
Soumis le : 19 Mai 2014
 Forme révisée acceptée le : 02 Juillet 2014
 Email de l'auteur correspondant :
khalil_faouzi@yahoo.fr

Nature & Technology

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.

Khalil Faouzi ^a, Yahia Rharrabti ^{a,c}, Azzouz Boukroute ^a, Hamid Mahyou ^b, Abdelbasset Berrichi ^a

^a *Laboratoire de Biologie des Plantes et des Microorganismes, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Mohamed I, Oujda (Maroc).*

^b *Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Oujda (Maroc)*

^c *Laboratoire des Ressources Naturelles et Environnement, Faculté Polydisciplinaire de Taza (Maroc)*

Abstract

The argan tree is a singular curiosity of Morocco either at biogeographical, ecological or forest levels. Due to its exceptional qualities, this tree is of great interest on behalf of scientists, foresters, and tourists. For the local populations, it is synonymous of life. Moreover, the international scope taken by the argan tree and its registration in the UNESCO world heritage as well as the spectacular commercial success of argan oil, made this ecosystem a subject of very particular attention at both national and international scale. The present work aims to develop an argan tree distribution map in the eastern region of Morocco by means of G.P.S. (Global Positioning System) combined to G.I.S. (Geographic Information System). The study focused on two sites, the piedmonts of western Beni-Snassen and the plain of Bou-Areg. Distribution of argan tree in the piedmonts of western Beni-Snassen is presented as a matorral degraded by zone. Thus, we identified four zones at this site according to the density of trees. Companion species to the argan tree in these zones were also identified. On the other hand, argans of the plain of Bou-Areg are very strongly degraded and they are represented by only two trees: the first at Kariat Arekmane and the second in Bled Arimane. Our study showed that argan tree occupies only a small area in the eastern region of Morocco and its irrational exploitation may lead to its complete disappearance in the future.

Keywords: Argan tree, north-eastern region of Morocco, G.P.S., S.I.G., Beni-Snassen, Bou-Areg.

1. Introduction

Le Maroc est l'un des rares pays d'Afrique du Nord à disposer d'un ensemble d'écosystèmes endémiques d'une biodiversité remarquable [1]. L'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels, est un endémique spécifiquement marocain [2], c'est une espèce rustique, xéro-thermophile, qui appartient à la famille tropicale des Sapotacées, dont elle est la seule représentante septentrionale dans la région méditerranéenne (Algérie et Maroc) d'où son endémisme marqué à cette région [3,4]. C'est un arbre forestier à multi usage, (forestier-fruitier-fourragère) de haute importance pour le pays tant sur les plan biologique,

biodiversité phylogénétique et écologique que sur le plan économique et social [5,6]. Il présente de grands intérêts médicaux [7] et thérapeutiques [8], ceci grâce à l'huile extraite de ses fruits. En outre, celle-ci est très recherchée en cosmétiques comme agent revitalisant la peau et les cheveux. Cet écosystème repose sur un équilibre entre ressources et exploitation humaine, et joue également un rôle important dans la lutte contre la désertification et l'érosion [9]. Malgré les différents rôles de cette espèce, actuellement, la menace de dégradation de l'arganeraie est une préoccupation majeure aussi bien pour la population que pour les scientifiques [9]. On assiste en effet à une diminution du couvert arboré, à la fois en surface occupée et en densité d'arbres. Et cette régression est

