

Valorisation des produits de l'arganier pour une gestion durable des zones arides du sud-ouest marocain

Zoubida Charrouf

**Laboratoire de Chimie des Plantes et de Synthèse Organique et
Bioorganique
Faculté des Sciences. Université Mohammed V.
B.P. 1014 Rabat - Maroc.**

Dans Collin, G. et Garneau, F.-X. (dir.), 1999

Actes du 4^e Colloque Produits naturels d'origine végétale (Ottawa 26-29 Mai 1998),

Laboratoire d'analyse et de séparation des essences végétales,
Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec,
p. 195-209.

L'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels) est un arbre endémique au Maroc où il constitue la deuxième essence forestière du pays, après le chêne vert et juste avant le thuya. C'est un arbre qui peut vivre de 150 à 200 ans. Il est très résistant à la sécheresse et à la chaleur. L'arganier pousse d'une façon sauvage et en abondance dans les zones arides et semi-arides du sud-ouest marocain, où il joue un rôle irremplaçable dans l'équilibre écologique et dans la préservation de la biodiversité. Grâce à son système racinaire puissant, il contribue au maintien du sol et permet de lutter contre l'érosion hydrique et éolienne qui menacent de désertification une bonne partie de la région. En plus de ce rôle environnemental, l'arganier présente un intérêt économique direct (fournissant une provende au bétail, du bois pour le feu et la menuiserie, une huile alimentaire, diététique et utilisé de tout temps en médecine traditionnelle) et indirect par les productions agricoles qu'il permet sous son ombrage.

L'arganeraie assure ainsi la subsistance de quelques 3 millions de personnes dont 2.2 millions en milieu rural. Les différentes productions de l'arganeraie fournissent plus de 20 millions de journées de travail dont 7.5 millions de journées essentiellement féminines pour la seule extraction de l'huile d'argan.

Malgré tous ses intérêts, l'arganeraie régresse en surface et en densité. Cette forêt qui s'étendait au début du siècle sur plus de 1 400 000 ha ne couvre actuellement que 828 000 ha et on estime que 600 ha sont perdus par an. Cette régression est essentiellement due à un déséquilibre écologique d'origine humaine.

Or dans les régions sèches et densément peuplées les préoccupations écologiques ne peuvent pas être dissociées des préoccupations économiques. Aussi la valorisation économique de l'Arganier par le biais de ses produits et l'implication des communautés locales peuvent-elles être un des moyens de relancer durablement cette foresterie rurale. En effet quand les arbres fournissent des vivres, des produits commercialisables et des produits consommables par le bétail, les populations sont plus sécurisées et investissent plus naturellement dans ces arbres qui rapportent.

Dans cette communication nous résumons les études phytochimiques et pharmacologiques réalisées sur les différents tissus de l'arganier et présenterons un projet de valorisation de l'huile d'argan par des coopératives de femmes.

I. L'huile d'argan

Le fruit de l'arganier a la grosseur d'une noix. Il est de forme variable ovale, arrondi ou en fuseau. Il est formé d'un péricarpe charnu ou pulpe qui recouvre un noyau très dur (noix d'argan) représentant environ un quart du poids du fruit

frais. La noix renferme une à trois amandes albuminés et huileuse. L'huile d'argan est extraite de l'amande, il en résulte une huile comestible et un tourteau. Cette huile représente 25 % de l'apport en corps gras dans la région où pousse l'arganier [Collier et Lemaire 1974]. Le rendement en huile dépend de la méthode d'extraction et peut varier entre 35 et 55 %.

I.1. Extraction de l'huile d'argan

Extraction artisanale

L'extraction de l'huile d'argan est réalisée par les femmes d'une manière très artisanale : Quand les fruits sont mûrs ils sont soigneusement débarrassés de leur pulpe. Les noyaux sont cassés à l'aide de pierres, puis les amandes sont mises à sécher dans des vases de terres. Elles sont ensuite torréfiées dans des plats en terre chauffés sur un feu doux. Les amandes grillées sont refroidies et moulues dans un moulin à bras traditionnel. La pâte obtenue est de couleur brune, elle est malaxée manuellement avec de l'eau tiède pendant un certain temps. Pour extraire l'huile, on presse la pâte avec les mains jusqu'à ce qu'elle devienne dure. L'huile ainsi obtenue est abandonnée au repos, elle devient limpide, sa couleur est brunâtre et a un goût de noisette.

Le résidu de l'extraction ou tourteau est de couleur noirâtre et d'un goût amer. Il renferme encore une quantité importante d'huile 10 % et constitue un aliment très apprécié par les bovins.

