à l'Arganier joue un rôle crucial dans la production de l'orge.

- La biomasse totale et celle spécifique à l'orge semblent augmenter avec la distance de l'arbre.
- le rendement en tonnes par hectare est nettement supérieur dans la ZI par rapport à celle directement sous l'arbuste.
- Le nombre de grains et la quantité de paille/m² augmentent également avec la distance de l'Arganier.

Conclusion

En conclusion, l'intégration de l'Arganier en agroforesterie est une stratégie prometteuse qui peut transformer à la fois les terres en jachère et les rendements des cultures céréalières. Les avantages observés sont multiples : amélioration de la qualité et de la productivité du sol, augmentation de la biodiversité, et renforcement de la durabilité des systèmes agricoles. Ces résultats encouragent la réflexion sur la planification spatiale et la gestion des arbres en agroforesterie, mettant en évidence la valeur de l'Arganier, non seulement pour ses produits mais aussi pour ses services écosystémiques, qui peuvent contribuer à une agriculture résiliente face aux défis environnementaux actuels.

Références

- Morugán-Coronado, A. et al (2020). The impact of intercropping, tillage and fertilizer type on soil and crop yield in fruit orchards under Mediterranean conditions: A meta-analysis of field studies. *Agricultural Systems*, 178, 102736. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102736>
- Nair, P. K. R. et al (2008). Agroforestry. In *Encyclopedia of Ecology* (p. 101-110). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08045405-4.00038-0>



L'Arganier à l'Épreuve du Changement Climatique

شجر الأركان في مواجهة التغير المناخي
Argan tree facing the challenge of climate change

٠٧٠.١.٧٤٨ | :٧١٧٧ | :١٧٤٧+

7^{ème}
édition

الصويرة
Essaouira

2024 ماي 12<10
10>12 Mai 2024

7ème édition du Congrès International de l'arganier, sous le thème :
"l'arganier à l'épreuve du changement climatique"

Statut mycorhizien d'une plantation d'arganier au niveau du site de Dar Chef (Province Ouezzane)

Zineb Sellal¹, Amina Ouazzani Touhami¹, Jamila Dahmani¹, Soumaya El Gabardi¹, Soukaina Maazouzi¹, Najoua Mouden¹, Nabil Zaara¹, El Alaoui
Moulay Abdelaziz¹, Mohamed Chliyh¹, Karima Selmaoui¹, Cherkaoui El Modafar², Allal Douira^{1,*}

¹ Laboratoire des Productions Végétales, Animales et Agro industrie, Equipe de Botanique, Biotechnologie et Protection des Plantes, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kénitra.

² Laboratoire de Biotechnologie, Valorisation et Protection des Agroressources, Faculté des Sciences et techniques Guéliz, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Morocco.

*Correspondance : douiraalla@hotmail.com;labobotanique@gmail.com



Résumé

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) vivent en symbiose avec les racines des plantes aidant celles-ci à absorber les nutriments nécessaires à leur croissance et développement. Au Maroc, plusieurs études ont été effectuées sur le statut mycorhizien de l'arganier du sud-ouest, peu d'études exhaustives réalisées sur l'arganier du nord-ouest, aucune étude n'a été réalisée sur les arganiers de Dar Chef, région de Ouezzane. Pour ce faire, la présente étude vise à déterminer le statut mycorhizien de l'arganier et les espèces végétales accompagnatrices : *Cupressus* sp. et *Chamaerops humilis*. L'étude réalisée a révélée la présence d'une large diversité de CMA dans la rhizosphère de ces trois espèces. Par ailleurs, la fréquence de mycorhization était relativement élevée allant jusqu'à 100% avec la formation de vésicules et d'arbuscules, des endophytes et des spores à l'intérieur des racines des plantes étudiées. L'examen des spores met en évidence 18 espèces, isolées à partir de la rhizosphère d'arganier, 15 espèces pour *Cupressus* sp., et 13 espèces isolées à partir de la rhizosphère de *Chamaerops humilis*. Les morphotypes des spores sont répartis en 9 genres : *Rhizophagus*, *Acualospora*, *Claroideoglossum*, *Glomus*, *Funneliformis*, *Scutellospora*, *Pacispora* et *Gigaspora*.

1. Introduction

Les champignons mycorhiziens arbusculaires sont des microorganismes multifonctionnels avec des myriades des avantages écosystémiques [1].

L'étude des CMA est importante car une meilleure compréhension de la biologie de ces organismes et de leurs interactions avec les divers organismes de la rhizosphère, pourraient permettre plusieurs avancées potentielles, non seulement en recherche fondamentale, mais aussi en recherche appliquée (biofertilisation) [2]. L'utilisation des mycorhizes indigènes du sol présente des avantages en termes d'acclimatation rapide et de restauration des écosystèmes, tels que leur bonne tolérance aux conditions locales et leur faible risque écologique [3].

De nombreuses recherches sont menées sur les endomycorhizes d'*Argania spinosa* se développant dans le sud-ouest du Maroc [4,5, 6, 7]. Cependant, peu d'études exhaustives ont été réalisées au Nord ouest du Maroc sur la diversité des CMA associés à l'arganier [8, 9]. Dans ce sens, le présent travail est une continuité des travaux précédents qui vise à évaluer le statut mycorhizien d'arganier du nord-ouest du Maroc (Ouezzane), ainsi que celui des espèces accompagnatrices : *Cupressus* et *Chamaerops humilis*. L'arganeraie de la zone d'étude a été observée pour la première fois au Maroc.

2. Matériel et méthodes

Site d'échantillonnage

Des échantillons de sol ont été collectés dans la rhizosphère des arganiers se développant dans la région de Dar Chef (Ouezzane) du Rif Occidental. L'arganeraie de cette station a été détectée pour la première fois (figure1). Les échantillons sont prélevés à raison de 2 kg de sol par arbre à une profondeur de 0 à 20 cm, et un échantillon composite de sol est prélevé. Des racines très fines plus susceptibles d'être mycorhizées et plus facilement observables au microscope sont récoltées en même temps que le sol. Les échantillons de sol et des racines des espèces accompagnatrices de l'arganier (*Cupressus* et *Chamaerops humilis*) ont été prélevés également (Figure 2)



Figure 1 : Arganeraie de reboisement de Dar Chef , région de Ouezzane, Nord-ouest du Maroc



Figure 2 : Espèces de plantes accompagnatrices des arganiers de Dar Chef , région de Ouezzane, Nord-ouest du Maroc : *Chamaerops humilis*, *Cupressus* sp. et *Pinus* sp.

Mise en évidence et estimation de l'infection endomycorhizienne :

La mise en évidence de l'infection endomycorhizienne a été réalisée par la coloration des racines fines des plants selon la méthode de Phillips et Hayman [10]. L'évaluation de l'infection racinaire est estimée par le calcul de la fréquence et de l'intensité selon la méthode de Trouvelot et al. [11].

Extraction des spores :

Les spores ont été extraites suivant la méthode de tamisage humide décrite par Gerdemann et Nicolson [12].

Analyse statistique:

Le traitement statistique des résultats obtenus a porté sur l'analyse de la variance à un seul critère de classification (ANOVA) et le test PPDS au seuil de 5%

3. Résultats

Tableau 1. Paramètres de mycorhization des racines des plantes d'Arganier, *Cupressus* sp., et *Chamaerops humilis*

	F%	M%	A%	V%	S%
<i>Argania spinosa</i>	100 ^a	30 ^b	18,81 ^a	11,2 ^a	45,6 ^a
<i>Cupressus</i> sp.	96 ^b	30,5 ^b	19,52 ^a	0 ^b	43,7 ^a
<i>Chamaerops humilis</i>	92 ^b	36 ^a	14,74 ^b	12,36 ^a	35,7 ^b

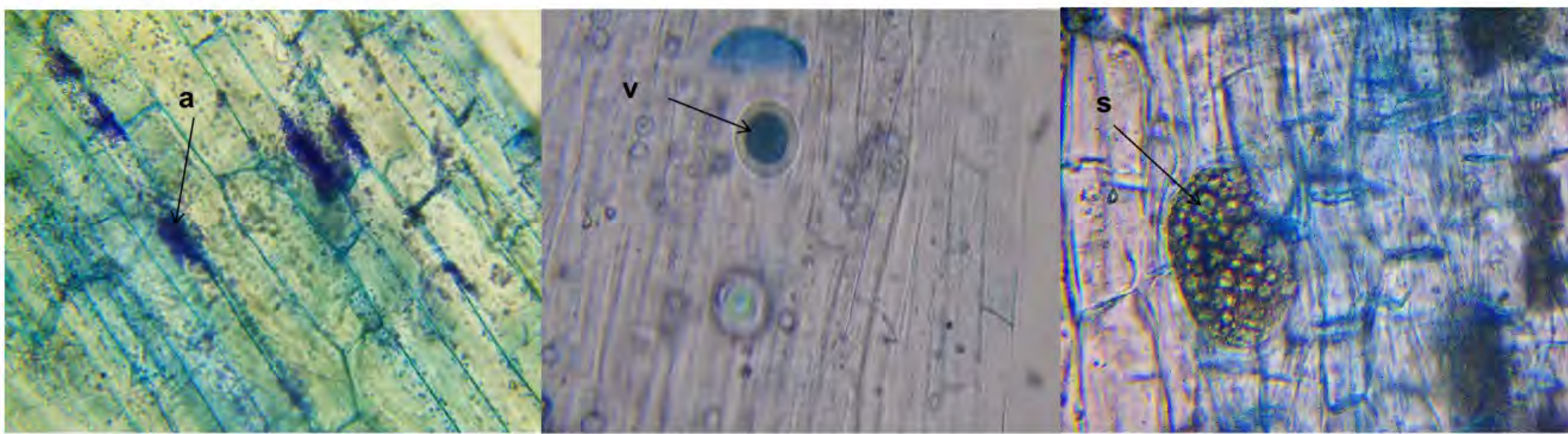


Figure 3: Différentes structures des champignons endomycorhiziens observées chez les racines de *Chamaerops*: arbuscules (a), vésicule (v), spore intra radulaire (s), (G×400).

