

DELIMITATION DES PEUPELEMENTS DU PISTACHIER DE L'ATLAS (*Pistacia atlantica* Desf.) DANS LA REGION ORIENTALE DU MAROC PAR LE G.P.S. COMBINE AU S.I.G.

FAOUZI Khalil^{1*}, RHARRABTI Yahia^{1,3}, DARDOUR Mouhabenlafdel¹, BOUKROUTE Azzouz¹, MAHYOU Hamid², LABGHIAL Mohamed¹, BERRICHI Abdelbasset¹

⁽¹⁾Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed I, Oujda, Maroc

⁽²⁾Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda, Maroc

⁽³⁾Laboratoire des Ressources Naturelles et Environnement

Faculté Polydisciplinaire de Taza, Maroc

*E-mail: khalil_faouzi@yahoo.fr

Résumé.- Le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) constitue un écosystème important tant sur le plan écologique, biogéographique qu'économique. Cet arbre est à la fois protecteur que productif; ainsi il a beaucoup d'intérêts médical, pharmaceutique et économique. Cependant cette espèce ne cesse de régresser d'année en année suite à des actions climatiques et surtout anthropiques. Le présent travail consiste à délimiter les peuplements du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc à l'aide du G.P.S. combiné au S.I.G. Ainsi, on a déterminé quatre sites au niveau de cette région selon la densité des pieds, à savoir le couloir Oujda-Taourirt (site 1), la région de Jerada (site 2), la plaine de Tafrata (site 3) et le couloir Ain Beni Mathar-Figuig (site 4). Les espèces accompagnatrices dans ces sites ont été également identifiées, dont *Ziziphus lotus* est la plus abondante dans les quatre sites. La présente étude laisse apparaître que le pistachier de l'Atlas occupe de grandes superficies dans la région orientale du Maroc, mais en situation éparse et isolée. Il se retrouve également regrouper sous forme d'îlots au niveau des lieux maraboutiques ou dans les zones protégées. Le pistachier d'Atlas dans la région orientale occupe des bioclimats qui s'étalent depuis le semi-aride et aride au saharien sur différents types de sol. Cette espèce est menacée principalement par le surpâturage, la pression anthropique ainsi que la sécheresse sévère de la région de l'orientale du Maroc.

Mots clés: Pistachier de l'Atlas, région orientale du Maroc, G.P.S., S.I.G.

DELIMITATION OF ATLAS PISTACHIO (*Pistacia atlantica* Desf.) POPULATIONS IN THE EASTERN REGION OF MOROCCO BY USING G.P.S COMBINED TO G.I.S.

Abstract.- The Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) is an important ecosystem both at the ecological, biogeographical and economic level. This tree is at the same time protective and productive. In fact, it has many medical, pharmaceutical and economic interests. However, this species continues to decline from year to year because of climatic but mainly anthropogenic actions. The present work is to delimit Atlas pistachio populations in the eastern region of Morocco by using GPS combined to GIS. Thus, four sites were determined and classified according to tree density, namely: Oujda-Taourirt corridor (site 1); Jerada region (site 2); Tafrata plain (site 3); and Ain Beni Mathar-Figuig corridor (site 4). Associated species to Atlas pistachio were also identified, of which *Ziziphus lotus* was the most abundant in the four sites. Our study shows that Atlas pistachio occupies large areas in the eastern region of Morocco, but in scattered and isolated situation. It was found also grouped in form of islands at marabout places or in protected areas. The Atlas pistachio in eastern Morocco is adapted to different bioclimates from semi-arid and arid to saharian and grows on various soil types. This species is threatened mainly by overgrazing, anthropic pressure as well as severe drought of the eastern region of Morocco.

Keywords: Atlas pistachio, eastern region of Morocco, GPS, GIS.