Cette méthode d'extraction est lente car un litre d'huile demande 8 à 10 heures de travail. Le rendement dépasse rarement les 30 %. Cette huile se conserve mal à cause de l'eau ajoutée lors du malaxage ; traditionnellement on lui ajoute du sel pour mieux la conserver et on extrait de l'huile au fur et à mesure qu'on en consomme.

Extraction par la presse

Des essais d'extraction d'huile par pressage de l'amande de l'arganier, ont été réalisés par plusieurs auteurs [Gonet 1988, Rahmani 1992 et Charrouf et al 1997]. Dans certains cas le rendement d'extraction a été augmenté de 50 % par rapport à la méthode artisanale [Charrouf et al 1997].

Extraction par les solvants organique

Au laboratoire l'extraction de l'huile d'argan à partir de l'amande broyée est réalisée par l'hexane au soxhlet, le rendement est de 50 à 55 % [Charrouf 1984]

Une extraction industrielle est mentionnée dans la littérature [Hatinguais et coll. 1985]. Elle consiste à faire l'extraction avec un solvant organique de type

hydrocarbure éventuellement halogéné en présence d'un antioxydant lipophile représentant 0.02 - 0.1 % de poids des amandes. Cette huile sera destinée essentiellement à la cosmétologie car elle est dépourvue de goût et d'arôme et par conséquent ne serait pas appréciée par les populations.

Huile d'argan enrichie

L'huile d'argan enrichie [Fabre et al 1998] est obtenue par distillation moléculaire à partir de l'huile d'argan vierge. Il en résulte une huile dont la teneur en insaponifiable est trois fois plus élevée que celle de l'huile vierge. Cette huile est essentiellement utilisée en cosmétologie.

La distillation moléculaire de l'huile d'argan s'est effectuée sous une pression très réduite, une température de 270 °C et un temps de séjour très court de l'ordre d'une seconde. Le rendement de distillation est de 12 à 15 % par rapport à l'huile engagée.

L'huile d'argan enrichie ainsi obtenue, subit une étape de désodorisation par entraînement à la vapeur à 180°C, sous vide et sous flux d'azote de façon à éliminer les acides gras libres préconcentrés. Le rendement de purification est de l'ordre 85 %.

I.2. Utilisation en médecine traditionnelle

L'huile d'argan est utilisée soit dans l'alimentation soit comme produit de beauté. On lui prête des propriétés sur le dessèchement cutané et le vieillissement physiologique de la peau. Elle est indiquée dans le traitement de l'acné juvénile, de la varicelle et des rhumatismes. Elle présente des propriétés hypocholestérolémiantes et elle est conseillée chez les patients présentant des risques d'athéroscléroses.

I.3. Etude analytique de l'huile d'argan

Composition chimique

Elle a été étudiée par plusieurs auteurs, nous présentons ci-dessous les valeurs relevées dans la littérature pour l'huile artisanale, huile de laboratoire, l'huile industrielle et nos résultats concernant l'huile obtenue par pressage de l'amande torréfiée.

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile d'argan

	huile artisanale [Berrada 1972]	huile de laboratoire [Charrouf 1984]	huile industrielle *	Huile de presse	Huile enrichie [Fabre et al 1998]
masse volumique (g/m ³)	-	0.906	0.9	-	-
Indice de réfraction	1.4632	1.4685	1.466	1.473	-
Indice d'acidité	1.3	1.3	1	0.46	1.8
Indice de peroxyde	-	-	-	2.79	0.5
Indice d'Iode	96.1-97.9	98.1	102	-	-
Indice de saponification	190.9-193.8	195.2	201	190	-
Taux d'insaponifiable	1.03	1	1	1.02	3.8

* D'après une étude faite par le Laboratoire Pierre Fabre

Acides gras

La fraction glycéridique représente 99% de l'huile totale. Les triglycérides sont largement majoritaire : 95 %. L'analyse des acides gras de l'huile d'argan montre une prédominance des acides oleiques linoléiques près de 80% et un taux extrêmement faible d'acide linoléique. Nous résumons dans le tableau 2 les principales valeurs trouvées dans la littérature.

Les variations trouvées selon les auteurs peuvent être dues à l'origine de l'huile, aux méthodes d'extraction et de conservation de l'échantillon ainsi qu'aux conditions des analyses chromatographiques.

