

# ETAT ET DYNAMIQUE DES PEUPELEMENTS A GENEVRIER THURIFERE (*JUNIPERUS THURIFERA* L.) DANS LES ATLAS MAROCAINS.

**Badri, W.\*, Gauquelin, T.\*\* , Bertaudiere, V.\*\*\* , Montes, N.\*\*\* & Fougrach, H. \***

\* *Laboratoire d'Environnement et d'Ecologie Végétale (LEE), F.S. Ben M'sik, Casablanca.*

\*\* *Laboratoire de Biosystématique et Ecologie Méditerranéenne, IMEP-CNRS, Faculté des Sciences de St-Jérôme, Marseille, France*

\*\* *Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Uni. P. Sabatier, Toulouse.*

\*\*\* *Laboratoire de Biosystématique et Ecologie Méditerranéenne, IMEP-CNRS, Faculté des Sciences de St-Jérôme, Marseille, France*

**Résumé :** Au Maroc, Le Genévrier thurifère forme des peuplements altimontains répartis sur le Haut et le Moyen Atlas. Ces formations sont, cependant, dans un état de dégradation très avancé. Cette dégradation s'explique par le fait que cet arbre constitue généralement, la seule source de bois et de fourrage dans ces milieux de haute montagne. Dans ce travail, les auteurs proposent à travers l'étude de 18 formations, un modèle de dynamique des thuriféraires marocaines. Ce modèle se base sur l'évolution de la phytomasse aérienne en tenant compte de la densité. Dans l'ensemble ce modèle montre une évolution régressive des différentes thuriféraires principalement en raison d'une régénération naturelle faible et d'une surexploitation abusive par la population locale. Si cette évolution régressive peut être inversé dans certains peuplements par la mise en place d'un système de gestion et de protection, ce n'est plus le cas dans d'autres peuplements où les arbres ont perdu leur capacité de reproduction.

**Mots clés :** *Juniperus thurifera* L., Atlas marocains, Phytomasse, Densité, régénération, Dégradation, Sexe-ratio.

## CONSERVATION STATE AND DYNAMIC OF JUNIPER THURIFEROUS STANDS (*JUNIPERUS THURIFERA* L.) IN THE MOROCCOATLAS MOUNTAINS

**Abstract** In Morocco, Juniper thuriferous sets up some stands distributed over the half and upper zones of Atlas Mountains. However, these woodlands are in a very advanced degradation condition. This degradation is explained by the fact that the tree is normally the only source for wood and forage in these high mountain environments. In this study, the authors propose a dynamic model for Morocco juniper thuriferous through a study of 18 stands around the Atlas area. This model is based in the evolution of the aerial phytomass related to the population density. Generally speaking, this model shows the regressive development of different types of juniper due to the difficult natural regeneration and to the overexploitation of the sources by the local population. If we could reverse this regressive development in some stands by carrying out a management system which consists in a forest protection, this situation wouldn't happen in other stands where the ecosystem is mainly affected by a lower capacity of natural regeneration.

**Key words:** *Juniperus thurifera* L., Morocco Atlas, Phytomass, Density, Regeneration, Degradation, Sex-ratio

## ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DINÁMICA DE LOS POBLADOS DE SABINAS (*JUNIPERUS THURIFERA* L.) EN LOS ATLAS MARROQUÍES

**Resumen** En Marruecos, la sabina albar forma poblados repartidos por la zona alta y media de las montañas Atlas. Sin embargo, estas formaciones se encuentran en un estado de degradación muy avanzado. Esta degradación se explica por el hecho de que este árbol constituye, por norma general, la única fuente de madera y de forraje en estos medios de alta montaña. En este trabajo, sus autores proponen a través del estudio de 17 formaciones repartidas en el conjunto del área de las Atlas, un modelo de dinámica de las sabinas marroquíes. Este modelo reposa en la evolución de la fitomasa aérea en relación con la densidad de la población. Globalmente hablando, este modelo muestra una evolución regresiva de las diferentes sabinas, debido principalmente a la difícil regeneración natural y a una sobreexplotación de las fuentes llevada a cabo por la población local. Si esta evolución regresiva se pudiese invertir en algunos poblados mediante la puesta en marcha de un sistema de gestión que significase una protección de los bosques, ya no se daría más el caso en otras poblaciones donde la resiliencia del ecosistema se ve particularmente afectada por la disminución de las capacidades de la regeneración natural.