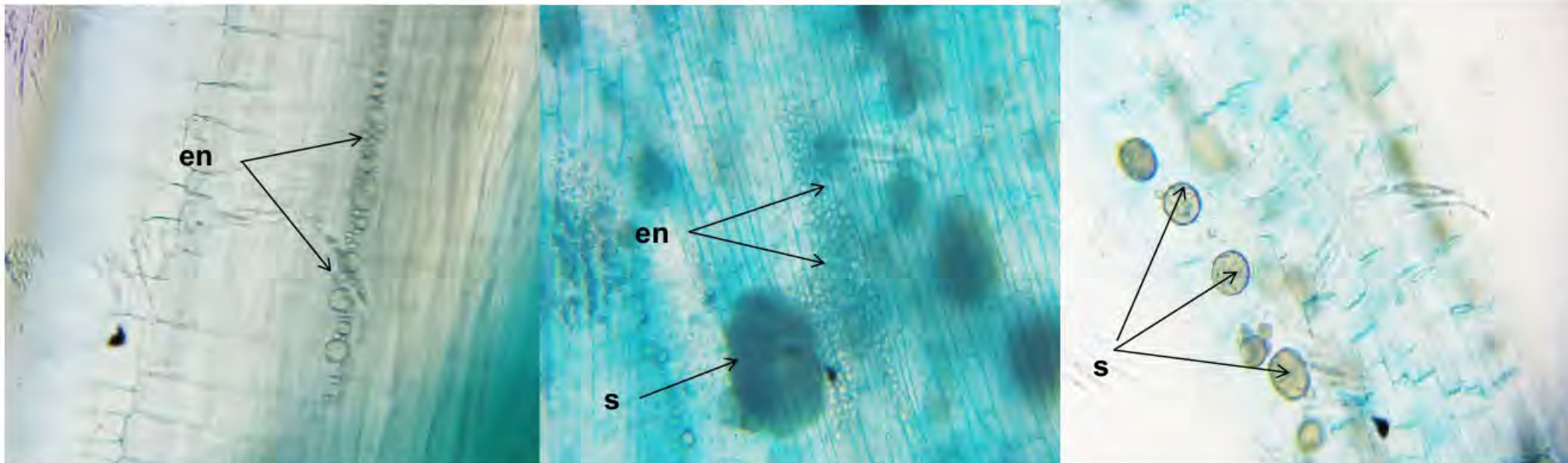


Figure 4 : Différentes structures des champignons endomycorhiziens observées chez les racines de *Cupressus* sp : arbuscules (a), endophyte (en), spore intraradulaire (s), hyphes intracellulaires (h) (G×400).

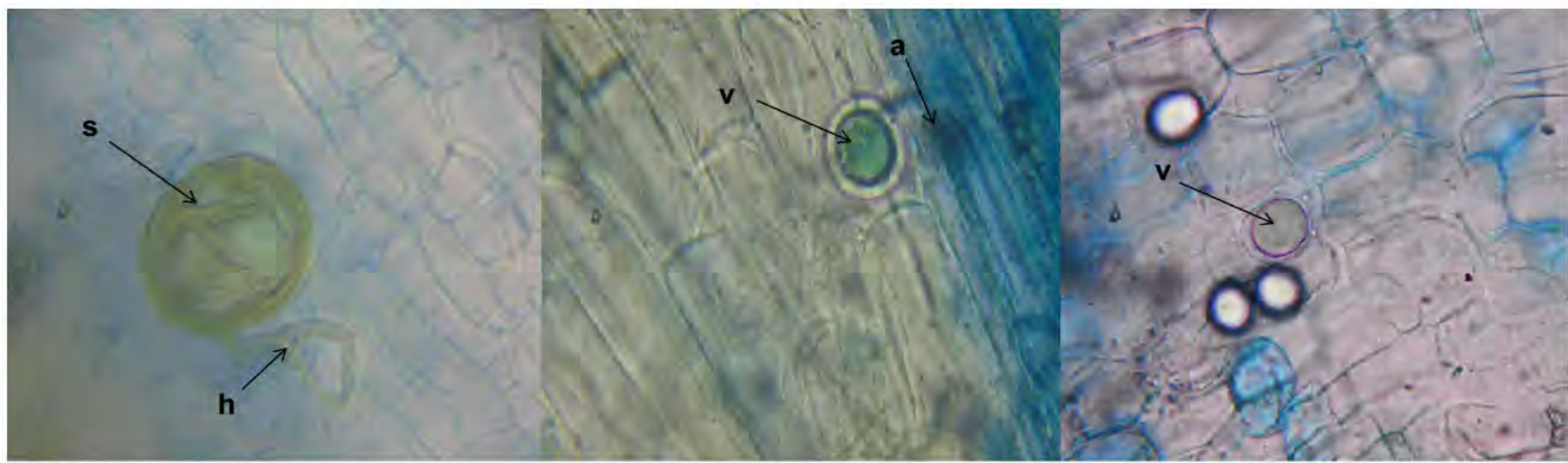


Figure 5 : Différentes structures des champignons endomycorhiziens observées chez les racines d'Arganier : arbuscules (a), vésicule (v), spore intraradulaire (s), hyphes intracellulaires (h) (G×400).

- Au total 18 espèces ont été identifiées à partir des sols rhizosphériques d'arganier . Pour les sols rhizosphériques de *Cupressus* sp. 15 espèces ont été isolées : Treize (13) espèces ont été isolées à partir des sols rhizosphériques de *Chamaerops humilis*:

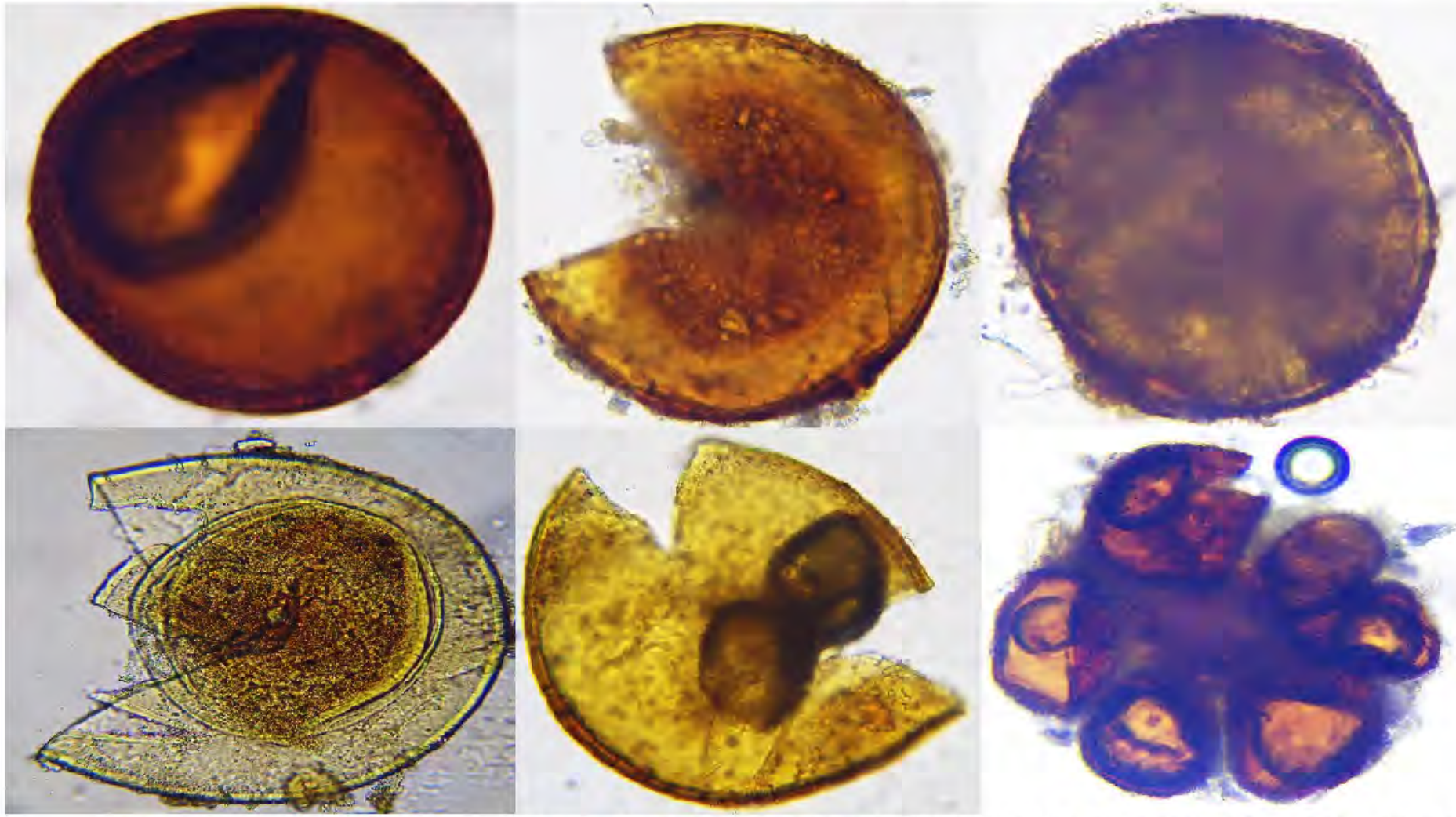


Figure 6: Structures morphologiques des spores de CMA isolées à partir des sols rhizosphériques d'*Argania spinosa* observées au microscope optique