Introduction

Le pistachier de l'Atlas ou "Betoum" (*Pistacia atlantica* Desf., Anacardiaceae, Sapindales, Magnoliopsida), nommé aussi "Betm" [1], est un arbre puissant pouvant atteindre 20 m de hauteur, à tronc bien individualisé et à feuilles caduques [2]. C'est un arbre précieux pour les zones méditerranéennes pré désertiques, il peut être avantageusement utilisé comme essence de reboisement, et il est aussi une source de fourrage pour le bétail [3,4]. De plus, cet arbre possède une aptitude de constituer une barrière contre l'avancée du désert et a une résistance à la sécheresse, et peut être utilisé comme porte-greffe de *Pistacia vera* et comme arbre ornemental [5,6,7]. Ainsi, sa rusticité le rend particulièrement intéressante quant à son utilisation dans les programmes de reforestation et de sylviculture dans les zones semi-arides et arides; puisqu'il se régénère et se développe dans les endroits les plus arides où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer [8]. La carte phytogéographique du Maroc [9] montre que le pistachier de l'Atlas constituait un climax sur les hauts plateaux arides du Maroc oriental. Monjauze [10] le décrit comme étant l'essence la plus originale et la plus remarquable de l'Afrique du Nord, tant par son intérêt botanique que par sa valeur sociale. Cette essence est en dégradation continue sous la pression des multiples effets anthropiques et climatiques [11,12,13]. Cette vaste étendue de milliers d'hectares est ainsi soumise à l'aggravation du processus de la dégradation et la désertification et le phénomène d'ensablement et de l'érosion [12] et nécessite une prise en charge effective et immédiate [2]. Ainsi, le pistachier de l'Atlas de la région orientale du Maroc est dans une situation précaire et alarmante à cause de sa dégradation poussée. D'où l'intérêt de cette étude qui consiste à délimiter les peuplements du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc, car il est considéré comme patrimoine forestier de cette région et le manque d'intérêt des scientifiques et des gestionnaires pour cette espèce va entraîner inéluctablement son extinction. En absence d'une délimitation précise de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc, nous proposons de tester l'utilisation de données de télédétection à haute résolution spatiale pour la cartographie de ce couvert arboré. Celle-ci est assurée à travers des mesures et des observations effectuées, suivies de sorties sur terrains régulières. Le GPS (Global Positioning System) et les SIG (Système d'Information Géographique) sont deux outils géomatiques qui, utilisés conjointement, permettent de cartographier les domaines forestiers [14]. Plusieurs études ont utilisées le S.I.G pour la cartographie des espèces arborées tel l'arganier [15,16,17,18,19].

L'objectif du présent travail est de déterminer l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc par l'utilisation de la télédétection spatiale, à l'aide de G.P.S. combiné au S.I.G. afin de découvrir l'état actuel du recouvrement du pistachier de l'Atlas et de définir un état de référence sous forme de base de données S.I.G., permettant de développer une méthode d'analyse spatio-temporelle des peuplements du pistachier de l'Atlas.

1.- Matériel et méthodes

1.1.- Présentation de la zone d'étude

1.1.1.- Caractérisation climatique et géologique des sites d'études

La zone d'étude est située dans le Maroc oriental. Elle s'étale depuis le couloir Oujda-Taourirt au Nord jusqu'au désert de Figuig au Sud. Après une prospection de cette

zone, quatre sites à peuplement de pistachier de l'Atlas ont été retenues (figure 1): le couloir Oujda-Taourirt (site 1), la région de Jerada (site 2), la plaine de Tafrata (site 3) et le couloir Ain Beni Mathar-Figuig (site 4).