**Palabras clave:** *Juniperus thurifera* L., Atlas marroquíes, Fitomasa, Densidad, Regeneración, Degradación, Sex-ratio

## INTRODUCTION

Au Maroc, et jusqu'à maintenant, très peu d'études ont été consacrées spécialement à la caractérisation dendrométrique des peuplements à *Juniperus thurifera* L. (Badri et al., 1994a ; Badri et al., 2000 ; Bertaudière 1999 ; Montes et al., 2002). On peut expliquer ces lacunes par le faible intérêt que représente cette espèce du point de vue économique à l'échelle nationale, par rapport à d'autres essences comme le Cèdre et le Chêne vert. Une prise de conscience récente a heureusement permis de mettre en valeur le rôle du thurifère dans la protection édaphique de ces milieux altimontains où le phénomène d'érosion du sol va croissant. Par ailleurs les peuplements que constitue cette espèce permettent à la population montagnarde de s'approvisionner en bois de chauffage et en fourrage et donc de mieux résister aux hivers très rudes qui sévissent dans ces milieux altimontains très hostiles.

Cette surexploitation doublée d'une absence quasi-totale de régénération naturelle serait responsable de la régression continue de l'aire de répartition de cet arbre (baisse de plus de 90% par rapport à sa surface climacique selon Barbero et al. (1990a)). Une telle régression pourrait aboutir à la disparition totale de cette espèce de la montagne marocaine dans les prochaines décennies (Benabid, 1987).

Le Génévrier thurifère forme généralement des forêts ouvertes (héliophile) colonisant les bioclimats subhumides à semi-arides dans les Atlas marocains (Alifriqui, 1986 ; El Alaoui, 1989 ; Badri et al., 1994b ; Ouhamou, 2005), principalement dans les domaines semi internes de haute altitude débordant rarement dans le domaine océanique. Cette espèce se développe indifféremment sur sol calcaire ou sol acide. Cependant, ces peuplements sont généralement cantonnés dans les milieux à sols peu profonds et même en position rupicole, avec des pentes moyennes à très fortes, là où il est particulièrement compétitif.

Dans le cadre de nos études sur cette espèce nous avons étudié 18 formations réparties sur les Atlas marocains. Ces mesures, qui ont porté sur la dendrométrie, la phytomasse et la régénération naturelle, nous ont permis de caractériser ces formations et aussi d'évaluer leurs potentialités et leur dynamique au Maroc.

## MATERIELS ET METHODES

Dans chacune des régions atlasiques considérées, 2 à 8 placettes ont été choisies au hasard et réparties sur l'ensemble de chaque peuplement. La surface des placettes est en générale de 3500 m<sup>2</sup> (50m x 70m), au total 58 placettes ont été inventoriées soit 1800 arbres.

Ces placettes ont fait l'objet de différentes mesures (Tab.1 et 2) : densité des arbres, densité des génévriers thurifère, hauteur des arbres, hauteur dominante des arbres, recouvrement du thurifère, la surface de projection du houppier sur le sol, le diamètre des troncs à 1.30m du sol (quand ceci s'avère possible), le nombre de tige par arbre, le nombre des individus jeunes (jeune arbre ne dépassant pas 1m, à ne pas confondre avec les arbres à sexe indéterminé), le nombre d'arbres au sexe indéterminé, le nombre d'arbre monoïque, le sexe-ratio et le nombre de souches mortes (coupées à la base ou encore en place).

Par ailleurs, dans le cadre d'un travail plus approfondi sur la thuriferaie de l'Oukaïmeden (Haut Atlas de Marrakech), nous avons étudié et évalué la phytomasse du génévrier thurifère en utilisant une méthode indirecte (basée sur l'établissement de modèles mathématiques reliant la phytomasse à des paramètres dendrométriques d'un échantillon d'arbres représentatif du peuplement) et ceci à partir d'un inventaire dendrométrique détaillée de huit placettes choisies au

hasard dans trois zones de densités différentes dans le peuplement (échantillonnage par stratification ; Rondeux, 1993). Le modèle de régression qui s'applique le mieux à notre peuplement est le modèle « puissance » ( $r^2$ ) :

$$\text{Phytomasse (Kg)} = 15,568 (\text{H} \cdot \text{Ph})^{0,8110}$$

Avec H : hauteur (m); Ph : surface de la projection du houppier au sol ( $\text{m}^2$ )

En appliquant cette équation aux autres peuplements nous avons pu évaluer leurs phytomasses (Tab.1 et 2).