essentiellement due à un déséquilibre écologique d'origine anthropique [10] et elle est surtout conséquente au déracinement des arbres sans possibilité de les remplacer [11]. Bien que les recherches phytosociologiques et phytoécologiques soient suffisamment développées dans tout le Maroc pour les principales formations forestières, le peuplement d'arganier dans la région orientale du Maroc reste peu étudié. L'existence de l'arganier est signalée dans cette région dès 1924 par Emberger [12,13]. Il a été aussi cité par Maire [14] et Tregubov [15]. Cependant, son étude écologique n'est entreprise que tardivement [16,17,18,19,20]. Du point de vue phytosociologique, l'arganier individualise plusieurs associations dont les singularités écologiques et surtout floristiques et physiologiques confèrent au paysage du secteur une originalité exceptionnelle [21,22,23,24] et [25], l'arganier des piémonts des Béni-Snassen occidentaux appartient à l'association *Periploco-Tetraclinetum* sous association *Arganiotesum* [26]. D'après Haloui [16], l'étude phytoécologique de l'arganier des Béni-Snassen, distingue deux types de groupements : l'arganier à *Periploca laevigata* et *Kremieriella cordylocarpus* et l'arganier à *Calycotome intermedia* et *Asparagus albus* ; d'après une étude de Ziri et Gmira [20], 60 espèces ont été recensées à l'intérieur de ces peuplements réparties sur 32 familles et 52 genres. En l'absence de cartographie précise de l'arganeraie dans la région orientale du Maroc et d'évaluation des changements survenus dans la période récente, nous proposons de tester l'utilisation de données de télédétection à haute résolution spatiale pour la cartographie du couvert arboré. 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 [27]. La cartographie constitue un outil de travail pratique et synthétique. Elle est perçue comme un outil d'aide à la décision en aménagement. En même

temps, un moyen privilégié d'aide à la définition des objectifs et des opérations de gestion de l'espace constituant un canevas d'intervention pour le gestionnaire. Celle-ci est assurée à travers des mesures et observations effectuées, suivies de sorties de terrains régulières [3]. Plusieurs études ont utilisées le S.I.G pour la cartographie des espèces arborées tel l'arganier [28,29,30].

L'objectif du présent travail est de cartographier et de déterminer l'aire de répartition de l'arganier 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 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 d'arganier.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Caractérisation climatique et géologique des sites d'études

L'aire de répartition de l'arganier a été délimitée. Celle-ci s'étend depuis le littoral méditerranéen du domaine rifain oriental jusqu'aux Béni-Snassen occidentaux sur la frange méditerranéenne. L'étude a porté sur deux sites appartenant à la région orientale du Maroc (Fig. 1) : Les piémonts des Béni-Snassen occidentaux et la plaine de Bou-Areg.

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.

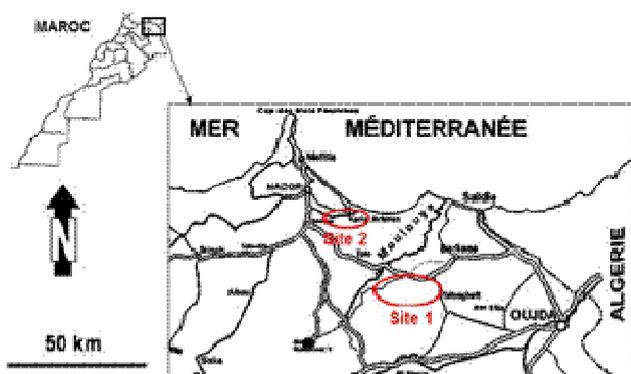


Fig. 1. Localisation géographique des sites d'étude. Site 1 : Piémonts des Béni-Snassen occidentaux. Site 2 : Plaine de Bou-Areg.

Du point de vue climatique, les stations de Bou-Areg, et des piémonts des Béni-Snassen occidentaux reçoivent une moyenne annuelle des précipitations qui varie entre 250 et 350 mm. Les températures moyennes minimales sont enregistrées au mois de janvier (3 à 5°C) et les températures moyennes maximales au mois de juillet-août (29 à 33°C). La région d'étude appartient au bioclimat méditerranéen aride supérieur à semi-aride inférieur. La chaîne occidentale des Béni-Snassen présente une stratigraphie et une lithologie variées. Les formations d'âge jurassique supérieur sont constituées de carbonates et de grès à ciment calcaire. Ils sont recouverts par des grès et des calcaires d'âge miocène. Les formations géologiques des Béni-Snassen sont constituées de bas en haut par des calcaires, des marnes et des grès; des calcaires dolomitiques ; des conglomérats et des calcaires gréseux, et des alluvions graveleuses, des limons et des éboulis quaternaires. La plaine de Bou-Areg, est une plaine basse formée de dépôts essentiellement limoneux d'âge quaternaire épais de plus de 120 m [31]. La succession lithologique comporte un limon argileux rouge sans graviers, un limon argileux rouge à graviers et galets, et un limon argileux rouge à graviers.