Tableau 2 : Composition en acide gras de l'huile d'argan

Acides Gras	H.A.1	H.A.2	H.A.3	H.L.	HPT	HPNT

Acide myristique C14:0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.16	0.15
Acidepentanedecanoïque C15:0	-	-	-	0.1	0.07	0.06
Acide palmitique C16:0	14.3	14.3	11.7	13.9	12.57	11.57
Acide palmitoléique C16:1	-	traces	0.1	0.2	0.10	0.09
Acide heptadécanoïque C17:0	-	-	-	0.1	0.08	0.09
Acide stéarique C18:0	5.9	5.9	5.0	5.6	5.94	5.32
Acide oléique C18:1	48.1	48.1	46.4	46.9	42.77	43.15
Acide linoléique C18:2	31.5	31.5	34.9	31.6	36.86	38.09
Acide linoléique C18:3	-	-	0.6	0.1	0.15	0.12
Acide nonadécénoïque C19:1	-	-	-	0.1	-	-
Acide arachidique C20:0	-	-	-	0.4	0.39	0.33
Acide gadoléique C20:1	-	-	-	0.5	0.35	0.37
Acide béhénique C22:0	-	-	-	0.1	0.15	0.12

H.A.1 : Huile artisanale [Berrada 1972]

H.A.2 : Huile artisanale [Huyghebaert et Hendrick 1974]

H.A.3 : Huile artisanale [Belcadi 1994]

H.L. : Huile Laboratoire [Charrouf 1984]

HPT : Huile de presse torréfiée [nos résultats]

HPNT : Huile de presse non torréfié [nos résultats]

Triglycérides

La fraction triglycéridiques a été isolée et analysée [Fellat-Zarrouck 1987 ; Maurin et coll. 1992]. Sa composition en acide gras est peu différente de celle de l'huile totale. L'analyse par chromatographie liquide haute performance a permis la séparation et l'identification des triglycérides individuels [Farines et coll. 1984, Fellat-Zarrouck 1987 et Maurin et coll. 1992]. On note la prédominance des triglycérides O,O,O - L,L,O - P,O,L - O,O,L - P,O,O (tableau 3).

L'analyse stéréospécifique [Maurin et coll. 1992] réalisée par application de la méthode de Brockerhoff [1965] montre que les acides gras saturés estérifient majoritairement les positions externes. L'acide linoléique occupe en majorité la position Sn-2, alors que l'acide oléique se distribue plus équitablement entre les trois positions. Les résultats de cette analyse sont groupés dans le tableau 4

Tableau 3 : Les triglycérides de l'huile d'argan

	Huile artisanale Fellat Zarrouck	Huile de presse
--	--------------------------------------	-----------------

	1985]	
LLL	6.6	8.2
LLO	14.2	17.0
PLL	5.1	6.4
OLO	16.7	18.9
SLL	-	2.6
PLO	14.2	12.9
PLP	7.6	1.0
OOO	14.7	13.5
SLO	-	4.4
POO	15.7	10.5
PLS	-	0.6
POP	3.3	1.1
SOO	5.1	2.6
POS	2.9	0.5

Tableau 4 : Distribution des acides gras individuels sur les trois positions du Sn glycérol (moles %)

Acide gras	Sn-1	Sn-2	Sn-3
C16:0	54.0	9.4	36.6
C18:0	19.4	1.7	78.9
C18:1	33.3	39.7	27.0
C18:2	29.5	40.0	30.5
C20:0	13.3	6.7	80.0

Insaponifiable

L'insaponifiable contient des hydrocarbures et des carotènes 37.5 %, des tocophérols 7.5 %, des alcools triterpéniques 20 %, des méthyl-stérols et stérols 20 % et des xantophylles 6.5 % [Charrouf 1984].

La recherche de la provitamine A sous forme de trans β carotène dans l'huile d'argan s'est avérée négatif [Collier et Lemaire 1974].

L'huile d'argan est relativement riche en tocophérols : 620 mg / kg (huile d'olive 320 mg / kg). Ils sont constitués de 69 % d' α -tocophérol (ou vitamine E) à action eutrophique, 16 % de β tocophérol, 13 % de γ -tocophérol et 2 % de δ -tocophérol [Charrouf 1984]. Les β , γ et δ -tocophérols sont connus pour leur activité antioxydante assurant ainsi une bonne conservation de l'huile.

La fraction stérolique est composée exclusivement de quatre dérivés du stigmastane (figure 1) : le Schotténol et le spinastérol sont les stérols majoritaires [Farines et Coll. 1981].

Spinastérol : stigmasta-7,22-dièn-3 β -ol (22-E, 24-S) : 44 %

Schotténol : stigmasta-7-èn-3- β -ol (24-R) : 48 %

Stigmasta-8,22-dièn-3 β -ol (22-E, 24-S) : 4 %

Stigmasta-7,24-28-dièn-3 β -ol (24-Z) : 4 %

On note l'absence des Δ -5 stérols qui sont les plus rencontrés dans les huiles végétales.