La situation géographique des différents peuplements se trouve sur la figure 1 et leurs caractéristiques sont notées sur les tableaux 1 et 2. Les peuplements ont été groupés suivant la nature pédologique (Sol acide : 8 peuplements ; Sol calcaire : 10 peuplements).

## RESULTATS ET DISCUSSION

La dynamique des formations à genévrier thurifère au Maroc est très liée à une pression anthropique croissante dans la montagne marocaine. Cette dynamique régressive n'est pas propre à cette espèce, mais générale, elle affecte tout le domaine forestier marocain mais aussi la forêt méditerranéenne particulièrement pour les pays du Sud et de l'Est du bassin.

Les caractéristiques moyennes notées dans les tableaux 1 et 2 montre l'hétérogénéité au niveau de la structure, de la phytomasse et au niveau de la minéralomasse des différentes thuriferaies étudiées. Afin de mieux visualiser la dynamique de ces formations nous les avons représenté sur un graphique avec comme abscisse la phytomasse et pour axe des ordonnées la densité (Figure 2).

Ainsi les peuplements les moins dégradés actuellement se trouvent encore dans le haut Atlas (Oukaïmeden et Azzaden : 3) et les peuplements les plus dégradés se trouvent dans le moyen Atlas (Aguelman Sidi Ali : 13 et Tizi Bouzaabel : 16). Ce phénomène de steppisation (selon Barbero et *al.* (1990b), il s'agit de l'installation, au détriment des phanérophtes, de structures steppiques c'est-à-dire formations largement dominées par des hémicryptophytes ou chaméphytes bas, généralement à recouvrement non jointif et à cortège floristique peu diversifié colonisant des sols peu évolués) à pour cause principalement :

- Le surpâturage par les troupeaux directement sur l'arbre ou après coupe des branches,
- Le prélèvement du bois pour le chauffage, la cuisson, la construction des portes et aussi comme poutre de soutien pour la construction des toits.
- La distillation de goudron qui est très utilisé en médecine traditionnelle pour soigner la population locale mais aussi pour soigner les troupeaux.
- De même nous ne pouvons pas écarter l'éventuelle influence du changement climatique. Cette cause a déjà été proposée par d'autres chercheurs principalement pour la régression du *Juniperus excelsa* au Nord d'Oman (Fisher & Gardner, 1995).

Ces activités anthropogéniques croissantes ont pour conséquences :

- Une diminution de la densité et du recouvrement du thurifère. On passe ainsi d'une densité d'environ 200 pieds par hectare avec un recouvrement de l'ordre de 50% à une densité de seulement 20 à 30 pieds par hectare et un recouvrement de moins de 5%. Dans certaines vallées très encaissées la densité peut atteindre 4 ou 5 pieds par hectare.
- Une diminution de la phytomasse et de la minéralomasse de ces peuplements. La phytomasse est divisé jusqu'à 25 fois alors que la minéralomasse est divisé par 15. Cette

diminution continue de la productivité du bois conduit la population montagnarde, dont les besoins en bois sont croissants, à multiplier la pression sur cette ressource souvent la seule dans la haute montagne marocaine.