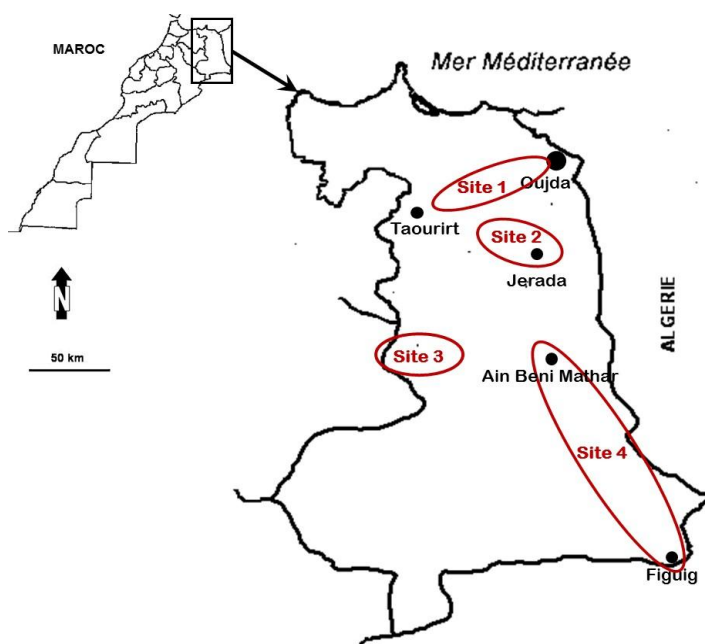


Figure 1.- Localisation des sites d'études. Site 1 : Couloir Oujda-Taourirt ; Site 2 : Région de Jerada ; Site 3 : Plaine de Tafrata ; Site 4 : Couloir Ain Beni Mathar-Figuig [13]

Les quatre sites d'étude ont des bioclimats différents. Ainsi, le couloir Taourirt-Oujda et la plaine de Tafrata ont un climat semi-aride à hiver tempéré, la région de Jerada est caractérisée par un climat semi-aride à hiver frais, tandis que le climat du couloir Ain Beni Mathar-Figuig est aride-saharien à Hiver tempéré [7].

Sur le plan édaphique, la texture du sol a montré que le sol dans le couloir Oujda-Taourirt, est limono-sablo-argileux, dans la région de Jerada est marneux argileux, alors que le sol de la plaine de Tafrata et le couloir Ain Beni Mathar Figuig a une texture limono-sableuse [7].

1.1.2.- Méthodologie de travail

La cartographie de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas a été réalisée en utilisant les cartes topographiques du Maroc oriental au 1/250000 comme support. Après une longue prospection de terrain qui s'est étalée sur trois ans (2009, 2010 et 2011), la région d'étude a été subdivisée en quatre sites distincts selon des indicateurs de nature physique et phytoécologique constituant des outils de différenciation de ces sites. Les données ont été recueillies à partir d'images satellitaires et des relevés sur terrain à l'aide du GPS. Ensuite, elles sont traitées à l'aide du logiciel ARCGIS (9.3) comme un outil de SIG afin de délimiter l'aire de répartition de l'espèce.

2.- Résultats et discussion

La figure 2 montre l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas au niveau des sites 1, 2 et 3 de la région orientale du Maroc.