2.2. Démarche méthodologique

La méthode utilisée pour établir une carte relative à l'aire de répartition de l'arganier dans la région orientale du Maroc se présente comme suit :

- La base de cette démarche consiste à la division de la région en carrés ou en des zones différenciées par certains indicateurs pour faciliter la gestion de la zone d'étude. Le choix des indicateurs a été fait en tenant compte du nombre de pieds, de leurs altitudes, de la superficie occupée par l'arganier, et des espèces accompagnatrices de cette espèce, ainsi que la nature du sol. Ce sont des indicateurs de nature physique phytoécologiques qui constituent des outils de différenciation des zones. L'inventaire des espèces végétales accompagnatrices de l'arganier a été réalisé dans la zone d'étude, ainsi les espèces ont été ramassées sur terrain, et déterminer en utilisant les clés de détermination suivant la flore du Maroc [25].
- La collecte des données est réalisée à partir d'images satellitaires en utilisant comme support les cartes topographiques de la région orientale du Maroc au 1/50.000, et des mesures sur terrain en utilisant le GPS (Global Positioning System) système de positionnement à l'aide de satellites « GARMIN » GPS 12 XL. (Les coordonnées géographiques des pieds de l'arganier et leurs altitudes ont été déterminées à l'aide du G.P.S.).
- Le traitement des données, a été réalisé au moyen d'un logiciel appelé ARCGIS (9.3), qui est un outil de type « Système d'Information Géographique » qui sert à créer, traiter et cartographier l'information géographique. (La superficie de l'aire de répartition de l'arganier a été déterminée au moyen de ce logiciel).

3. Résultats

Le travail de terrain est réalisé dans la région orientale du Maroc, où nous avons pu délimiter l'aire naturelle de l'arganier, que ce soit sous forme de peuplement ou dispersé par individu.

3.1. L'arganier des Béni-Snassen

Le résultat du travail bureautique associé à celui fait sur terrain est représenté sous forme d'une carte (Fig. 2) qui montre l'aire de répartition de l'arganier des piémonts des Béni-Snassen occidentaux et qui se présente comme suit :

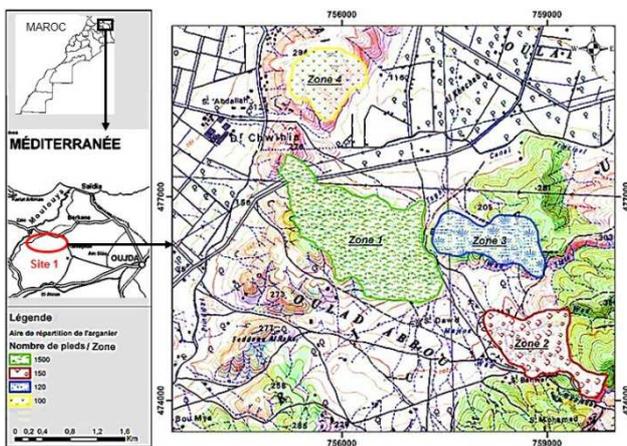
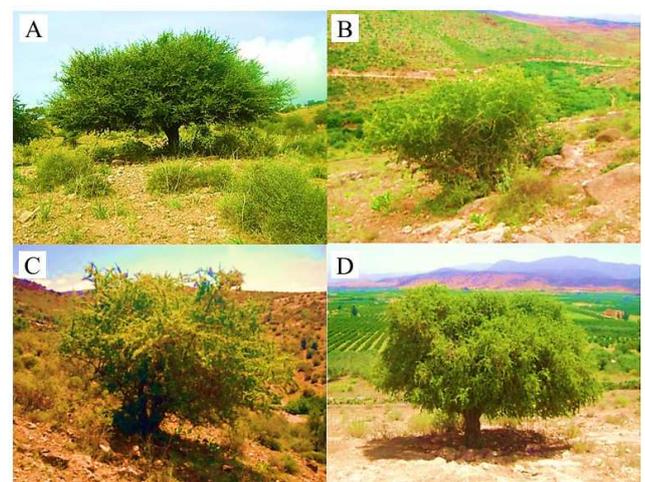


Fig. 2. Carte de l'aire de répartition de l'arganier (*Argania spinosa*) (L. Skeels) dans le site 1 (piémonts des Béni-Snassen occidentaux).