- Perte des potentialités sexuelles des arbres. Les arbres, en face d'une pression anthropique forte, auraient peut-être tendance -c'est l'hypothèse que nous formulons- à concentrer toute leur énergie dans le développement végétatif au dépens de leur aptitude sexuelle. Ainsi, le pourcentage des arbres asexués augmente et atteint 100% dans certains peuplements. Ceci écarte toute possibilité de régénération naturelle.
- Une réduction de la surface des sols à microédaphisme particulier. Ce type de sols particulièrement riche en humus et en éléments nutritifs existe seulement sous les arbres. Il paraît être le milieu le plus favorable à l'apparition et au développement des germinations naturelles du Genévrier thurifère. La disparition de ce microédaphisme a pour conséquence une diminution de la régénération naturelle, déjà difficile, de cet arbre.
- Une diminution jusqu'à disparition de la régénération naturelle dans les peuplements (arbres asexués, diminution du microédaphisme, germination difficile...). Ce phénomène aura pour conséquence un changement démographique des peuplements qui se trouvent ainsi constitués principalement par de vieux arbres.
- L'érosion des sols qui deviennent de plus en plus pauvres et forment des versants instables. Ce phénomène qui défavorise le développement de jeunes arbres, contribue à l'ensablement du sud de l'Atlas. En effet, les particules minérales responsables de la désertification proviennent essentiellement des versants déboisés de l'Atlas plutôt que du Sahara (Dembner, 1987).

La figure 2 montre l'évolution régressive des différentes thuriferaies, en l'absence d'une régénération naturelle suffisante et en présence d'une surexploitation abusive par la population locale. Les peuplements, du Haut Atlas Siliceux, vieillissent et ne présentent plus que des arbres dont la hauteur minimale est de 2m (sol profond). Ces peuplements (1,2,4,5 et 7) dont la densité varie de 40 à 70 pieds à l'hectare présentent des arbres imposants avec un recouvrement moyen de l'ordre de 10 à 20 % et une biomasse encore élevée (45 à 70 t/ha). Dans le Haut Atlas calcaire (9) où le sol est moins profond, la hauteur moyenne et la biomasse du peuplement sont moins élevées bien que la densité soit proche de celle de l'Azzaden.

Cette évolution régressive, atteint le point non-retour quant certains peuplements (13 et 16) ne sont plus constitués que par des arbres asexués et de plus dégradés. Dans ce cas là, la régénération naturelle est totalement écartée si bien que pour réhabiliter ces peuplements la seule solution est un éventuel renforcement des populations, par une réimplantation qui pour l'instant est très hypothétique. Ne connaissant pas les raisons de cette perte de la sexualité, une mise en défens ou une protection forestière ne garantirait pas une réactivation des potentialités sexuelle des arbres.

De plus certains arbres présentent de plus en plus des feuilles aciculées, peut être en liaison avec la pression anthropique très forte qui règne dans ces milieux. Un phénomène semblable a été signalé par Deil (1990) dans le Rif marocain.

Ainsi donc ces peuplements ne sont plus constitués que par des arbres clairsemés dans un milieu où les xérophytes épineuses en coussinets sont de plus en plus présents formant une steppe qui s'étend de plus en plus vers les plus basses altitudes en l'absence de couvert forestier. Ce phénomène, de steppisation évoqué plus haut, est accompagné par une évolution parallèle des sols où on assiste alors à une réduction de la matière organique dans les horizons supérieurs. Cela

conduit, le plus souvent, à une réduction de son infiltration par de l'eau et augmente le ruissellement. L'ensemble du processus conduit à une diminution considérable de la productivité biologique (Le Houerou, 1992).

Dans certaines régions du Moyen Atlas central, une déprise pastorale doublée d'une protection des forestiers a permis une régénération naturelle importante. Le pourcentage de jeunes individus est très élevé atteignant 53% du peuplement (Afenourir). Ce peuplement n'atteindra cependant les caractéristiques structurales d'une thuriféraie saine et bien développée, autrement dit réhabilité, que si des mesures de protections efficaces soit mise en place. N'oublions pas que le Thurifère, comme la plupart des Génévriers, est une espèce colonisatrice (Villar, 1997 ; Gauquelin et *al.*, 1999) mais cependant elle est moins compétitive par rapport au Chêne vert dans ces milieux particulièrement (Moyen Atlas calcaire).

Une telle réhabilitation ne sera efficace que si les conditions climatiques sont favorables et qu'une politique de conservation et de gestion est engagée en mettant en place un programme de développement durable qui intégrera la population locale. Une telle gestion permettra de protéger les jeunes plants qui sont souvent brouté ou piétiné par les troupeaux.