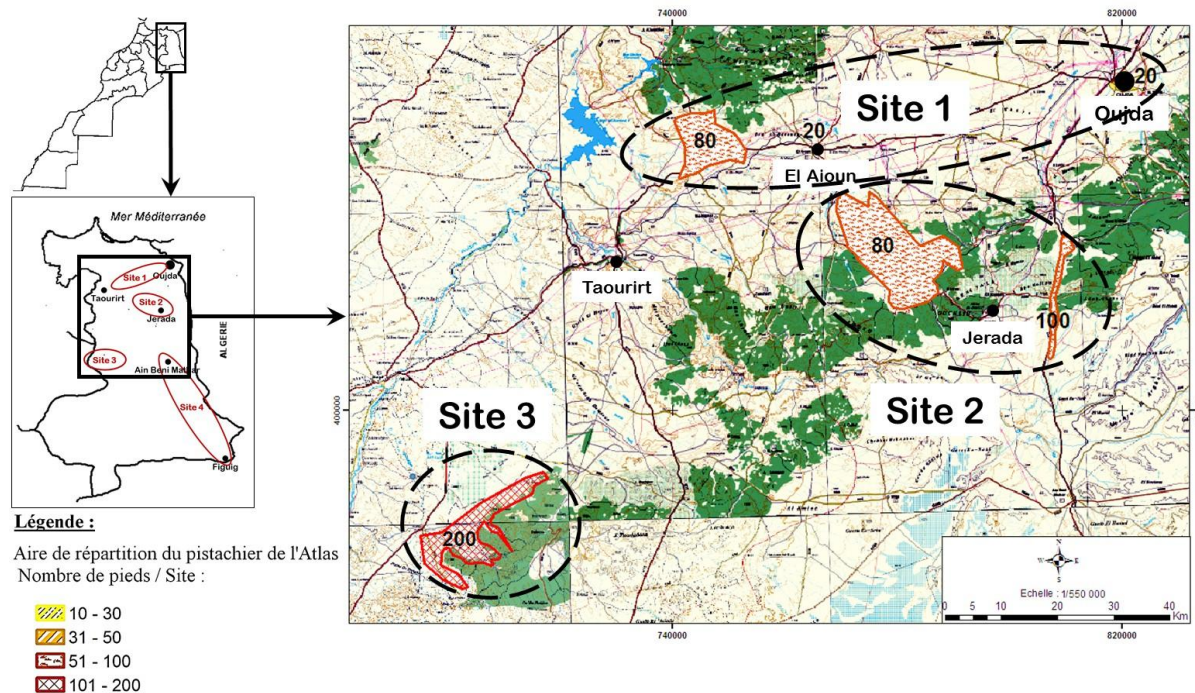


Figure 2.- Carte de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans les sites 1, 2 et 3 de la région orientale du Maroc [13]

Dans le site 1 qui présente le couloir Oujda-Taourirt, il se remarque une forte dégradation du pistachier de l'Atlas entre Oujda et El Aioun Sidi Mellouk. Dans ce tronçon, on trouve des spécimens parsemés dans des îlots bien préservés au niveau des marabouts (Cheikh Sidi Makhoukh à El Aioun Sidi Mellouk et Sidi Yahya à Oujda, avec une vingtaine de pieds étalés sur une surface de 8000 m², à une altitude de 600 m, sur un substrat limono-sablo-argileuse. Ainsi les espèces accompagnatrices du pistachier de l'Atlas dans ce tronçon sont *Ziziphus lotus* et *Asparagus stipularis*. Alors que entre El Aioun Sidi Mellouk et Taourirt, le pistachier de l'Atlas se trouve sous forme de peuplements plus dense soit 80 pieds/km² sur une superficie de 200 km² au niveau de la plaine de Jfira (figure 3A), sur un substrat limono-sablo-argileux. La régénération de quelques jeunes plants a été constatée au niveau des zones préservées à Douar Chrayeâ (6 km à l'ouest d'El Aioun). En effet, cette régénération s'effectue toujours à l'intérieur des jujubiers (*Ziziphus lotus*) qui constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le cheptel [20].

Au niveau de la région de Jerada (site 2) comprenant les Douars de Madmad, Irsan, et Lmdaouar (Commune Ain Lehjer), la localité de Matrouh (Commune Mestegmer), et la cuvette de Guenfouda, le pistachier de l'Atlas se rencontre sous forme de peuplements denses de 80 à 100 pieds/ km² sur une superficie de 500 km² et une altitude allant de 600 à 1040 m sur un substrat marneux argileux (figure 3B). Les espèces accompagnatrices du pistachier de l'Atlas dans ce site sont *Ziziphus lotus*, *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*. Cette espèce occupe essentiellement les lits des Oueds à la recherche de l'humidité dans le sol [21].