4. Conclusion

- Cette étude visait à évaluer le statut mycorhizien arbusculaire des arganiers et les plantes accompagnatrices de la région de Dar Chef, région d'Ouezzane (Maroc). La présence de l'arganier dans cette région a été signalée pour la première fois. Cette étude a révélé la présence d'une large diversité de CMA dans les sols rhizosphériques d'arganier, de *Cupressus* sp. et de *Chamaerops humilis*. Par ailleurs, la fréquence de mycorhization était relativement élevée avec la formation de vésicules et d'arbuscules, des endophytes et des spores à l'intérieur des racines. Les spores des CMA pourraient être isolées et multipliées pour constituer un inoculum indigène qui serait utilisé pour la production des plants vigoureux capables une fois transférés dans la nature de s'adapter aux différentes contraintes biotiques et abiotiques.

Références bibliographiques

- BA Fortin J.A.; Planchette C., Piché Y.: les mycorhizes L'essor de la nouvelle révolution verte, Ed. Multi Monde Quae , Québec. 2016 ; p186
- Rivaton, D.: Étude des champignons mycorhiziens arbusculaires des sols en systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage : application à la nutrition phosphatée. Sciences du Vivant , 2016.
- Bossou, L-DR.; Houngrandan, H.B., Adandonon, A., Zoundji, C., Houngrandan, P. Diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires associés à la culture du maïs (*Zea mays* L.) au Bénin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 2019 ; 13(2):597-609.
- Nouaim, R.; Chausod, R. Rôle des mycorhizes dans l'alimentation hydrique des plantes, notamment des ligneux en zones arides. Options Méditerranéennes. 1996; 20: 9–26.
- El-Mrabet, S.; Ouhmane, L., Mousatik, A., Msanda, F., Abbas, Y: The effectiveness of arbuscular mycorrhizal inoculation and bio-compost addition for enhancing reforestation with *Argania spinosa* in Morocco. Open J Forest. 2014 ; 4(1):14.
- Sellal, Z.; Touhami, A.O., Chliyh, M., Dahmani, J., Benkirane, R., Douira, A. Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of *Argania spinosa* (L.) Skeels in Morocco. Int J Pure. 2016.
- Sellal, Z.; Ouazzani Touhami, A., Mouden, N., Ouaraqi, El. M., Selmaoui, K., Dahmani, J., Benkirane, R., El Modafar, C.H., Douira, A., Effect of an endomycorrhizal inoculum on the growth of Argan tree. IJEAB, 2017; 2(2):928–939
- Maazouzi, S.; Aoujad, J., Selmaoui K., El Gabardi, S., Arlab M., Elanry, S., Ouajdi, M., Bellaka, M., Kerdouh, B., Ouazzani Touhami, A., Benkirane, R., and Douira, A. Mycorrhizal status and mycorrhizal colonization potential of Rhizospheric soils around introduced and natural Argan trees in Northwest Morocco. Tree Planters' Notes. 2022;34(1):62-71.
- Ganoudi, M.; Ouallal, I.; El Mekkaoui, A.; Mounir, M.; Ibriz, M.; Iraqi, D. Diversity of Endomycorrhizal Fungi in Argan Forest Stands: Implications for the Success of Reforestation Programs. Forests 2023, 14, 1649.
- Phillips, J. M.; Hayman, D. S.: Improved procedures for clearing and staining parasitic and arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, Volume, 1970 ; 55: 18-29.
- Trouvelot, A.; Kough, J.L., Giananazzi-pearson, V. Mesure du taux de mycorhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: physiology and genetics aspects of mycorrhizae. (Eds), 1st ESM, INRA Press, Paris, 1986. 217-221.
- Gerdemann J.W.; Nicolson T.H., Spores of Mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 1963; 46: 235-244.

Evaluation de la vulnérabilité et des impacts du changement climatique sur la Réserve de Biosphère de l'Arganeraie

Youssef dallahi ^{1*}et Youssef Boussalim ¹

¹ Faculté des Sciences, Université Mohammed V de Rabat
* Correspondance : youssef.dallahi@fsr.um5.ac.ma ;

OBJECTIFS

Les aléas climatiques associés aux facteurs anthropiques sont largement affectés l'Arganeraie marocaine. Ce travail vise à évaluer la vulnérabilité et les impacts du changement climatique conformément à la méthodologie du 6ème rapport du GIEC qui offrent des outils pertinents pour mieux comprendre les relations de cause à effet et de proposer des mesures d'adaptations pertinentes et adéquates pour assurer la durabilité de cet écosystème.

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Dans l'objectif d'évaluer la vulnérabilité et les impacts du changement climatique sur la Réserve de Biosphère de l'Arganeraie, la méthodologie du 6ème rapport du GIEC concernant la vulnérabilité et les impacts du changement climatique a été suivie. Cette méthodologie repose sur :

- ❖ La collecte de données provenant de diverses sources, y compris des indices spectraux calculés par des images satellitaires, des modèles climatiques et des bases de données mondiales sur les impacts climatiques ;
- ❖ L'évaluation des aléas climatiques et non climatiques, des risques et de la vulnérabilité en se référant aux données collectées ;
- ❖ La réalisation de la chaîne d'impact : cette chaîne a été conçue en tenant compte de multiples risques et impacts clés sur l'Arganeraie, ainsi que les impacts en cascade d'un sous-système à un autre.

RESULTATS

Les aléas climatiques :

- L'analyse de l'évolution des paramètres climatiques durant les 10 dernières années a révélé une tendance à la baisse des précipitations avec des fluctuations importantes (Figure 1), ainsi qu'une augmentation des températures et des périodes de sécheresse.
- Les projections futures des précipitations et de la température selon les scénarios SSP2 4.5 (optimiste) et SSP5 8.5 (pisimiste) de la RBA montrent une tendance vers l'augmentation des températures moyennes et une diminution des précipitations au cours des prochaines décennies (Figure 2 et 3).

Les aléas non climatiques :

- Les principaux aléas non climatiques, qui vient pour amplifier la dégradation de l'Arganeraie de la RBA sont : les relèvements excessifs du bois et défrichements, le surpâturage, le labour et le développement des cultures.

Analyse des impacts du changement climatique

Les principaux impacts du changement climatique sur l'Arganeraie de la RBA sont :

- Dépérissements des peuplements* : le déficit hydrique conjugué à des actions anthropiques a affaibli l'écosystème à *Argania spinosa* qui est devenue plus sensible aux maladies et aux agents pathogènes, ce qui a favorisé l'apparition de plusieurs dépérissements;
- Réduction du couvert végétal et déforestation* : l'analyse de l'évolution du NDVI moyen des de la végétation de la RBA montre une tendance vers la régression, notamment au cours des trois dernières années (Figure 4);
- Accentuation de la désertification et appauvrissement et perte de la biodiversité*

REFERENCES

Bougrine, M., Gajo M., Wauthélet, M., 1993. Etude bois-énergie dans la région du Souss-Massa, Analyses et perspectives. GTZ /CDER Programme Spécial Energie Maroc (PN 86.2298.7) ORMVA/SM Volet Biogaz, Agadir.

Bouzemouri B., 2007. Problématique de conservation et du développement de l'arganeraie. Colloque international, 27-28 Avril, rabat.

El Aboudi A, (1990). Typologie des agraneraies inframediterraneennes et ecophysiologie de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) dans le Sous (Maroc). Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier Grenoble I, 123 p.

CONCLUSIONS

L'analyse de la vulnérabilité et des impacts du changement climatique sur l'écosystème à *Argania spinosa* et le développement des mesures d'adaptations pour améliorer sa résilience s'avèrent nécessaires. Une telle étude est précieuse pour mettre en place des indicateurs de suivi qui vont orienter la gestion à court et à long terme afin de préserver cet écosystème.