Il est fort probable que de telles mesures permettraient de réhabiliter la plupart des peuplements étudiés.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALIFRIQUI M.; 1986. Contribution à l'étude du milieu et de la végétation dans le Haut Atlas occidental d'Amizmiz (Massif de l'Erdouz-Igdat). *Thèse III<sup>e</sup> cycle, Université Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech*: 304 p + 1 Carte.

BADRI, W.; ZAOUI, E.; HAFIDI, M. & GAUQUELIN, T.; 1994a. Biomasse et minéralomasse aériennes d'un peuplement à Génévrier thurifère du Haut Atlas de Marrakech. *Colloque "Arbre et développement". Actes des Deuxièmes journées sur l'arbre. Université Cadi Ayyad, Marrakech* : 32-40.

BADRI, W.; GAUQUELIN, T.; MINET, J. & SAVOIE, J.M.; 1994b. Données météorologiques nouvelles sur le massif de l'Oukaïmeden (2570 m, Haut Atlas de Marrakech, Maroc): un exemple de climat de haute montagne méditerranéenne. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 7 : 190-198.

BADRI, W.; ZAOUI, E.; MONTES, N. & GAUQUELIN, T.; 2000a. Estimation de la phytomasse et de la minéralomasse aérienne d'un peuplement à Génévrier Thurifère du Haut Atlas de Marrakech. Comparaison avec d'autres thuriférais du Haut Atlas Occidental. *ONF- Les Dossiers forestiers*, 6 : 180 – 185

BARBERO, M.; BONIN, G.; LOISEL, R. & QUEZEL, P.; 1990a. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio*, 87: 151-173.

BARBERO, M.; QUEZEL, P. & LOISEL, R.; 1990b. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*, XII, 3 : 194-215.

BENABID, A.; 1987. Les grands écosystèmes terrestres et leur préservation. 2- Les écosystèmes éteints ou en voie de disparition. In *La grande encyclopédie du Maroc*, vol. Flore et Végétation : 186-190.

BERTAUDIÈRE, V.; 1999. Dendroécologie du génévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans la haute montagne méditerranéenne (Haut Atlas, Maroc) et dans une station xérothermique des Pyrénées centrales (France). *Thèse, Univ. Paul Sabatier, Toulouse*. 234 p.

- DEIL, U.; 1990. Approches géobotaniques pour l'analyse des structures végétales anthropiques à travers des exemples marocains. In. *Le Maroc : espace et société*, éd. A. Benchrifa & H. Popp, Passau (Passauer Mittelmeerstudien, vol. spéciale 1): 157-165.
- DEMBNER, S.A.; 1987. Arrêter la désertification au Maroc. *Profil de projet forestier n°5*, Département des forêts de la FAO, 4p.
- EL ALAOUI, M.D.; 1989. Etagement de la végétation et gradients climatiques dans le système atlasique marocain : le bassin versant de l'oued Tassaout (Haut Atlas Central, Maroc). *Thèse III<sup>e</sup> cycle, Université Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech, 2 tomes* : 386 p + 5 annexes + 1 carte.
- FISCHER, M. & GARDNER, A.S.; 1995. The status and ecology of a *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpus* woodland in the northern mountains of Oman. *Vegetatio*, 119: 33-51.
- GAUQUELIN, T.; BERTAUDIÈRE, V.; MONTES, N.; BADRI, W. & ASMÔDE, J.F.; 1999. Endangered stands of thuriferous juniper in the Western mediterranean basin : Ecological status, conservation and management. *Biodiversity and conservation*, 8 : 1479-1498.
- LE HOUEROU, H.N.; 1992. Biogéographie des steppes du Nord de l'Afrique : Bioclimatologie, Classification, Diversité Biologique, Fonctionnement, Evolution, Désertification, Réhabilitation et Développement Durable. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paul Valéry, Montpellier III* : 450p.
- MONTES, N.; BERTAUDIÈRE- MONTES, V.; BADRI, W.; ZAOUI, H. & GAUQUELIN, T.; 2002. Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the *Juniperus thurifera* L. woodland of Azzaden Valley (Morocco). *Forest Ecology and management*, 166: 35-43.
- OUHAMOU, A.; 2005. Flore et végétation du Parc National de Toubkal (Haut-Atlas de Marrakech, Maroc) : typologie, écologie et conservation. *Thèse d'Etat, Université Cadi Ayyad, Fac. Sci. Marrakech*: 319 p + 1.
- Villar, L.; 1997. Sabinares y enebrales. Los bosques Ibericos : una interpretacion geobotanica. Ed. *Planeta*, 469 p.