Le site 3 présente la plaine de Tafrata à proximité des chaînes montagneuses des Hauts Plateaux du Maroc oriental où se retrouvent les localités d'Ouled Haj, Alouana et Beni Rayess (commune de Sidi Ali Belkassam), et la localité de Beni Khlaftane (commune

d'El Mahirija). Dans ce site, il est mis en évidence l'existence du peuplement le plus développé et le plus dense du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc, soit approximativement 200 pieds/km² sur une superficie 130 km², et une altitude qui varie entre 675 à 1390 m, sur un substrat marneux-argileux (figure 3C). Les pieds du pistachier de l'Atlas dans cette région ont des troncs bien individualisés pouvant atteindre 25 m de hauteur. La préservation du pistachier dans cette zone, dont l'âge approximatif s'approche d'un siècle, revient essentiellement à la croyance des habitants qu'il s'agit d'un arbre sacré. Il est utilisé comme abri pour le bétail contre les fortes chaleurs de l'été. Néanmoins, les pieds présents dans la station d'Alouana sont fortement dégradés à cause de l'utilisation des feuilles pour l'alimentation du bétail pour remédier au manque de pâturage causé par la sécheresse. Dans ce site, le pistachier de l'Atlas est associé à *Ziziphus lotus* et *Asparagus stipularis* au centre de la plaine, et à *Tetraclinis articulata* et *Olea europea* au piémont des montagnes avoisinantes. En effet, le pistachier de l'Atlas est une espèce qui se rencontre dans la plupart des zones semi-arides ou steppiques du Monde en association avec *Ziziphus lotus* et *Pinus halepensis* [22].