Impact of urbanization, agriculture and climate change on the Argan Biosphere Reserve (ABR) in the Souss plain (SW-Morocco)

Hamza El Ghazali¹, Salma Daoud², Noureddine Benoada Tlemçani¹ and My Cherif Harrouni¹

1 Department of Landscape Architecture & Environment, Hassan 2nd Institute of Agronomy and Veterinary Medicine, Agadir and Rabat, Morocco

2 Department of Biology, Ibn Zohr university, Agadir, Morocco

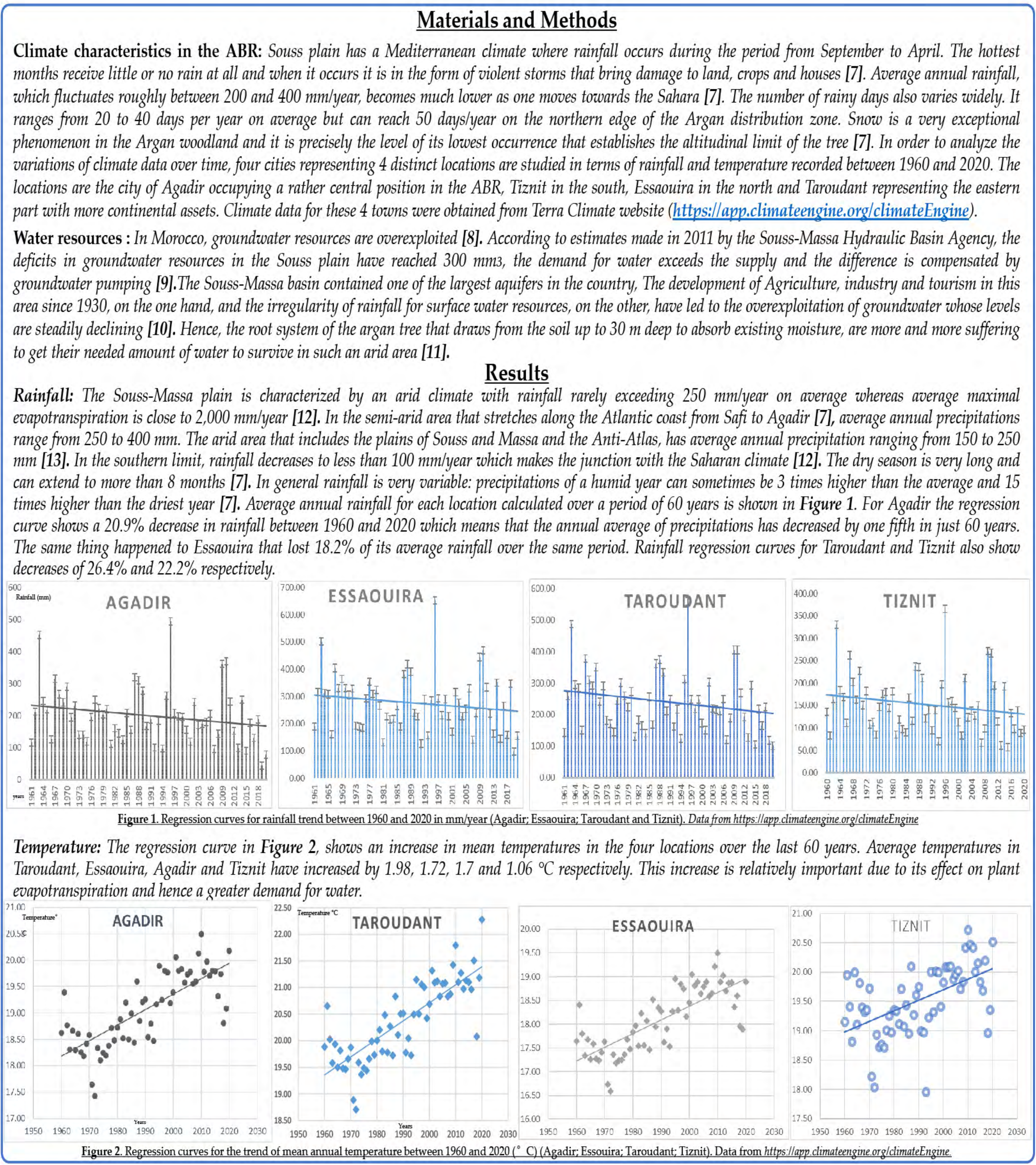
Abstract

This paper explores the effect of climate change on the regression of the Argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels) woodland, focusing on the Argan Biosphere Reserve (ABR) and especially in the Souss plain. Rainfall and temperature data of four sites within the Argan Biosphere Reserve were analyzed over the last 60 years to assess any climatic change. Regression curves applied to the dataset showed an important decrease in rainfall (18 to 26 %) in the four locations as well as an increase in temperature (1 to 2 °C). These changes may have a detrimental effect on the Argan woodland although human factors have been reported to be the main factor of its regression. It can therefore be concluded that the reduction in rainfall and the increase in temperature should now be considered as factors of Argan woodland regression.

Introduction

The ABR is an area stretching from Essaouira in the north to Sidi Ifni in the south along the Atlantic coast and eastwards at the connection between the High and the Anti-Atlas Mountains. It occupies an area of nearly 25,000 km², comprising other forest species in addition to the Argan [1]. This woodland is inhabited by a population estimated at more than 3 million people. This population has tripled in the last fifty years and has become highly urbanized (50% urban) [2].

The Argan tree is endemic to Morocco and particularly suitable for the region thanks to its deep root system and its great resistance to heat (up to 50°C in summer) [3]. It is considered to be the last survivor of the tropical sapotaceae family, a species that spread to Morocco during the tertiary geological era in a warm and more humid climate, thus constituting a relic tree [4]. This paper focuses on the analysis of climatic data to reveal any changes on a 60 years historical scale and envisage its contribution to the regression of Argan woodland. A study conducted over a 20-years period by diachronic analyses of aerial photographs showed a decline of ca 600 ha/year for the Admine forest that spans on 22,000 ha in the Souss plain close to Agadir [5]. The recognition of the Argan woodland as a Biosphere Reserve was pronounced by UNESCO in December 1998 and underwent 2 decennial reports in 2008 and 2018 with specific recommendations for each report [6]. Yet this natural heritage continues to be under threat due to anthropogenic pressure, recently accentuated by the effects of climate change [3].



Conclusion

The decline of one third of the Argan woodland since the beginning of the 20th century is frequently cited [3]. The main reason for this decline is the expansion of urbanization and intensive agriculture (mainly for export) in the Souss plain [5]. In fact, the landscape of the Souss valley has changed and its natural capital has consequently been degraded [15]. 50% of Argan woodland have been removed, 50% of underground water stock have been depleted and the Souss river has been modified [14]. In conclusion, it can be noted that although the Argan tree is a species resistant to drought and lack of water since it digs to enormous depths (30 m deep) to look for water, it is now very likely that its roots are no longer adapted to the changes that affect the region; these changes observed over the last 60 years: the increase of 1 to 2 degrees Celsius in temperatures (set as well as a target in order to save the planet for the next 30 years according to [16]) and the decrease of 20% of precipitation on average, make this endemic resource subject to flagrant pressures embodied by the scarcity of water, decline in the water table levels, overheating (forest fires), overgrazing, fruit exploitation for its beneficial oils and the global warming could be among other factors that limit spontaneous regeneration of argan trees and had negatively affected the ABR, in terms of density and covered area [5].

References

- Mkhiti O, Benayou M, Bencherkouf F, El Yousfi M and Benkassam M (1998) The Argan tree A multi-purpose fruit-bearing species. *Food* (339) p. 18. 1. Centre 22. ISBN 2-509-048-4-97-72. (p. 188). Moutagne, Belgique.
- Gazin D. & Simard R. (2016) Endogenous forest management and the functional shaping of rural forests in Southern Morocco: implications for shared forest management options. *Springer Science+Business Media, LLC*. *DOI* 10.1007/978-94-017-811-85.
- Aucala L. & Michon G. (2009) Le littoral méditerranéen entre deux paradigmes: étude comparée des constructions politiques de l'argenterie marocaine et de la chalcidienne Corse. *Revue Forestière Méditerranéenne*.
- Pollat J. F. (1982) La végétation du bassin versant de l'oued Sous (Maroc). PhD Thesis, University of Science, Grenoble. p. 201.
- Saïni C, Moussa F, Quen M and Sali M. (2017) Analyse de la vulnérabilité de l'argenterie face aux facteurs de désertification au sud du Maroc. *Actes de la conférence de l'argenterie*.
- Halidi R. (2007) Dynamique socio-économique dans la Région de Biosphère Argenterie (BBA). *Colloque International* • 27-28 Avril 2007 • Rabat.
- Aldous C.E. & El Aich A. (2007) Stress assessment of Argan (*Argania spinosa* (L.) Skeels) in response to land uses across an acidity gradient: transatlantic asymmetry and branch fractal dimension. *Journal of Arid Environments*, 61 Apr 2006, 720-738-345.
- AFD. (2012) Gestion de la demande en eau dans le bassin méditerranéen - Cas d'étude du Souss-Massa. Agence française de développement.
- Bouadi A. et al. (2017) Les changements territoriaux dans l'argenterie et leur impact sur la dynamique des peuplements forestiers : Cas de la forêt de Mogador. *Actes Du 10ème Congrès International De L'argenterie* 2017.
- Baron A. & El Aich A. (1994) Water resources and hydro-agricultural equipment in the Souss Massa area. *Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes* 2012.
- Mkhiti M. (2002) Le peuplement de l'argenterie. Un challenge pour la multiplication croisée. *Bulletin mensuel d'information et de liaison de l'INRA* (Programme National de l'Institut de Technologie en Agriculture, Rabat) 2002, 95-104.
- Aouach M. (2012) Dynamique du « paysage-argenterie » dans le sud-ouest marocain. *Appréhension des données de télédétection et perspectives de la télédétection dans un SIG*. Université Paris Sorbonne-Paris IV. Ecole Doctorale De Géographie De Paris I.E.R. De Géographie Et D'aménagement Urbain E.I.S.S. Espace Nature Et Culture (C.N.R.S.).
- El Walidi F. (2013) Dynamiques des dégradations de l'argenterie et modification spatiale de l'évolution forestière : Scénarios d'aménagement pour une gouvernance locale. PhD Thesis, Université Catholique De Louvain Earth and Life Institute (<https://tel.uclouvain.be/>)
- Benayou M. & Bencherkouf F. (2010) L'eau dans la Région de Souss: Caractéristiques et répartition des systèmes paysans. *Nouvelles Environnement, Aménagement, Société* 234-238-2009 (<https://www.researchgate.net/publication/312711123>)
- FERRAÏOUS A., BANI-AMMEUR F. and DUPUIS F. (1994) Statistical climate, phenology and fruiting of the Argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels). *Actes Inst. Agron. Vitis* (Maroc) 1994, Vol. 17 (1): 51-60.
- Meinshausen M., Meinshausen N., Hare W., Waple S.C.B., Frieder K., Knutti R., Frum D.J. and Allen M.R. (2009) Greenhouse-gas emissions targets for limiting global warming to 2°C. *NATURE LETTERS*. Vol 458 | doi:10.1038/nature08017.