## TABLEAUS ET FIGURES

**Tableau 1 : Les caractéristiques dendrométriques moyenne des thuriferaies sur sol siliceux.**

Thuriferaies	Dth (Dtot) arb/ha	Hmoy ( $\sigma$ ) m	Hdom ( $\sigma$ ) m	SPhp ( $\sigma$ ) m	Recv Th %	Surf terr m <sup>2</sup> /ha	Nb Tig ( $\sigma$ ) tig/arb	Sex Indét %	Sexe- ratio F/M	Arbre monoi %	Jeun %	Souch mortes /ha	Phyto Masse t/ha	Mineralo Masse Kg/ha
Ouka	201 (210)	7.4 (2.7)	12.5 (1.6)	25.9 (22.7)	52.0	155.5	4.3 (3.2)	5.2	1.43	1.5	0.6	16	250.7	2713
1- Gourza	44 (48)	6.2 (1.6)	8.5 (0.9)	46.9 (20.9)	20.6	79.2	3.0 (1.3)	31.0	1.94	-	-	29	69.5	1516
2- Erdouz	41 (46)	6.1 (1.6)	7.7 (0.6)	48.9 (25.2)	20.0	86.1	3.0 (1.7)	29.0	1.60	-	-	27	72.6	1205
3- Azzaden	127 (135)	3.9 (1.8)	7.6 (0.9)	24.5 (19.9)	31.1	178.4	2.8 (2.1)	8.6	1.09	-	3.4	38	94.2	1008
4- Matat	49 (58)	4.9 (1.8)	7.3 (0.5)	31.0 (25.2)	15.2	69.3	2.4 (1.9)	3.1	1.18	-	0.9	30	66.7	675
5- Sud d'Around	68 (73)	4.9 (3.1)	7.3 (0.6)	33.6 (29.1)	22.8	88.7	3.2 (2.0)	27.0	1.63	-	-	44	54.2	488
6- Agouns	46 (51)	3.9 (1.4)	5.4 (0.9)	12.7 (10.9)	5.8	23.9	3.3 (2.2)	48.0	1.16	-	-	26	18.8	530
7- Zat	73 (76)	4.7 (2.4)	7.9 (1.1)	17.2 (14.6)	12.6	44.4	3.0 (2.0)	27.0	1.30	-	3.1	37	45.5	416

*Dth*: densité du thurifère. *Dtot*: densité totale. *Hmoy*: hauteur moyenne. *Hdom*: hauteur dominante. *Jeun*: jeunes  
*SPhp*: surface de la projection du houppier. *Surf terr*: surface terrière. *Sexe indét.*: arbre au sexe indéterminé.