- A *Jbel Takermine et Teniet Albagra (Zone 1)*, l'arganier est représenté par 1500 pieds sur une superficie de 2,5 km², soit une densité de 600 pieds/km². Il forme le matorral le plus dense de la région à une altitude allant de 140 à 280 mètres, sur un substrat calcaire très rocailloux. Il s'agit d'un peuplement constitué par des sujets de hauteur qui varie entre 1,5 et 4 mètres (Fig. 3A). Ce sont des arbres épineux, avec de petites feuilles obovales. Il est à noter que le nombre de pieds d'arganier varie entre le versant Nord et Sud ; ce dernier comporte un nombre assez élevé, car l'arganier est une espèce thermophile. Il

se développe dans les variantes tempérées des bioclimats semi-arides inférieurs. Les espèces accompagnatrices de l'arganier dans cette zone sont : *Periploca laevigata*, *Caralluma europaea*, *Rhamnus oleoides*, *Asparagus altissimus*, *Asparagus albus*, *Rhus pentaphylla*, *Genista tricuspidata*, *Chamaerops humilis*, *Arisarum vulgare*, *Lavandula multifida* et *Ceratonia siliqua*.

- An niveau de la zone 2 correspondant à *Jbel Mahjouba et Jbel Bouchene*, l'arganier couvre une superficie de 1,5 km², la densité de cette population étant de 100 pieds/km². Il forme un matorral dégradé avec une densité faible située sur le versant Sud-Ouest à une altitude de 295 à 363 mètres. Le substrat est calcaire et très rocailloux. La hauteur des sujets ne dépasse pas les 2,5 mètres (Fig. 3B). Ils sont épineux, avec de petites feuilles obovales. C'est un groupement mixte, qui marque la limite supérieure de l'arganier et assure la transition entre le domaine à *Argania spinosa* et celui à *Tetraclinis articulata*. Les espèces accompagnatrices de l'arganier dans cette zone sont : *Phillyrea media*, *Ceratonia siliqua*, *Lavandula dentata*, *Ampelodesma mauritanica*, *Genista tricuspidata*, *Daphne gnidium*, *Ononis natrix*, *Lotus maroccana*, *Centaureum umbellatum*, *Androxa maritima* et *Eryngium campestre*.



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.

Fig. 3. Photos des pieds d'arganier prises dans le site 1. A : à Jbel Takermine (Zone 1) ; B : à Jbel Bouchene (Zone 2) ; C : à Jbel al Gandoul (Zone 3) ; D : à Jbel Aklim Alkibir (Zone 4).

- A *Jbel AL-Gandoul et Seffah (Zone 3)*, l'arganier est représenté par 120 pieds sur une superficie de 1,5 km² soit une densité de 80 pieds/km² (Fig. 3C). Il forme un matorral dégradé à une altitude comprise entre 176 et 261 m. Les arbres sont épineux, avec de petites feuilles obovales. Le substrat est calcaire et très rocailleux. Les pieds d'arganier existent dans le versant Sud-Ouest mais sont absents dans le versant Nord-Est ; Ceci confirme que c'est une espèce thermophile. Ainsi les espèces accompagnatrices de l'arganier dans cette zone sont : *Calycotome infesta*, *Genista Erioclada*, *Asparagus albus*, *Thymus munbyanus*, *Fumana thymifolia*, *Stipa tenacissima* et *Eryngium ilicifolium*.