You can read the entire article by scanning the QR code and downloading it.





Option de système de culture des plantes aromatiques et médicinales associées à l’arganier pour l’amélioration de la productivité des terres dégradées et la résilience des arganeraies

Youssef Karra ¹, Abdelghani Tahiri ¹ Fouad Elame ² and, Abdelaziz Mimouni ¹

¹ Unité de Recherche Ressources Naturelles et Produits de Terroir, INRA/Centre Régional de la Recherche Agronomique d’Agadir
² Unité de Recherche Production Intégrée des Cultures, INRA/Centre Régional de la Recherche Agronomique d’Agadir

Introduire la Pratique des plantes aromatiques et médicinales (PAM) associées → un choix cultural intéressant pour la durabilité du système de de production de l’arganier cultivé.

- Intérêt agroéconomique : cette option offre une récolte supplémentaire et une exploitation ainsi efficiente de l’espace et de l’assolement (rentabilité et exploitation optimale des terres).
- Intérêt agroécologique : ce modèle de production est proposé comme moyen de résilience et de valorisation des environnements dégradés dans les périmètres étudiés, relevant du projet DARED : couvert végétal cultivé et exploité, couverture et conservation du sol.

Objectif: Cette étude de ce système de culture arganier/PAM associées vise à évaluer l’adaptation de quelques espèces de PAM en intercalaire avec l’arganier et démontrer la conduite convenable des PAM cultivées avec l’arganier.

Méthodologie

Préparation et entretien des plants de PAM (étape de la pépinière et serre d’acclimatation)
Transplantation dans les périmètres de Rasmoka et Tamjlojt → Itinéraire technique d’installation et de mise en culture des trois espèces de PAM, le thym, la lavande et l’armoise (Préparation du sol et des trous de plantation, pré-irrigation, amendement organique (Apport de compost), transplantation et entretien des plants...)



(*) Installation de la culture des PAM cultivées en intercalaire dans les périmètres d’Arganiculture relevant du projet (Irrigation de surface)

(**) Site du domaine expérimental Melk Zhar : Plants ont été transplantés en intercalaire des arbres d’arganier adulte déjà en place (environ 5 ans d’âge). Irrigation localisée en place (en goutte à goutte). Culture et conduite en goutte à goutte des PAM associées à l’arganier (Melk Zhar).

Résultats

Adaptation des PAM : taux de réussite de transplantation et mise en place du peuplement en nombre de plants de la lavande, du thym et de l’armoise
Dans les périmètres étudiés Rasmoka et Tamjlojt, les plants ont exprimé des difficultés pour l’adaptation et la réussite de la transplantation. Le suivi du peuplement était régulier et a concerné le contrôle de l’état de végétation chaque semaine au moment de l’apport des irrigations. Deux mois après la mise en place des PAM, les taux de réussite observés ont été faible, le nombre des plants de l’armoise se sont réduits par 2/3 ce qui a laissé une réussite seulement d’environ 30 à 35%. Pour les plants de la lavande, c’était encore plus faible avec des taux de réussite dans les 20%. Quant aux plants du thym, il s’est avéré que les conditions du milieu et les irrigations pratiquées dans les deux périmètres Rasmoka et Tamjlojt n’ont pas permit l’adaptation et la reprise de végétation pour cette espèce. En revanche, les expérimentations reconduites au niveau du DEMZ ont montré une adaptation satisfaisante et une réponse parfaite à l’irrigation localisée. Les taux de réussite ont été supérieures à 90% voire 100% pour l’armoise.

Effet de la conduite de l’irrigation des PAM sur la reprise végétative des plants de la lavande, du thym et de l’armoise
Sur le plan comparatif des similitudes des conditions climatiques des sites expérimentaux, on peut dire que vue la proximité de ces régions, la différence observée au niveau de l’adaptation des PAM cultivées pourra être liée directement au mode de l’irrigation adopté ainsi que la possibilité et la faisabilité des irrigations fréquentes, le goutte à goutte permet des apports d’eau régulièrement avec un contrôle convenable des fréquences des arrosages par rapport à l’irrigation de surface pratiquée manuellement sur place. Les plants des PAM sur le site du domaine Melk Zhar ont exprimé une bonne reprise de la végétation.



L'adaptation de la valorisation de l'arganier comme un élément essentiel contre le changement climatique au Maroc.

Khadija EL-Moustaqim¹, Jamal Mabrouki² & Driss Hmouni¹

¹Improvement and Valuation of Plant Resources, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University—KENITRA-University Campus, Kenitra 14000, Morocco.

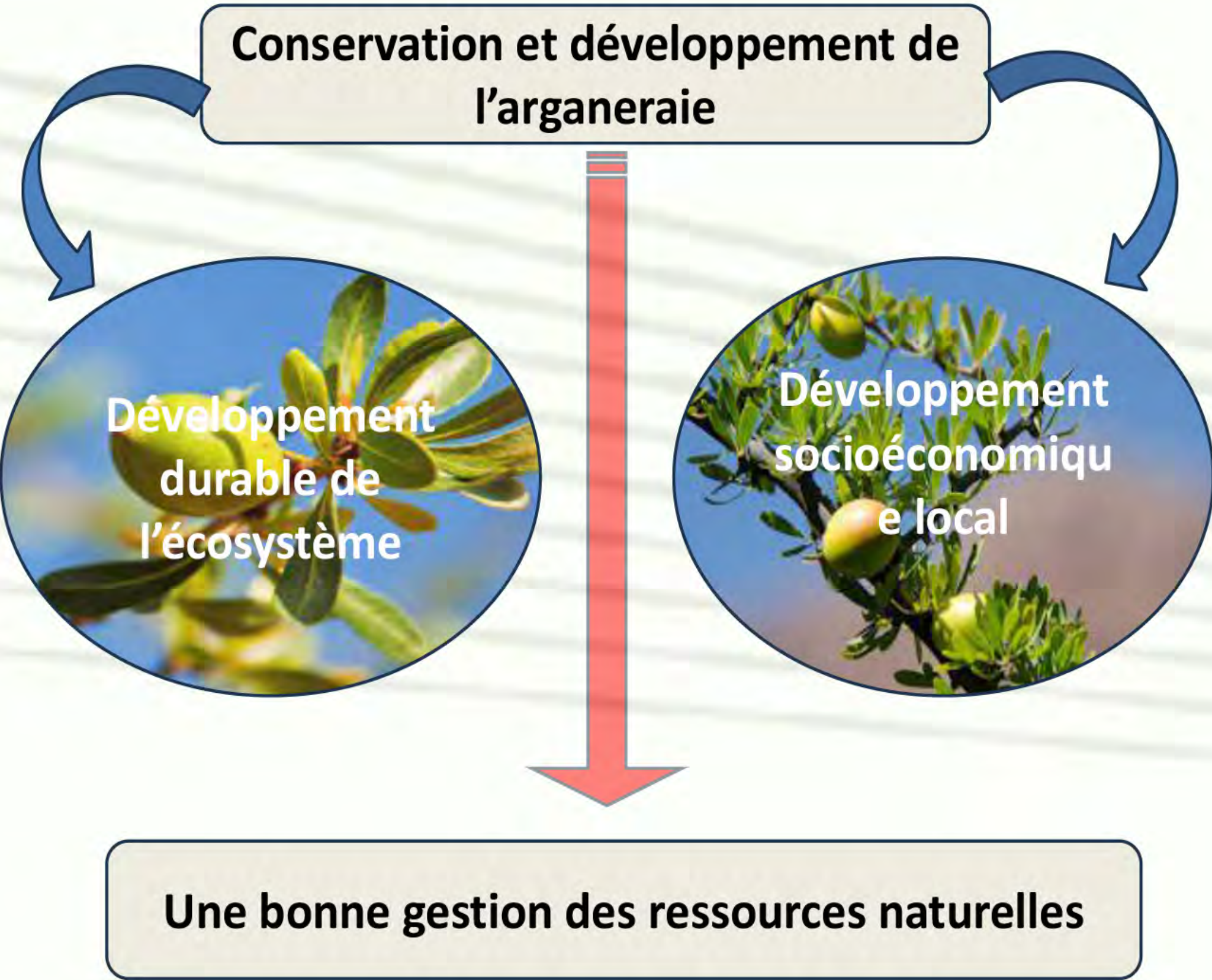
² Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modelling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, CERN2D, Mohammed V University in Rabat, Faculty of Science, AV IbnBattouta, Agdal, Rabat 10106, Morocco.