**Tableau 2 : Les caractéristiques dendrométriques moyenne des thuriferaies sur sol calcaire.**

Thuriferaies	Dth (Dtot) arb/ha	Hmoy ( $\sigma$ ) m	Hdom ( $\sigma$ ) m	SPhp ( $\sigma$ ) m	Recv Th %	Surf terr m <sup>2</sup> /ha	Nb Tig ( $\sigma$ ) tig/arb	Sex Indét %	Sexe- ratio F/M	Arbre monoi %	Jeun %	Souch mortes /ha	Phyto Masse t/ha	Mineralo masse
8- Jbel Islah	49 (51)	3.5 (1.6)	5.3 (0.7)	19.9 (20.5)	9.8	14.8	3.1 (1.7)	11.8	1.99	-	11.8	20	28.4	621
9- Tizi n'Aït Imi	140 (156)	3.8 (1.0)	5.2 (0.6)	11.8 (9.0)	16.5	131.1	3.6 (2.9)	12.2	0.65	2.9	-	23	49.1	1293
10- Azourki	29 (89)	4.4 (1.8)	6.1 (0.4)	36.1 (28.3)	10.5	14.0	1.5 (0.8)	20.0	1.99	-	-	35	32.5	685
11-Tounfite	53 (77)	5.4 (1.5)	7.4 (0.5)	19.4 (13.0)	10.3	30.2	2.4 (1.5)	-	1.57	3.8	-	10	34.1	782
12- Tifratine	46 (49)	4.7 (2.4)	7.0 (0.5)	26.7 (20.7)	12.3	60.3	2.8 (1.9)	18.8	0.63	-	6.3	20	42.2	865
13- S.Ali Aguelman	20 (38)	5.9 (1.6)	7.4 (1.2)	18.1 (13.0)	3.6	23.1	5.1 (5.1)	64.3	0.67	-	-	9	11.5	422
14- Feldi	132 (149)	3.4 (1.9)	6.7 (0.7)	7.8 (10.9)	10.3	57.1	2.3 (2.1)	75.1	1.09	0.8	12.1	23	36.1	643
15- Afnourir	109 (126)	2.4 (2.8)	7.9 (0.8)	7.4 (12.7)	8.0	47.0	1.6 (1.7)	61.8	0.53	-	53.0	19	31.1	828
16- Tizi Bouzaabel	26 (32)	2.7 (0.8)	3.5 (0.5)	14.7 (14.6)	3.8	16.2	2.0 (1.0)	100.0	-	-	-	2	8.9	184
17- Moussa ou Saleh	59 (65)	3.7 (1.7)	6.5 (0.6)	19.8 (15.7)	11.7	109.2	2.6 (1.9)	78.0	1	-	1.9	25	35.3	697

*Dth*: densité du thurifère. *Dtot*: densité totale. *Hmoy*: hauteur moyenne. *Hdom*: hauteur dominante. *Jeun*: jeunes  
*SPhp*: surface de la projection du houppier. *Surf terr*: surface terrière. *Sexe indét.*: arbre au sexe indéterminé.

Figure 1 : Localisation des thuriféraires étudiées sur la carte du Maroc septentrional

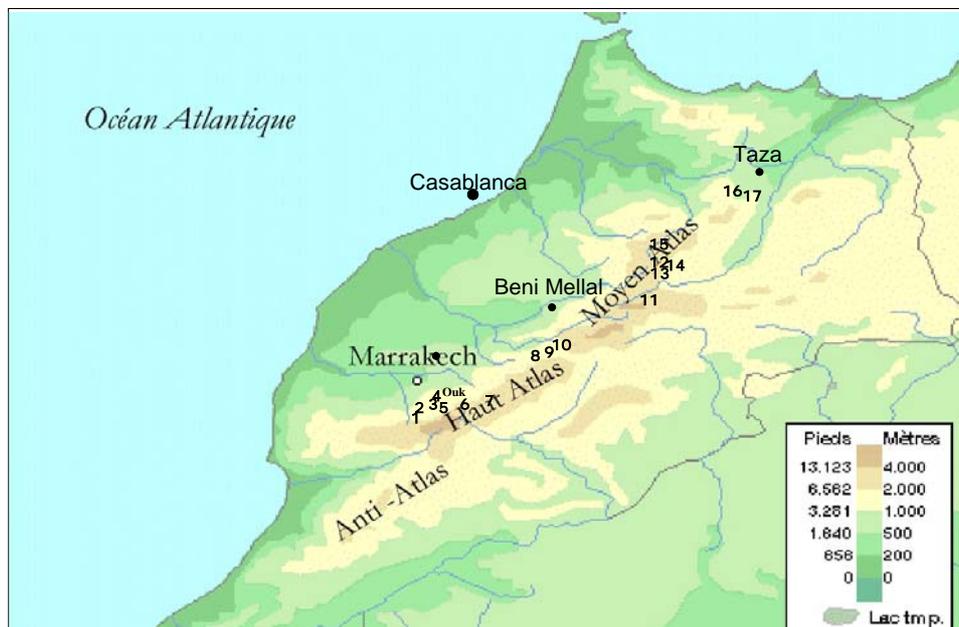


Figure 2 : Modèle de dynamique générale des thuriféraires marocaines. Evolution des thuriféraires en fonction de la biomasse et en tenant compte de la densité.