- *La zone 4 (Jbel Aklim Alkibir)*, correspond à l'arganeraie la moins peuplée, en fait l'arganier est représenté par 100 pieds occupant sur une superficie de 1,7 km², avec une très faible densité soit de 58 pieds/km² (Fig. 4C). Les arbres sont épineux, avec de petites feuilles obovales. Ils forment un matorral fortement dégradé à une altitude entre 250 et 300 m, sur un substrat calcaire, très rocailleux, identique à ceux des zones 1,2 et 3. Les espèces accompagnatrices : *Calycotome infesta*, *Genista erioclada*, *Asparagus stipularis*, *Thymus munbyanus*, *thymifolia*, *Stipa tenacissima* et *Eryngium salicifolium*.

3.2. L'arganier de la plaine de Bou-Areg

La figure 4 montre les deux pieds qui existent encore dans la plaine de Bou-Areg : le premier pied se situe à Kariat Arekmane à une altitude de 40 m (Fig. 5A), dont les coordonnées géographiques sont de (35°05'28"N, 2°48'17"O) ; le deuxième se situe à Bled Arimane à une

altitude de 220 m (Fig. 5B) et dont les coordonnées géographiques sont de (35°02'24"N, 2°45'01"O). La taille de ces deux arbres est de 5,5 m. Ces arbres sont inermes, à grandes feuilles spatulées et à fruits assez longs. Le substrat est rouge, et constitué d'alluvions du quaternaire. Dans ce site et à cause de la forte dégradation l'écosystème à arganier (deux pieds recensés), nous n'avons pu identifier aucune espèce accompagnatrice.

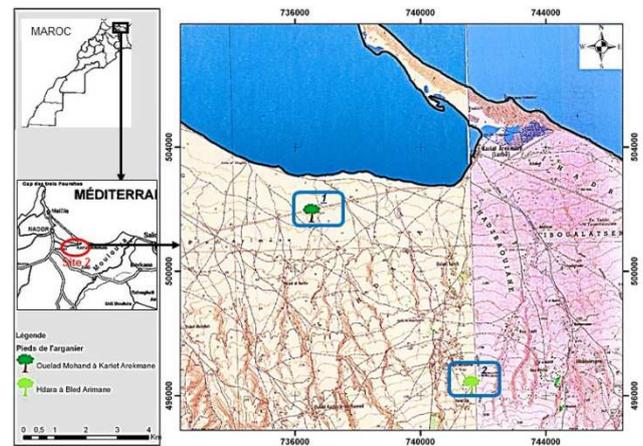


Fig. 4. Localisation des deux pieds témoins (*Argania spinosa*) dans le site 2 (plaine de Bou-Areg).

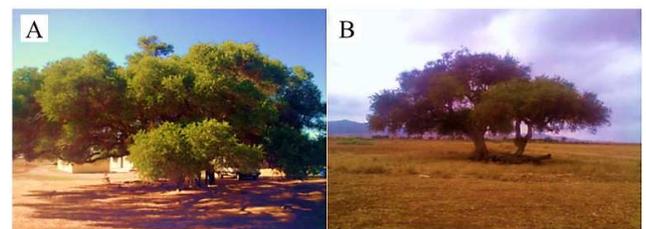


Fig. 5. Photos des pieds d'arganier prises dans le site 2. A : à Kariat Arekmane ; B : à Bled Arimane.

4. Discussion

Notre étude est en accord avec des études menées dans la région sur l'arganier [16,19,20] concernant l'existence de l'arganier dans la région orientale du Maroc. Ainsi, La présence de l'arganier dans les piémonts des Béni-Snassen occidentaux est favorisée par le climat. D'après

Haloui [16], l'existence de l'arganier dans les piémonts des Béni-Snassen occidentaux est due aux conditions écologiques optimales réunies dans cette région. En effet, la région reçoit les influences méditerranéennes, et elle est soumise à des températures clémentes à élevées. Cet auteur classe l'arganier parmi les condenseurs énergiques ; cette faculté intervient pour une part importante dans son adaptation au climat aride. Les stations isolées de l'arganier dans les piémonts des Béni-Snassen occidentaux et dans la haute vallée de l'Oued Grou (région de Rabat) sont les témoins d'une possible extension ancienne de l'espèce [22].