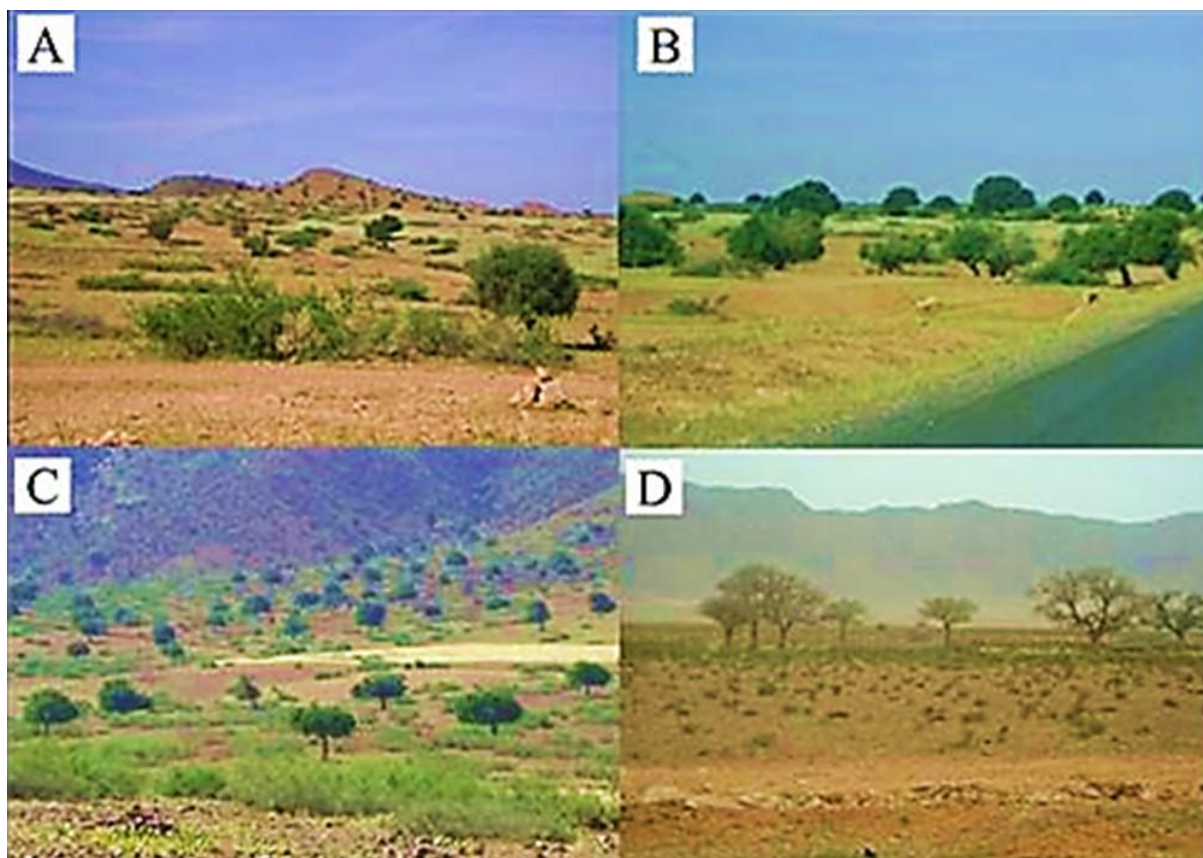


Figure 3.- Photos des pieds du pistachier de l'Atlas prises sur les différents sites [A: Pieds du pistachier de l'Atlas au niveau de la plaine de Jfira (El Aioun); B: Pieds du pistachier de l'Atlas dans la région de Jerada; C: Peuplement du pistachier de l'Atlas dans la plaine de Tafrata; D: Pieds du pistachier de l'Atlas au niveau du couloir Ain Beni Mathar-Figuig]

La figure 4 montre l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas au niveau du site 4 de la région orientale du Maroc.