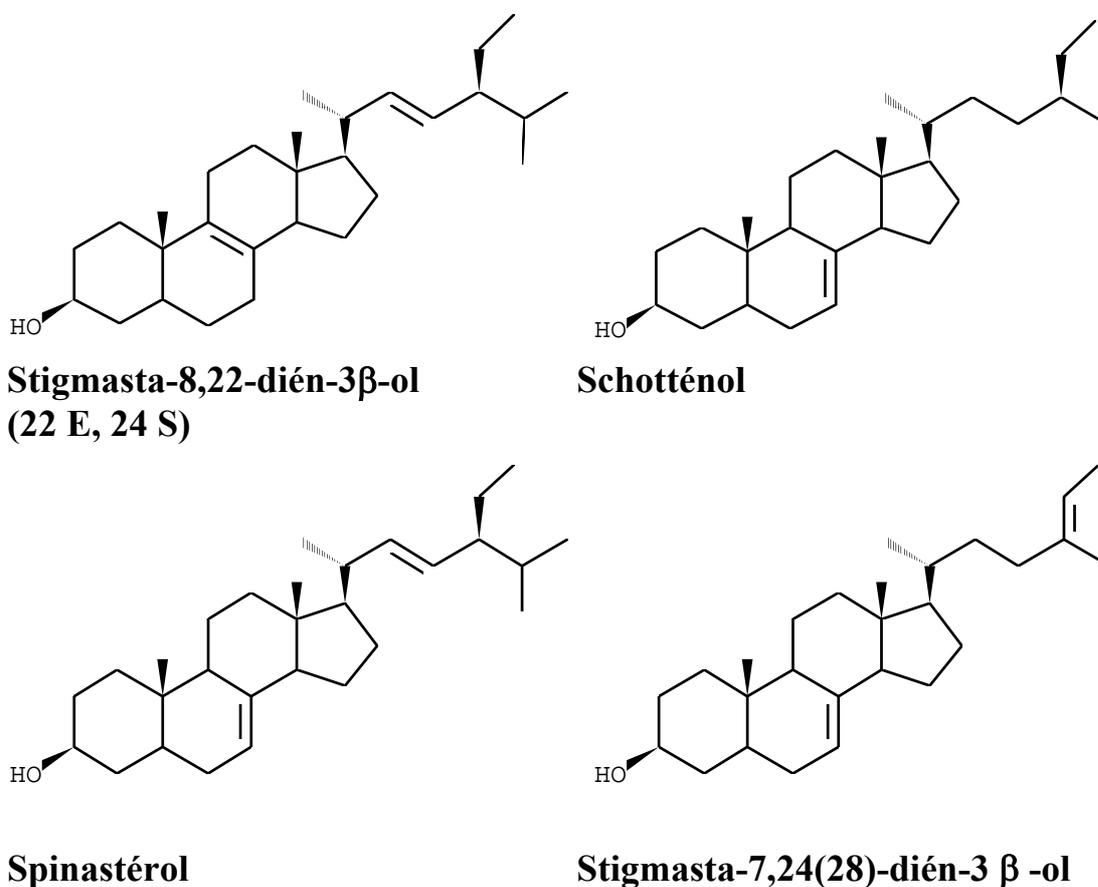


Figure 1 : Stérols de l'huile d'argan

Les alcools triterpénique et méthyl-stérols (figure 2) rencontrés dans l'insaponifiable [Farines et coll. 1984] sont :

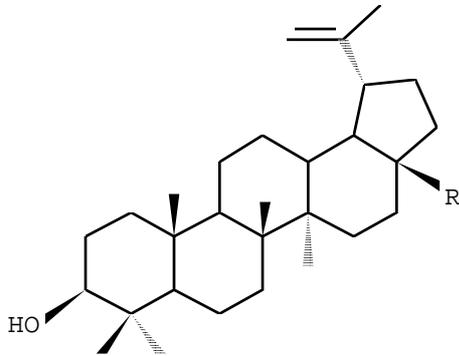
Lupéol (7.1 %)

Butyrospermol 20R (18.1 %)

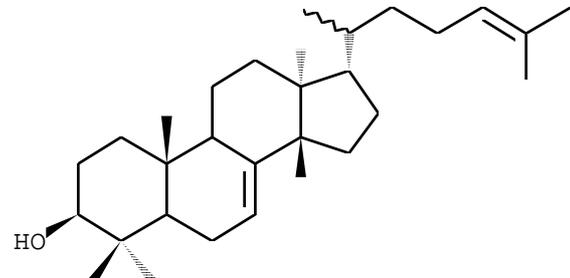
Tirucalol 20S (27.9 %)

β -Amyrine (27.3 %)