Email of the corresponding author: elmoustaqim.khadija@gmail.com

1. Introduction

Le climat a été bien documenté depuis plusieurs centaines de milliers d'années. Il existe un grand nombre de projections climatiques qui sont modélisées pour prévoir divers scénarios de changement climatique [1]. La culture de l'arganier offre des avantages multiples en matière de lutte contre le changement climatique, allant de la séquestration du carbone à la préservation des sols et à la promotion de pratiques agricoles durables [2]. Ainsi, le modèle agroforestier associé à l'arganier offre des solutions précieuses, non seulement localement, mais aussi en tant que contribution significative à l'échelle mondiale pour promouvoir le développement durable et atténuer les effets néfastes du changement climatique. Dans cet article on va aborder la notion de l'adaptation de la valorisation de l'arganier comme un utile essentiel dans la diminution du changement climatique.

2. La culture de l'arganier : importance, avantages socioéconomiques



L'utilisation durable des terres et la conservation de la biodiversité, ce qui en fait une ressource précieuse dans les zones arides et semi-arides. Cet arbre est une ressource importante pour les communautés locales et pour la communauté internationale en raison de ses propriétés et de ses contributions uniques [3].

3. Adaptation des systèmes agricoles au changement climatique

Remplacer les plantes sensibles aux changements climatiques par des plantes plus résistantes est une stratégie fréquemment utilisée pour faire face aux défis du changement climatique.

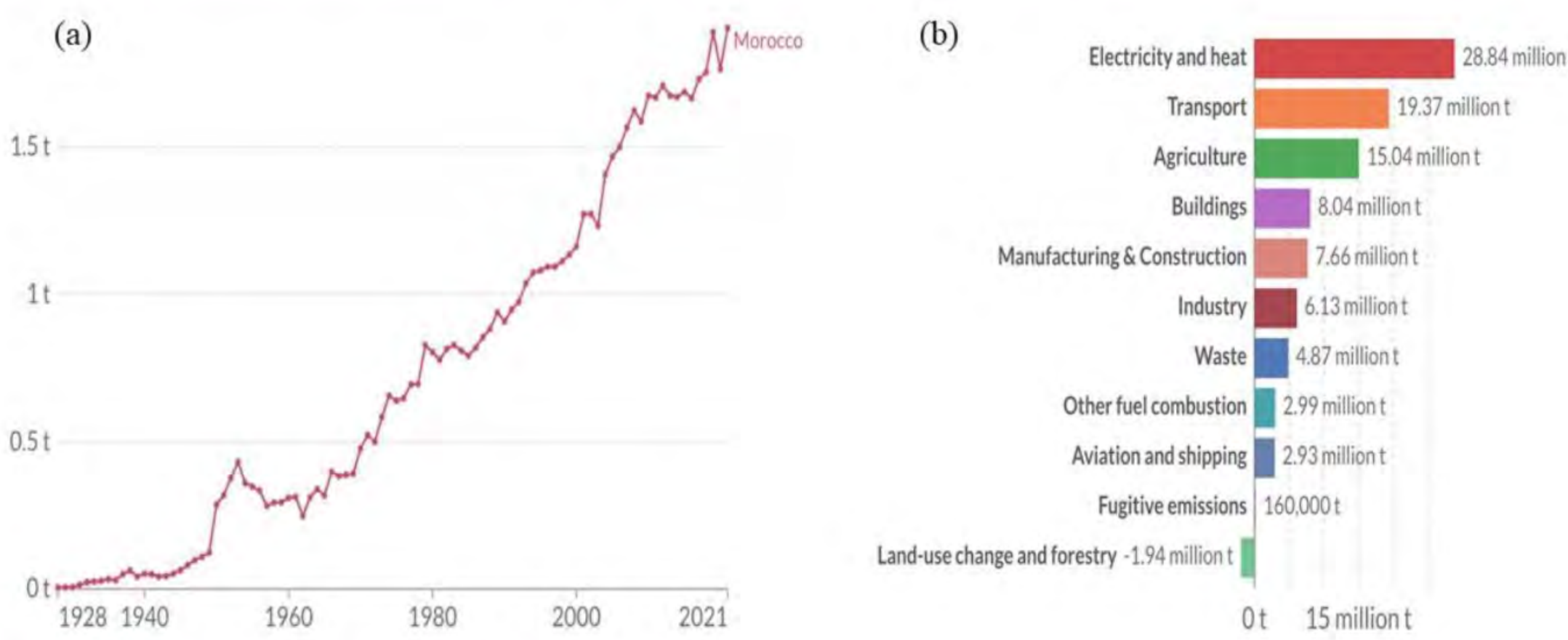


Figure 2. (a) : Quantité de dioxyde de carbone (CO2) émise par personne, issue de combustibles fossiles et des activités industrielles. (b) : Répartition des émissions de gaz à effet de serre par domaine au Maroc en 2019 en (CO2eq).

La liaison entre l'agriculture et le changement climatique est fait selon plusieurs manière on trouve, l'agriculture s'occupe des terres qui contribuent au réchauffement climatique par ses émission de 18.4% des gaz à effet de serre [4]. L'arganier joue également un rôle essentiel dans la séquestration du carbone, contribuant ainsi à la réduction des émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

4. Conclusion

L'arganier joue un rôle crucial dans la capture du carbone, contribuant ainsi à la réduction des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Dans les systèmes agroforestiers méditerranéens bien établis, cela représente une opportunité pour atténuer les effets néfastes des périodes de sécheresse sur la productivité des cultures telles que les pois.

References

- [1] H. Ghazal et al., « Argane Genetics and Genomics », 2021, p. 123-134. doi: 10.1007/978-3-030-70420-9_7.
- [2] G. Blanchet, « La résilience des systèmes agroforestiers face au changement climatique : analyse de la réponse de cultures annuelles face à la sécheresse dans un système à base de noyer sous climat méditerranéen », These de doctorat, Mont-pellier, SupAgro, 2021.
- [3] R. Harbouze, J.-P. Pellissier, J.-P. Rolland, et W. Khechimi, « Rapport de synthèse sur l'agriculture au Maroc », CIHEAM-IAMM, 2019.
- [4] A.-A. Bouramdane, « Quelle est la Relation entre l'Agriculture et le Changement Climatique? », 2023.



Sentinel-2-Based Machine Learning for Accurate LAI Estimation in *Argania spinosa*

Mohamed Mouafik¹, Mounir Fouad², Abdelghani Chakhchar³, Felix Antoine Audet⁴ and Ahmed El Aboudi¹

¹ Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco
² National Forestry School of Engineers, Sale, Morocco
³ École Normale Supérieure Marrakech, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco
⁴ WSP Canada, Montreal, Canada.
Email of the corresponding author: mohamed960@gmail.com

1. Introduction

The Argane tree, scientifically identified as *Argania spinosa* (L.) Skeels, holds a distinctive place in the arid landscapes of North Africa, particularly in southwestern Morocco. As the solitary representative of the tropical Sapotaceae family in the Moroccan flora. This tree plays a crucial role in ecosystem preservation, fostering a habitat conducive to floral and faunal biodiversity [1,2]. With the increasing application of remote sensing methods and biophysical parameters, there's a growing interest in monitoring the health and predicting crop yield. Satellite platforms have gained popularity for remote sensing in agricultural regions. Among these parameters, Leaf Area Index (LAI) has emerged as a pivotal indicator of vegetation vigor, providing valuable insights into canopy density, photosynthetic activity, tree health, and plant growth stages [3]. The Random Forest algorithm (RF) is one of the machine learning techniques frequently employed for regression analysis, highly regarded for its exceptional precision, accuracy, and versatility in predicting outcomes [4]. This study aims to offer valuable insights into the dynamics of Leaf Area Index (LAI) in *Argania spinosa*, utilizing datasets derived from Sentinel-2 satellite imagery.