Pour l'arganier au niveau de la plaine de Bou-Areg, notre étude est en accord aussi avec celle de Réda Tazi et *al.*, [19] qui ont découvert pour la première fois, la présence de ces deux pieds dans la plaine de Bou-Areg, et qui sont de physionomie et d'aspects différents par rapport aux arbres des piémonts de Béni-Snassen occidentaux à cause du substrat et de la proximité de la mer. En effet, une étude menée sur l'arganeraie de trois zones du sud-ouest du Maroc a montré que 79% des feuilles sont obovales et seulement 13% sont de forme spatulée [32]. Les deux pieds de la plaine de Bou-Areg sont témoins de l'existence de peuplements plus importants avant l'assèchement du climat et le défrichement de la terre. En effet, d'après les habitants de Kariat Arekmane, et selon leurs ancêtres, la région était occupée il y a environ un siècle par des arbres d'arganier nommés dans la région « Aryana ». Ces derniers ont été abattus pour offrir cette terre au chef spirituel qui s'appelait "Lamkadem" pour en faire des cultures nécessaires à ses besoins. Les seuls pieds témoins étaient un lieu de repos ombragé pour les ouvriers agricoles. La découverte des pieds témoins de l'arganier au niveau de la plaine de Bou-Areg à Kariat Arekmane et à Bled Arimane justifie la grande superficie qu'occupait l'arganier [19].

Concernant le sol des zones occupées par l'arganier, ils sont de nature calcaire rocailloux dans les piémonts des Béni-Snassen occidentaux et rouge constitué d'alluvions du quaternaire au niveau de la plaine de Bou-Areg. En fait d'après Rieuf [33], lorsque les conditions climatiques sont remplies, l'arganier est à peu près indifférent à la nature du sol. Sur le plan altitude, on remarque la présence de l'arganier à une altitude qui varie de 40 m au niveau de la plaine de Bou-Areg et allant jusqu'à 363 m dans les piémonts Béni-Snassen occidentaux. Notre étude est en accord avec celles de Gentil [34,35] qui a cité que l'arganier occupe une tranche d'altitude allant du niveau de la mer jusqu'à 1600 m. La superficie occupée par l'arganier dans la région orientale du Maroc est de 7,2 km², qui est très faible comparée par rapport au Sud du Maroc où elle représente une superficie de 8300 km² [36], soit 0,09 %.

Concernant la richesse végétale accompagnatrices de l'arganier, on compte un nombre important d'espèces. L'inventaire des espèces qui se rencontre dans les peuplements d'arganier dans la région orientale du Maroc réalisé à partir de 24 relevés de la végétation montre l'existence de 83 espèces rangées sur 72 genres et 35 familles. Ces résultats confirment ceux de Ziri et Gmira [20], qui ont recensées 60 espèces à l'intérieur de ces peuplements réparties sur 32 familles et 52 genres. En effet, Naggare et M'hirit [37] ont mentionné que les écosystèmes à arganier se caractérisent par l'imbrication et l'interpénétration de diverses formations et espèces végétales. Ils représentent une richesse floristique et faunistique importantes où s'individualise un endémisme d'espèces végétales et animales [38].

Ainsi on a déterminé trois types de groupements d'arganiers : l'arganier à *Periploca laevigata* à Jbel Takermine et Teniet Albagra (Zone 1), l'arganier à *Tetraclinis articulata* à Jbel Mahjouba et Jbel Bouchene

(Zone 2), l'arganier à *Calycotome infesta* à A Jbel AL-Gandoul et Seffah (Zone 3) et à Jbel Aklim Alkabir (Zone 4). Nos résultats confirment ceux de Haloui [16] qui a mentionné que l'étude phytoécologique de l'arganier des Béni-Snassen occidentaux, distingue deux types de groupements : l'arganier à *Periploca laevigata* et *Kremieriella cordylocarpus* et l'arganier à *Calycotome intermedia* et *Asparagus albus*. Alors que d'après Benabid [26] l'arganier des piémonts des Béni-Snassen occidentaux appartient à l'association *Periploco-Tetraclinetum* sous association *Arganiotesum*.