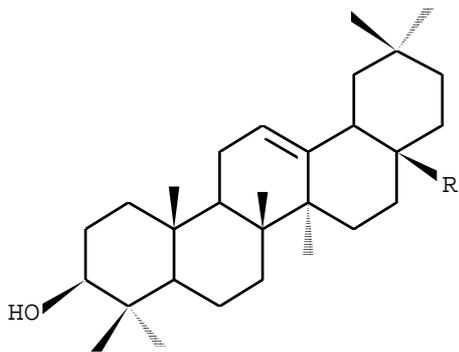
24-méthylène cycloartanol (4.5 %)
 Citrostadienol (3.9 %)
 cycloeucalenol (<6 %)



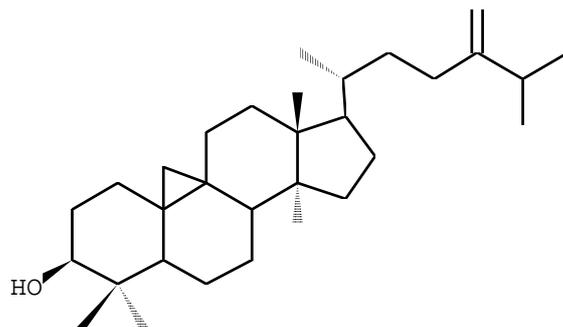
R = CH₃ : Lupéol
 R = CHO : Bétulinaldéhyde
 R = CH₂OH : Bétuline



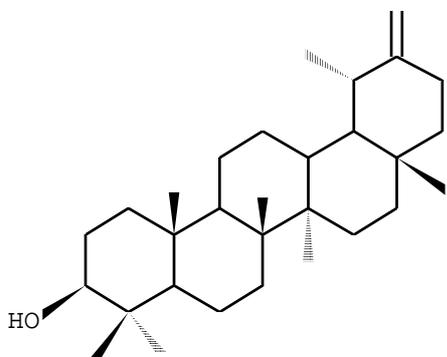
Butyrospermol 20 R
 Tirucallol 20 S



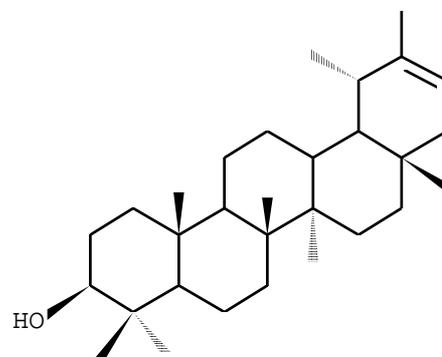
R = CH₃ : β-Amyrine
 R = CH₂OH : Erythrodiol



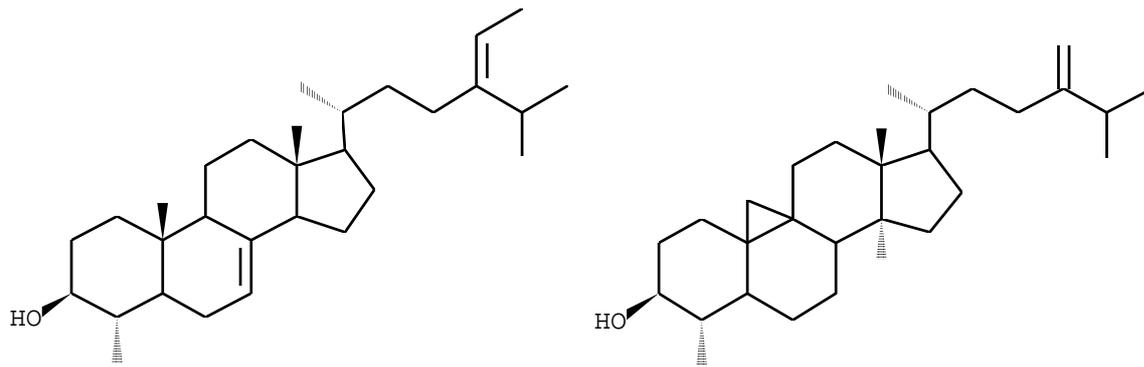
24-méthylène cycloartanol



Taraxastérol



Ψ taraxastérol



Citrostadiénol

Cycloeucalénol

Figure 2 : triterpènes et méthylstéroïdes de l'Arganier

I.4. Conservation de l'huile d'argan

L'huile d'argan se conserve relativement bien. Les travaux de Chimi et coll. [1994] ont montré qu'elle résiste nettement mieux à l'autoxydation que l'huile d'olive. Ces résultats seraient dus aux polyphénols (56 mg/Kg) et aux tocophérols (620 mg/Kg).