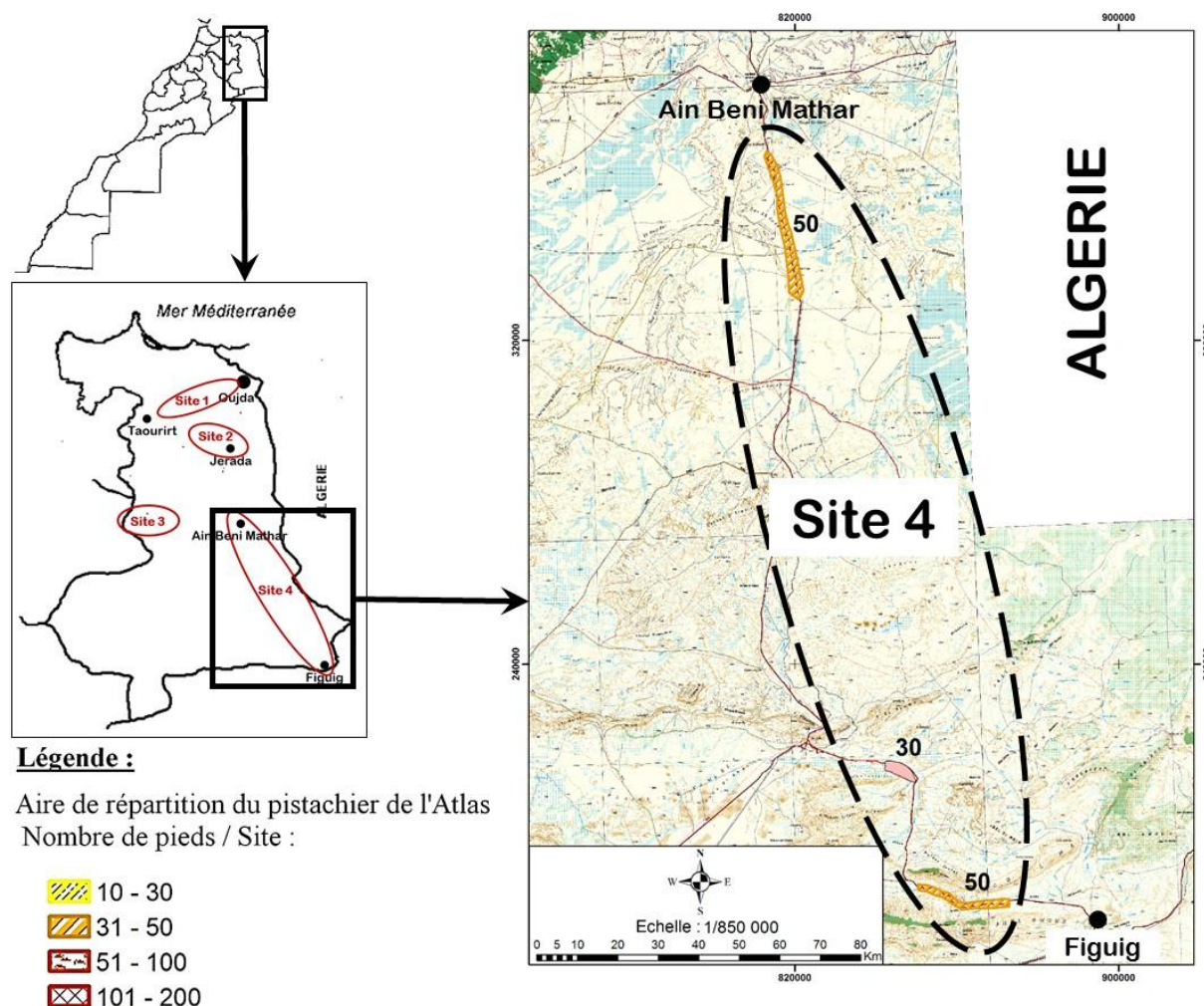


Figure 4.- Carte de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas dans le site 4 de la région orientale du Maroc [13]

Dans ce site qui présente le couloir Aïn Beni Mathar-Figuig, à climat saharien, on a constaté la présence de quelques pieds du pistachier de l'Atlas au niveau des dayas et des cours d'eau avec une densité qui varie de 30 à 50 pieds/km² sur une superficie de 50 km², à une altitude de 995 à 1295 m sur un substrat sablo-limoneux (figure 3D). Le pistachier de l'Atlas est associée, dans ce site, avec *Ziziphus lotus*, *Asparagus stipularis*, *Arthrophytum scoparium* et *Retama retam*, dans une ambiance bioclimatique qui va de l'aride au saharien. Au niveau des zones désertiques, le pistachier de l'Atlas colonise les petites dépressions et les dayas qui recueillent les eaux de ruissellement et le limon. Ces résultats sont en concordance avec les prospections sur le pistachier de l'Atlas en Algérie [22]. Des cas de régénération du pistachier de l'Atlas ont été observés, dans ce site, au niveau des falaises de montagnes difficilement accessibles qui retiennent l'eau des précipitations ce qui favoriserait la germination des graines. La même constatation a été déjà faite par YAAQOBI (2009) [7].

Conclusion

La cartographie de l'aire de répartition du pistachier de l'Atlas montre que cette espèce occupe de grandes superficies dans la région orientale du Maroc mais en situation éparse et isolée ou regroupés sous forme d'îlots au niveau des lieux maraboutiques ou des

zones protégées, dans des bioclimats diverses allant du semi-aride au saharien sur différents types de sol. La menace provient principalement du surpâturage, de la pression anthropique ainsi que la sécheresse. Des efforts de préservation et de régénération devraient être déployés dans le but de conserver ce patrimoine forestier dans la région orientale du Maroc.