Notre étude et nos observations sur le terrain ont révélé que l'arganeraie de plaine (plaine de Bou-Areg), la plus accessible et la plus convoitée par les agriculteurs est très fortement dégradée. En revanche, la dégradation de l'arganier des piémonts des Béni-Snassen occidentaux se fait à un rythme moins important vu l'attachement des populations rurales et des coopératives à cet écosystème, mais son vieillissement inquiète. Au fait, en montagne, nous avons remarqué que l'arganier est souvent victime d'un surpâturage qui empêche sa régénération naturelle par graine. Plusieurs études ont mentionnés également la régression de l'arganeraie à cause de son usage irrationnel [2,35,39,40,41,10,42,43,44]. De même, l'étude de Monnier [45] a montré que l'exploitation abusive et le défrichement sont les deux principaux dangers qui mènent à la disparition de l'arganier.

L'arganier de la région orientale du Maroc est une relique de cette espèce apparus au Maroc depuis le crétacé supérieur, époque à laquelle il se serait réparti sur une grande partie du pays. Après, lors du quaternaire, il aurait été refoulé au Sud-Ouest marocain par la dernière invasion glaciaire. Les populations existantes à Oued Grou et dans les Béni-Snassen s'expliquent par la conservation des conditions climatiques.

Remerciements

Nous tenons à remercier Pr. Noureddine Kouddane de la faculté des Sciences d'Oujda pour avoir consacré son temps pour la révision du manuscrit.

Références

- [1] B. El Fasskaoui, Études Caribéennes, 12 (2009).
- [2] P. Boudy, Economie forestière nord-africaine : Monographies et traitements des essences forestières, Vol. 2, Larose, Paris, 1950.
- [3] S. Tabet, M.S.A. Kechebar, S. Karoune, M. Belhamra, Journal Algérien des Régions Arides, 12 (2013) 39.
- [4] T. Aït Hamouda, S. Bendou, F. Abdoun, 2013. Congrès International de l'Arganier, Agadir, Maroc, 9-11 Décembre 2013.
- [5] A. Errouati, Problématique de la régénération assistée et des reboisements à base d'*Argania spinosa* dans la région du massif forestier d'Amsitten (Province d'Essaouira). Mémoire de 3ème Cycle, ENFI, Salé, Maroc, 42p, 2005.
- [6] A. Koutoua, 2007. Analyse écologique, phytosociologique et évaluation des bilans des plantations à arganier (*Argania spinosa*) en vue de la régénération et de la réhabilitation de ses écosystèmes naturels (Région d'Agadir, Taroudant et Tiznit, DREF/SO, Maroc). Mémoire de 3ème Cycle, ENFI, Salé, Maroc, 113p, 2006.
- [7] A. Adlouni, Revue Francophone des Laboratoires, 2009 (2009) 34.
- [8] H. Bennani, J. Fiet, A. Adlouni, Revue Francophone des Laboratoires, 2009 (2009) 23.
- [9] M. Aouragh, Dynamique du « paysage-arganeraie » dans le Sud-ouest marocain. Apport des données de télédétection et perspectives de les intégrer dans un