Les polyphénols identifiés sont l'acide caféique (2ppm) et l'oleuropéine (4ppm) [Chimi et coll. 1988].

I.5. Etude nutritionnelle

L'étude nutritionnelle, réalisée in vivo [Belcadi 1994], a montré d'une part, que l'ingestion de l'huile d'argan conduit à une modification des AGPI membranaires comparable à celle due à l'huile d'arachide et que d'autre part, cette huile relativement riche en vitamine E, provoque la stimulation d'une activité enzymatique liée à la détoxification et à la défense antioxydante des cellules. Il s'ensuit une diminution de la susceptibilité membranaire à la peroxydation qui serait à l'origine du vieillissement selon certains auteurs [Sohal et Allen, 1990 ; Ames et Shigenega 1992 ; Harman 1992].

I.6. Utilisation industrielle

La composition chimique de l'huile et son utilisation traditionnelle pour le dessèchement cutané et le vieillissement physiologique de la peau ont motivé certains laboratoires à l'incorporer aux produits cosmétiques. Elle est actuellement commercialisée par les Laboratoires Pierre Fabre : Galénic (gamme Argane), Yves Rocher (Accaciane), Cosmétique Médicale de Paris (Sunskin) et la société Colgate Palmolive (savon dermatologique 'Antinéa').

La gamme Argane de Galenic, dont le principe actif est l'huile d'argan, a vu le jour en 1985. Depuis cette date, l'huile d'argan a fait preuve de son efficacité dans la lutte contre la dévitalisation de la peau consécutive au dessèchement induit par la carence hormonale de la périménopause et de la ménopause.

De nouvelles formules ont été créées en 1993 et en 1997 par ce même laboratoire. La première est à base de l'huile d'argan enrichie par sa partie insaponifiable, et la deuxième, l'huile d'argan enrichie a été associée aux peptides d'argan. Ces derniers ont été obtenus par hydrolyse enzymatique des protéines extraites du tourteau de l'arganier [Fabre et al 1998].

Trois types d'activité ont été recherchés avec l'huile enrichie : l'activité antiradicalaire, la cinétique de contraction de lattice de collagène et l'étude de la perspiration cutanée chez la souris.

Les peptides d'argan ont été évalués pour leur activité stimulante de la prolifération et du métabolisme des cellules cutanées.

Ces résultats ont montré que les produits de soins de la ligne argane associant l'huile d'argan enrichie et les peptides d'argan permettent d'intervenir efficacement sur les effets cutanés de la ménopause [Fabre et al 1998] :

- En restaurant le film hydrolipidique et en augmentant les apports nutritifs au niveau des cellules,
- En relançant et en stimulant les échanges et l'oxygénation cellulaire,
- En améliorant la qualité du ciment intercellulaire,
- En neutralisant les radicaux libres et en protégeant le tissu conjonctif.

Par ailleurs, il semble que l'activité antiradicalaire serait due à la partie insaponifiable de l'huile. En revanche l'activité de l'huile sur la restauration de la barrière épidermique serait due à la partie glycéridique [Fabre et al 1998].

II. Tourteau

Le résidu de l'extraction ou tourteau est utilisé actuellement comme aliment pour bovins soumis à l'engraissement. Il est riche en glucides et protéines et renferme un important groupe pharmacodynamique constitué de saponines [Cotton 1888, Battino 1929, Charrouf 1991a].

II.1. Composition chimique

La composition chimique du tourteau décrite par Battino en 1929 est la suivante

Humidité : 26.3 %

Cendres : 3.6 %

Matières azotées 24.6 %
lipides 18.8 %
cellulose 17.6 %
autres glucides 9.0 %

II.2. Etude de l'extrait hydroalcoolique

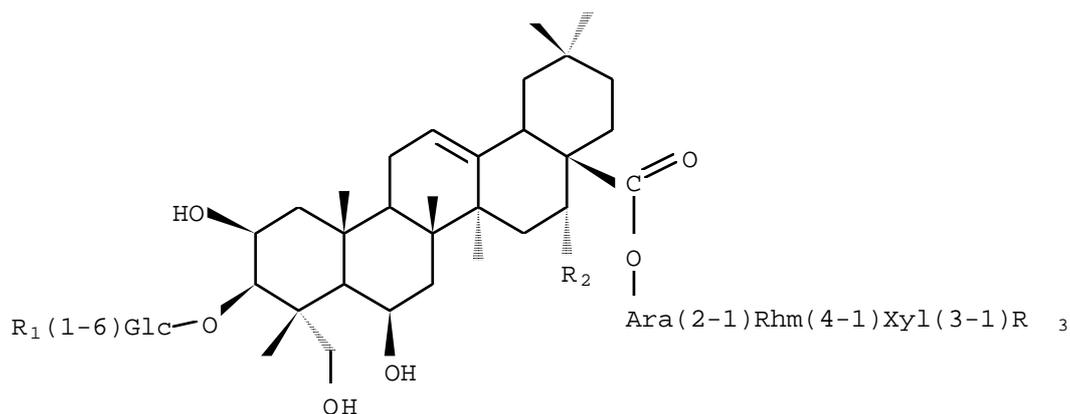
L'extrait hydroalcoolique représente 24 % du tourteau, il est riche en saccharose et renferme 4 % de saponines [Charrouf 1991a]. Comme ces derniers constituent un important groupe pharmacodynamique [Hostettman and Marston 1995, Waller and Yamasaki 1996] et compte tenu des tests biologiques préliminaires effectués par Battino en 1929, nous avons repris cette étude pour séparer et élucider la structure des saponines de l'arganier.