2. Materials and Methods

Field measurements

LAI field measurements were taken in July 2021, encompassing 300 plots. The plots were located in Tafedna, Sidi Hmad ou Hamed, Imi Mqourn, Lqliaa, Drargua, Bigoudine, Sidi Ahmed ou Abdallah, Bounrar, Tioughza, and Sidi Bouabdelli. Within each plot, three trees were selected for sampling, and their exact locations were recorded using a handheld high-sensitivity GPS receiver (GARMIN GPSMAP 64s). LAI was measured using portable photosynthetically active radiation meters, specifically the AccuPAR LP-80 (Decagon Devices, Inc., USA), under sunny skies conditions. The LP-80 device functions effectively not only in clear or partly cloudy conditions but also in overcast sky conditions.

Sentinel-2 Data

In this study, Sentinel-2 L2A data were obtained through the Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/>). The Multi-Spectral Instrument (MSI) sensor on these satellites consists of four bands (visible and near-infrared bands) at a 10-meter resolution, six bands (red-edge and shortwave infrared) at a 20-meter resolution, and three bands at 60-meter spatial resolution, with a five-day revisit period [5]. Leaf Area Index (LAI) estimation utilized biophysical processors based on surface reflectance data [6] within SNAP software version 8.

Accuracy Assessment

This research aimed to develop Leaf Area Index (LAI) estimation models for the Argane tree using the Random Forest (RF) modeling approach, implemented with the R package within the R environment [7]. Evaluation of the model performance involved metrics such as the coefficient of determination (R^2), root-mean-square error (RMSE), and mean absolute error (MAE).

3. Results and Discussion

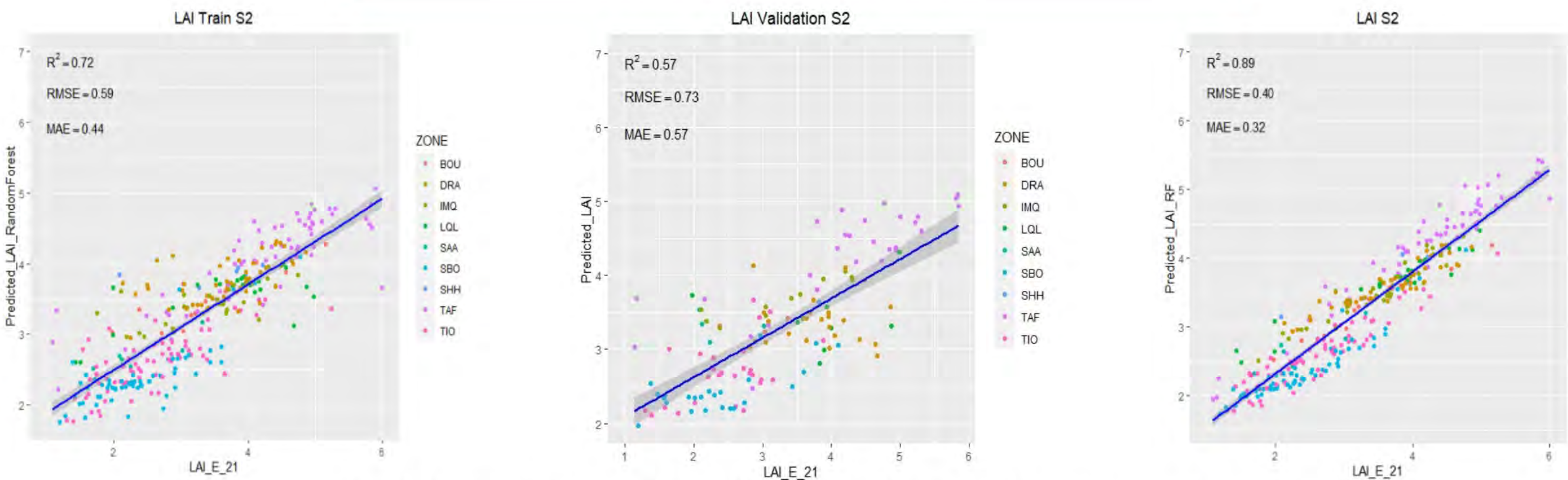


Figure 1. Scatter plots illustrating the predicted Leaf Area Index (LAI) in Sentinel 2 as compared to field data.

Figure 1 illustrates scatter plots comparing estimated LAI in Sentinel 2 with field data. Our model, trained on 60% of the data, exhibited a commendable R^2 value of 0.72, indicating a reasonably accurate alignment between predicted and measured LAI. The root-mean-square error (RMSE) of 0.59 and mean absolute error (MAE) of 0.44 suggested a moderate level of precision in LAI prediction. Further validation on the remaining 40% of the dataset confirmed its robustness, revealing an R^2 of 0.57, RMSE of 0.73, and MAE of 0.57, highlighting its consistent performance and generalization capabilities. Expanding the dataset to 100% training data for the Sentinel-2 model produced even more promising outcomes, featuring a strong R^2 value of 0.89, reduced RMSE (0.4), and im-proved MAE (0.32), indicative of heightened prediction accuracy.

The disparities in model performance observed across various Sentinel-2 data sources and training percentages are evident in Figure 1. The variations in accuracy when estimating Leaf Area Index (LAI) are influenced by a range of factors, including disparities in sensors, spectral and spatial resolutions, and environmental conditions. Sentinel-2, characterized by a spatial resolution of 10 to 60 meters, provides multispectral imaging across diverse wavelengths, making it ideally suited for conducting extensive ecological studies [8]. The improved spatial resolution contributes to a more precise determination of reflectance values [9]. Environmental conditions, such as differences in vegetation structure, affect LAI estimation accuracy as indices respond differently to these factors. Additionally, atmospheric conditions, viewing angles, solar angles, and topography further influence vegetation indices by altering the spectral balance of irradiance within the band [10]. Sentinel-2 data, readily available at no cost, provides broad global coverage and follows systematic revisit schedules, making it highly suitable for conducting large-scale studies [11]. The products derived from Sentinel-2 images hold substantial promise for operational use in assessing biophysical parameters such as LAI and Canopy Chlorophyll Content (CCC) [12], facilitating precise vegetation analysis and rendering it an optimal choice for estimating LAI across diverse ecosystems.

4. Conclusion

In conclusion, this study utilized the Random Forest machine learning algorithm to establish accurate models for Leaf Area Index (LAI) estimation, specifically focusing on Sentinel-2 imagery. Known for its extensive global coverage, Sentinel-2 proves to be a powerful tool for large-scale assessments, contributing to the advancement of sustainable land management practices and ecological research related to the Argane tree.

Acknowledgments

The authors would like to thank all members and staff of the Forest Research Center in Rabat for technical support and guidance.

References

- Chakhchar A, Ben Salah I, El Kharrassi Y, Filali-Maltouf A, El Modafar C, Lamaoui M. Agro-fruit-forest systems based on argan tree in Morocco: A review of recent results. *Frontiers in Plant Science*. 2022 Jan 5; 12:793615.
- Mouafik M, Chakhchar A, Ouajdi M, El Antry S, Ettaleb I, Aoujjad J, El Aboudi A. Drought Stress Responses of Four Con-trasting Provenances of *Argania spinosa*. *Environmental Sciences Proceedings*. 2022 Jun 16;16(1):25.
- Ovakoglou G, Alexandridis TK, Clevers JG, Gitas IZ. Downscaling of MODIS leaf area index using landsat vegetation index. *Geocarto International*. 2022 May 3;37(9):2466-89.
- Prasad NR, Patel NR, Danodia A. Crop yield prediction in cotton for regional level using random forest approach. *spatial information research*. 2021 Apr; 29:195-206.
- Jaramaz D, Perovic V, Belanovic S, Saljnikov E, Cakmak D, Mrvic V, Zivotic L. The ESA Sentinel-2 mission vegetation variables for remote sensing of plant monitoring. *InConference Proceedings 2nd International Scientific Conference 2013 May 22* (pp. 950-961).
- Weiss M, Baret F, Jay S. S2ToolBox Level 2 products: LAI, FAPAR, FCOVER. 2021.
- Liu W, Wiener M. Classification and regression by randomForest. *R news*. 2002 Dec 3;2(3):18-22.
- Gasparović M, Jogun T. The effect of fusing Sentinel-2 bands on land-cover classification. *International journal of remote sensing*. 2018 Feb 1;39(3):822-41.
- Vescovo I, Gianelle D. Using the MIR bands in vegetation indices for the estimation of grassland biophysical parameters from satellite remote sensing in the Alps region of Trentino (Italy). *Advances in space research*. 2008 Jan 1;41(11):1764-72.
- Huang S, Tang L, Hupy JP, Wang Y, Shao G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*. 2021 Feb;32(1):1-6.
- Drusch M, Del Bello U, Carlier S, Colin O, Fernandez V, Gascon F, Hoersch B, Isola C, Laberinti P, Martimort P, Meygret A. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. *Remote sensing of Environment*. 2012 May 15; 120:25-36.
- Pasqualotto N, Bolognesi SF, Belfiore OR, Delegido J, D'Urso G, Moreno J. Canopy chlorophyll content and LAI estimation from Sentinel-2: Vegetation indices and Sentinel-2 Level-2A automatic products comparison. In *2019 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor)* 2019 Oct 24 (pp. 301-306). IEEE.