- SIG. Thèse de doctorat, Université Paris Sorbonne, Paris, 2012.
- [10] R. Nouaim, L'arganier au Maroc, entre mythes et réalités, L'Harmattan, Paris, 2005.
- [11] A. Bezzala, Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa* L.Skeels) dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Magistère en sciences agronomiques. Université El Hadj Lakhdar, Batna, Algérie, 2005.
- [12] L. Emberger, Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc, 4 (1924) 151.
- [13] L. Emberger, Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc, 5 (1925) 94.
- [14] R. Maire, Botaniska Notiser, (1939) 477.
- [15] V. Tregubov, Bull. Mus. Hist. Nat., Marseille, 23 (1963) 121.
- [16] B. Haloui, La végétation du Maroc oriental. Phytoécologie, phytomasse, minéralomasse et productivité des principaux écosystèmes forestiers. Thèse de doctorat, Université Med I Oujda, Maroc, 180p, 1991
- [17] M. Baumer, L. Zeraïa, La plus continentale des stations de l'Arganier en Afrique du nord, Rev. For. Fr. 3 (1999) 446.
- [18] R. Kéchaïri, Etude de l'Arganier de Tindouf. Mémoire de magistère. Université Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie, 144 p, 2009.
- [19] M. Reda Tazi, A. Berrichi. B. Haloui, Bull. Ins. Sci., Rabat, Maroc, 25 (2003) 53.
- [20] R. Ziri, N. Gmira, Congrès International de l'Arganier, Agadir, Maroc, 9-11 Décembre 2013.
- [21] P. Boudy, Guide du forestier en Afrique du Nord, La Maison Rustique, Paris, 1952.
- [22] J.P. Peltier, La végétation du bassin versant de l'oued Souss (Maroc). Thèse de doctorat ES-sciences, Université scientifique et médicale de Grenoble, 201p, 1982.
- [23] M. Barbero, A. Benabid, P. Quezel, S. Rivas-Martinez, A. Santos, Documents Phytosociol., Camerino, 4 (1982) 311.
- [24] A. Benabid, M. Fennane, Lazaroa, 14 (1994) 21.
- [25] A. Benabid, Flore et Ecosystèmes du Maroc, Ibis Press, Paris, 2000.
- [26] A. Benabid, Trav. Inst. Sci. Sér. Bot., Rabat, 34 (1984) 64.
- [27] P. Lejeune, Note technique forestière de Gembloux, 3 (2001) 1.
- [28] F. Bioret, 1995. Colloque International sur la Cartographie pour la Gestion des Espaces Naturels, Saint-Etienne, France, 13-17 novembre 1995.
- [29] A. El Aboudi, M.F. Smiej, M. Layelmam, B. Lacaze, XIèmes Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'AUF, Antananarivo, Madagascar, 3-7 Novembre 2008.
- [30] M. Aouragh, L. El Mahdad, A. El Mousadik, F. Msanda, C. Defaa, A. El Aboudi, Congrès International de l'Arganier, Agadir, Maroc, 9-11 Décembre 2013.
- [31] Z. Irzi, Les environnements du littoral méditerranéen du Maroc compris entre l'oued Kiss et le cap des Trois fourches. Dynamique sédimentaires et évolution, et écologie des foraminifères benthiques. Thèse de Doctorat, Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc, 311p, 2002.
- [32] A. Zahidi, F. Bani-Aameur, A. El Mousadik, Int. J. Curr. Res. Aca. Rev. 1 (2013) 13.
- [33] P. Rieuf, Cah. Rech. Agr. Maroc, 15 (1962) 8.
- [34] L. Gentil, La Nature, 1 (1906) 171.
- [35] O. M'hirit, M. Benzyane, F. Benchekroun, S.M. El Yousfi, M. Bendaanoun, L'arganier. Une espèce fruitière-forestière à usages multiples, Mardaga, Sprimont, Belgique, 1998.
- [36] H. Amzal, Étude de l'activité antioxydante des saponines du tourteau de l'arganier. Thèse de

**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.**

- doctorat, Université Mohammed V Agdal, Rabat, Maroc, 143p, 2010.
- [37] M. Naggare, O. M'hirit, *Sécheresse*, 17 (2006) 314.
- [38] Anonyme, Plan directeur des aires protégées. 2. Les sites d'intérêt biologique et écologique du domaine continental, Ministère chargé des Eaux et Forêts, Rabat, p154, 1995.
- [39] R. Nouaim, G. Mangin, M.C. Breuil, R. Chaussod, *Agro. For. Sys.* 54 (2002) 71.
- [40] M.R. Tarrier, M. Benzyane; *Sécheresse* 14 (2003) 60.
- [41] M. Alifriqui, L'écosystème de l'arganier. Étude réalisée pour le Programme des Nations unies pour le développement (Pnud-Maroc), 126p, 2004.
- [42] A. El Aich, A. Bourbouze, P. Morand-Fehr, *Ann. Rech. For. Maroc* 38 (2007) 124.
- [43] L. Kenny, I. De Zborowski, Atlas de l'arganier et de l'arganeraie, IAV Hassan II, Agadir, Maroc, 191p, 2007.
- [44] R. Bellefontaine, *Sécheresse* 21 (2010) 42.
- [45] Y. Monier, *Rev. For. Fra.*, 17 (1965) 750.