Elucidation structurale des saponines

La séparation du mélange des saponines s'est achevée par CLHP sur une colonne semi préparative en phase inverse moyennant une élution par palier d'acétonitrile-eau [Charrouf et coll. 1992a]. Leur élucidation structurale s'est accomplie par les méthodes chimiques et spectroscopiques. Ce sont des hétérosides bidesmosidiques ayant comme aglycone un triterpène de la famille Δ -12 oléanane : Acide protobassique ou acide 16- α -hydroxyprotobassique. Sept saponines ont été isolées et identifiées dont cinq sont de nouvelles substances naturelles [Charrouf et coll. 1992 a], nous les avons nommés Arganine A, B, C, D, E, F pour rappeler leur origine botanique (figure 3).

Les saponines sont des substances naturelles à large spectre d'activité biologique ; certaines sont déjà utilisés en thérapeutique comme : anti-inflammatoire, veinotonique, stimulants diurétiques et antitumoraux [In : Hostettmann et Marston 1995].

Des structures très proches aux arganines sont décrites dans la littérature [Foresta et coll. 1988] ayant des activités analgésique, anti-inflammatoire, antioedémique et mycolytique, ceci nous a conduit à entreprendre l'étude des activités pharmacologiques des saponines du tourteau de l'arganier.



Nom	R1	R2	R3
Arganine A	Glc	OH	Rhm
Arganine B	Glc	OH	Api
Arganine C	H	OH	Rhm
Arganine D	Glc	H	Rhm
Arganine E	Glc	H	Api
Arganine F	H	H	Api
Mi-saponin A	H	H	Rhm

Glc : β -D-Glucopyranose

Xyl: β -D-xylopyranose

Rhm : α -L-Rhamnopyranose

Api : β -D-Apiofuranose

Ara: α -L-Arabinopyranose

Figure 3 : Structure des saponines du tourteau de l'arganier

Activité biologique des saponines du tourteau de l'arganier

Les saponines sont largement utilisées dans la lutte contre la Bilhraziose [In Hostettman et Marston 1995], c'est ainsi que nous avons réalisés des tests molluscicides à l'égard de *Biomphalaria glabrata* (hôte intermédiaire de *Shistosomia mansoni*). Le mélange de saponines du tourteau de l'arganier est actif à 400 μ g [Charrouf 1991a , Charrouf et coll. 1992 b].

L'activité antifongique a été testée avec *Cladosporium cucumerinum* (champignon phytopathogène de la famille des Cucurbitaceae), *Polysticus versicolor* et un champignon pathogène pour l'homme : *Candida albican*. Les concentration minimales inhibitrice sont 12.5 et 50 μ g respectivement pour *C.cucumerinum* et *P.versicolor*. En revanche le mélange de saponines ne présente pas d'activité vis à vis de *Candida albican* [Charrouf 1991a].

Le test larvicide a été effectué sur les larves d'*Aedes aegypti* (moustique vecteur de la fièvre jaune) mais le résultat s'est avéré négatif [Charrouf 1991a].

Une étude de toxicité aiguë et chronique des saponines du tourteau de l'arganier a été menée en collaboration avec la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat [Bencheikh 1995, Alaoui 1998].

Cette étude est basée sur l'administration orale et intrapéritonéale d'un extrait aqueux chez la souris (Lops ofa). Le mélange des saponines du tourteau de l'arganier présente ainsi une toxicité aiguë relativement faible avec une DL50 = 80 mg /Kg IP et DL50 = 2g / Kg VO.

Administrées à raison de 200 mg / Kg une fois par jour pendant 3 mois, les saponines de l'arganier induisent :

- une diminution de la glycémie s'accroissant avec la durée du traitement
- une augmentation de la créatinine sanguine témoin d'une atteinte rénale
- une variation non significative malgré une tendance à l'augmentation des transaminases (ALAT et ASAT).