Influence of Container Size on Nursery Production of Argane Trees

Mohamed Mouafik¹, Abdelghani Chakhchar², Mohamed Ouajdi³, Ismail Ettaleb¹, Jalila Aoujdad³, Salwa El Antry³ and Ahmed El Aboudi¹

¹ Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco
² École Normale Supérieure Marrakech, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco
³ Innovation, Research, and Training Center, Rabat, Morocco.
Email of the corresponding author: mohamed960@gmail.com

1. Introduction

The Argane tree (*Argania spinosa* (L.) Skeels) is an endemic species in the west-central of Morocco, belonging to the Sapotaceae family. It is a highly hardy and robust species that can thrive in varied and challenging ecological conditions. The Argane tree contributes to maintaining ecosystem balance and combating desertification, playing a crucial role in the socio-economic development of the local population [1]. However, the biogeographical distribution of the Argane tree has declined by two-thirds overall, leading to a progressive and alarming degradation due to uncontrolled anthropogenic activities such as domestic overexploitation, deforestation, and overgrazing [2], coupled with the low rate of natural regeneration of the Argane tree seeds used for oil production [3]. Urgent action is needed not only to preserve the remaining Argane trees but also to rehabilitate degraded areas [4]. This has led foresters to resort to assisted regeneration by planting rapidly growing and high-quality Argane tree seedlings produced in nurseries to restore this ecosystem [5]. The production of fast-growing and high-quality Argane tree seedlings in the nursery requires targeted silvicultural treatments from their establishment to ensure successful transplantation and the regeneration of degraded areas of the Moroccan Argane forest. In this context, the objective of our study is to compare the effects of different types of nursery containers on the growth and development variables of Argane tree seedlings.

2. Materials and Methods

The seeds of the Argane tree were harvested between June and July 2019 from four different regions: Imi N'Tlit (Essaouira) (31.2159, -9.5491), Tanalt (Agadir) (29.7756, -9.1716), Bouizakarne (Guelmim) (29.2193, -9.7461) and Béni-Snassen (Berkane) (34.8144, -2.3984). These seeds were germinated to produce Argane tree seedlings. After three months of germination (beginning stage of growth), young seedlings, totaling 10 plants, were transplanted into plastic pots of 2355 cc (one seedling per pot) with ¼ loamy soil and ¾ peat, while others were kept in 500 cc containers to study the impact of container size on the growth and development of Argane tree seedlings from four contrasting provenances representing the southwest and northeast regions of Morocco, irrigated three times per week with sprinkler irrigation. Dendrobiometric measurements (stem height (cm), collar diameter (mm), number of leaves, and thorns) were monitored for approximately 2 and a half months on 4-month-old Argane tree seedlings once per week. All obtained results were statistically analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) with SPSS software, version 25. The post-hoc Tukey test was employed to compare means at a significance level of 5%.

3. Results and Discussion

Table 1. Interaction of the studied growth and development parameters among the four contrasting provenances of the Argane tree.

Provenances	Stem height	Collar diameter	Number of leaves	Number of thorns
Essaouira	17,39a	3,40a	63,80a	36,44a
Agadir	16,77b	3,20b	57,55a	34,77a
Bouizakarne	14,52b	2,91c	43,25b	28,85b
Berkane	10,25c	2,72d	32,52c	23,47c

Table 2. Results from the analysis of variance (ANOVA) for the Provenance, Time, and Container effects.

ANOVA Test	Stem height	Collar diameter	Number of leaves	Number of thorns
Provenance (P)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Container (C)	0,12	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Time (T)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
P x C x T	0,39	0,93	≤ 0,05	0,93
P x C	≤ 0,05	≤ 0,05	0,19	0,30
P x T	≤ 0,05	0,99	≤ 0,05	≤ 0,05
T x C	≤ 0,05	0,62	≤ 0,05	≤ 0,05

The results of certain growth parameters measured in the four provenances of Argane trees showed inter-provenance variation was noted for the studied parameters (Table 1). Significant differences based on the factors of Time and Container ($p \leq 0.05$) (Table 2). The Argane tree seedlings cultivated in pots exhibited a considerable increase in stem height compared to those cultivated in trays for each provenance. In the 2355 cc pots, stem height significantly increased from week T1 to week T5 by approximately 87.8%, 88.6%, 42.1%, and 26.4%, respectively, for Essaouira, Agadir, Bouizakarne, and Berkane. However, seedlings grown in 500 cc trays showed a stem height increase ranging from 14.2% to 39.8%. Collar diameter also showed a significant increase over time, differing between seedlings grown in pots and those grown in trays, respectively, by 38.3% and 33.7% for Essaouira, 44.5% and 28.7% for Agadir, 47.2% and 42.3% for Bouizakarne, and 37.7% and 42.4% for Berkane. Regarding the number of leaves and thorns, pots exhibited a significant increase compared to trays. Across the four provenances of Argane trees, the increase in the number of leaves varied from 122.3% to 267.6% for the 2355 cc pots, while for the 500 cc trays, it ranged from 46.3% to 132.1%. The increase in the number of thorns ranged from 35.2% to 83.3% for seedlings cultivated in pots and from 16.8% to 53.1% for those in racks.

Indeed, the mastery of the method and the techniques of obtaining Argane plants of good quality is a valuable step to successfully transplant Argane plants and ensure the regeneration of degraded areas of the Moroccan arganeraie. The results obtained are consistent with and supported by findings from other researchers [6-8]. The performance of Argane tree seedlings is strongly influenced by the shape and dimensions of the container [6]. The two provenances from the southwest of Morocco (Essaouira and Agadir), especially Essaouira, showed the highest growth and development rates in both types of containers compared to Bouizakarne and the northeastern provenance (Berkane) (Table 1). Significant differences between Argane tree provenances within its distribution area have been recorded and demonstrated [9-10].

4. Conclusion

The deeper containers of 2355 cc allowed for better growth and development of the above-ground part, with a significant increase in the height of the stems, collar diameter, and the number of leaves and thorns. Transplanting the plants into larger pots has a beneficial and advantageous effect on the growth and development of Argane trees in the nursery. This practice will enable the production of high-quality plants to succeed in reforesting Argane trees in degraded areas.

Acknowledgments

The authors would like to thank all members and staff of the Forest Research Center in Rabat for technical support and guidance.

References

- Mouafik M, Chakhchar A, Ouajdi M, El Antry S, Ettaleb I, Aoujdad J, El Aboudi A. Drought Stress Responses of Four Contrasting Provenances of Argania spinosa. Environmental Sciences Proceedings. 2022 Jun 16;16(1):25.
- El Aboudi, A.; Carlier, G.; Peltier, J.P. Régime hydrique de l'Arganier (Argania spinosa) dans le Souss (Maroc). In Phytologie des arbres et arbustes des zones arides et semi-arides; GEA: Paris, France, 1991.
- Ouallal I, Ouajdi M, Kerdouh B, Sanguin H, Rochdi A, Abbas Y. Caractérisation des ressources mycorhiziennes pour la sauvegarde de l'écosystème arganeraie: un outil de la biotechnologie moderne pour la régénération de l'arganier (Argania spinosa L.). Acte du 5ème Congrès International de l'arganier. 2013, Pp.129-133.
- Nouaim R, Mangin G, Breuil MC, Chausson R. The argan tree (Argania spinosa) in Morocco: Propagation by seeds, cuttings and in-vitro techniques. Agroforestry systems. 2002 Jan; 54:71-81.
- Defaa C, Achour A, El Mousadik A, Maanda F. Effets de l'hydrogel sur la survie et la croissance des plantules d'arganier sur une parcelle de régénération en climat aride. Journal of Applied Biosciences. 2015; 92:8586-94.
- Belghazi B, Oorous O, Ponette Q, Belghazi T, Dallahi Y. La problématique de la régénération de l'arganier : Quelle innovation en matière de production. Acte du Premier Congrès International de l'arganier. 2011, Pp.155-164.
- El Abidine AZ. Croissance et développement des plants de deux provenances de chêne-liège produits en pépinière dans des conteneurs de différentes profondeurs. Forêt Méditerranéenne. 2016;37(2):137-50.
- Ouajdi M, Aoujdad J, Elanry Tazi S, Bouiz N, Eddahani T, Ninich O, Ettaleb I. Contribution à la production des plants de qualités d'arganier (Argania spinosa (L.) Skeels) : Effet de l'élagage et du conteneur. Acte du 5ème Congrès International de l'arganier. 2019, Pp.413-417.
- Chakhchar, A.; Haworth, M.; El Modafar, C.; Lauteri, M.; Mattioni, C.; Wahbi, S.; Centritto, M. An assessment of genetic diversity and drought tolerance in argan tree (Argania spinosa) populations: Potential for the development of improved drought tolerance. Front. Plant Sci. 2017, 8, 276.
- Chakhchar, A.; Lamaoui, M.; Aissam, S.; Ferradous, A.; Wahbi, S.; El Mousadik, A.; Ibsouda, K.S.; Filali, M.A.; El Modafar, C. Physiological and biochemical mechanisms of drought stress tolerance in the argan tree. In Plant Metabolites and Regulation under Environmental Stress; Ahmad, P., Ahanger, M.A., Singh, V.P., Tripathi, D.K., Alam, P., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2018; p. 446.