Références bibliographiques

- [1].- Fennane M., Ibn Tattou M., Ouyahya A., El Oualidi J., 2007.- Flore pratique du Maroc. Manuel de détermination des plantes vasculaires, Institut Scientifique, Rabat, 636p.
- [2].- Benhssaini H., Belkhodja M., 2004.- Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre la survie et disparition. La feuille et l'aiguille, 54: 1-2.
- [3].- Niazi M. R., Habib G., Siddiqui M. M., 1999.- Nutrient composition and *in-vitro* digestibility of leaves of some wild and cultivated trees of Balochistan (Pakistan) for ruminant livestock. Pakistan Journal of Forestry, 49: 69-74.
- [4].- Harfouche A., Chebouti-Meziou N., Chebouti Y., 2005.- Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). Forêt méditerranéenne, 26: 135-142.
- [5].- Kafkas S., Kaska N., 1998.- Suitability of some selected and fast growing *Pistacia atlantica* Desf. types as pistachio nut rootstock. Cahiers Options Méditerranéennes, 33: 185-190.
- [6].- Monasra F., Rovira M., Vargas F.G., Romero M.A., Battle I., Rouskas D., Mendes Gaspar A., 1997.- Caractérisation isoenzymatique de divers espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides : Etude de leur comportement comme porte greffe du pistachier *Pistacia vera* L. Options méditerranéennes, série B, 16: 133-142.
- [7].- Yaaqobi A., 2009.- Etude phytoécologique, écophysiological et valorisation du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) et du Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea* L.) de la région orientale du Maroc. Thèse de doctorat, Université Mohamed Premier, Oujda, Maroc, 207 p.
- [8].- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C., Gauquelin T., 2008.- Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie. Canadian Journal of Botany, 86: 520-532.
- [9].- Emberger L., 1939.- Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytosociologique du Maroc au 1/500000. Veröffentlichungen des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich, 14: 40-157, I.S.C., Rabat).
- [10].- Monjauze A., 1968.- Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord, 56: 1-127.
- [11].- Dahmani W., 2011.- Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. Diplôme

de Magister, Université d'Oran, 165 p.

- [12].- Benradje A., Bouazza M., Boucherit H., 2012.- Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud- ouest algérien). *Mediterranea*, 23: 66-89.
- [13].- Faouzi K., 2014.- Contribution à l'étude de la délimitation géographique et de l'optimisation de la production et de la plantation de l'arganier, du caroubier et du pistachier de l'Atlas dans la région orientale du Maroc. Thèse de doctorat, Université Mohamed Premier, Oujda, Maroc, 206 p.
- [14].- Annie C., 2000.- La Technologie du GPS en Agriculture. Fiche technique. Conseil des productions végétales du Québec, 7 p.
- [15].- Bioret F., 1997.- Typologie et cartographie des milieux en tant qu'outil de suivi et d'aide à la gestion des réserves naturelles et des réserves naturelles volontaires. La cartographie pour la gestion des espaces naturels : rencontres internationales, Saint-Etienne, France, 13-17 novembre 1995: 51-62.
- [16].- El Aboudi A., Smiej M. F., Layelmam M., Lacaze B., 2008.- Cartographie de l'occupation du sol et de la densité du couvert arboré dans la région de Tamanar, province d'Essaouira, Maroc. Les XI^{èmes} Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUF, 3-7 novembre 2008, Antananarivo, Madagascar: 144-145.
- [17].- Aouragh M., El Mahdad L., El Mousadik A., Msanda F., Defaa C., El Aboudi A., 2013.- Cartographie de l'occupation du sol dans la commune de Temsia à partir des images de télédétection à haute résolution spatiale. Congrès international de l'arganier, 9-11 Décembre 2013, Agadir, Maroc, Pp. 19.
- [18].- Faouzi K., Rharrabti Y., Boukroute A., Mahyou H., Berrichi A., 2014.- Délimitation de l'aire de l'arganier dans les Beni-snassen occidentaux de la région orientale du Maroc. 2^{ème} Edition du Colloque International des utilisateurs des SIG, 20-21 Novembre 2014, Meknès, Maroc: 693-697.
- [19].- Faouzi K., Rharrabti Y., Boukroute A., Mahyou H., Berrichi A., 2015.- Cartographie de l'aire de répartition de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. combiné au S.I.G. *Nature et Technology*, 12: 16-24.
- [20].- Belhadj S. 1999.- Les pistacherais algériennes: Etat actuel et dégradation. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 56: 107-109.
- [21].- Daget Ph., Godron M., 1974.- Vocabulaire d'écologie. Ed. Hachette, Paris, 273 p.
- [22].- Monjauze A., 1980.- Connaissance du «Bétoum» *Pistacia atlantica*. Desf. *Revue forestière française*, 32: 356-363.