Les paramètres hématologiques (NFS) restent quant à eux inchangés au cours du traitement.

L'analyse histopathologique ne révèle qu'une dégranulation du glycogène hépatique rejoignant la diminution de la glycémie enregistrée pendant la durée du traitement et une altération tubulaire rénale focale en rapport avec l'augmentation de la créatininémie sanguine. L'intégrité du glomérule rénale écarte toutefois tout aspect toxique des saponines du tourteau de l'arganier.

L'activité analgésique périphérique (acide acétyl-salicylique-like) et centrale (type morphine) ont été réalisées avec le mélange de saponines [El Abidi 1995, Alaoui 1998]. L'activité analgésique périphérique est significative entre 50 et 300 mg /Kg VO, avec un pourcentage de protection maximal à 500 mg / Kg VO. En revanche ce mélange de saponines est dénué de toute action analgésique centrale et ce quelles que soit la dose et la voie d'administration utilisées.

L'action anti-inflammatoire a été menée in vivo sur les oedèmes à la carragénine ou par traumatisme expérimental chez le rat. La réduction du volume de la patte a été observée dès 10 mg / Kg VO. A la dose de 50 et 100 mg / Kg VO, le pouvoir anti-inflammatoire est analogue à celui de l'Indométhacine 10mg/kg VO [Bouroud 1995, Alaoui 1998].

L'étude de l'action anti-inflammatoire in vitro a montré que les saponines de l'arganier s'opposaient à la dégradation du liquide synovial du bœuf.

Les saponines de l'arganier présentent par ailleurs une activité antiradicalaire vis à vis du DPPH avec une CI25 égale à 85 mM et vis à vis des radicaux hydroxyyles OH avec une CI 25 égale à 0.56 M

D'autres tests sont en cours de réalisation, le but est de promouvoir leur utilisation comme produit pharmacodynamique ou composé industriel.

III. Pulpe

III.1 Composition chimique

La pulpe du fruit de l'arganier riche en glucide constitue un excellent aliment pour le cheptel vivant dans l'arganeraie. Le tableau 5 résume les données de la littérature concernant la composition chimique de la pulpe.

Tableau 5 : Composition chimique de la pulpe

Désignation	Fellat-Zarrouck 1987	Sandret 1957	Dupin 1949
humidité	20-50	20-21	21-23
Cendres	4.1 a	0.2	4.6
Cellulose	12.9	5.7	5.9
composés azotés	5.9	7.7	6.6
Extrait lipidique	6.0	-	5.0
Glucides réducteurs	15.7	25-28 b	12.0
Glucides sacchrifiables	2.8	-	11.5

a Na⁺ : 0.2 % ; K⁺ : 1.2 %

b Sucres totaux

L'extrait lipidique de la pulpe est constitué de glycérides 33.3 % ; d'un latex (caoutchouc et gutta percha) 63.4 % et d'un insaponifiable 3.3 % [Fellat-Zarrouck et coll. 1987].

III.2. Acides gras

La composition en acide gras de l'extrait lipidique est résumée dans le tableau 6. La différence entre les valeurs citées dans la littérature pourrait être due à la grande variabilité génétique de l'arganier ainsi qu'aux méthodes d'analyse. On note cependant un taux relativement élevé en acide myristique (C14:0 = 4.3 %) et en acide linoléique.

Tableau 6 : composition en acide gras de l'extrait lipidique de la pulpe

Acides gras	Fellat-Zarrouck 1987	Hamdouch 1995
14 : 0	4.3	51.9
15 : 0	0.8	-
16 : 0	18.4	31.0
17 : 0	0.6	-
16 : 1	1.3	-
18 : 0	6.3	2.5
18 : 1	42.0	3.0
18 : 2	18.8	2.7
18 : 3	4.6	0.4
19 : 0	0.5	-
20 : 0	1.0	1.2
20 : 1	1.0	-

III.3. Insaponifiable

L'étude chimique de l'insaponifiable montre qu'il est constitué de triterpènes et stérols. L'erythodiol est le triterpène majoritaire, il constitue 24 % de l'insaponifiable [Charrouf et coll. 1990]. Les autres triterpènes sont le lupéol, l' α et la β -amyrine [Charrouf et coll. 1991b]. D'autres triterpènes ont été mis en évidence dans l'insaponifiable de la pulpe, il s'agit du taraxastérol, Ψ -taraxastérol, bétulinaldéhyde et bétuline [Charrouf 1991a] (figure 2). Les stérols identifiés sont le schotténol et le spinastérol (figure 1), leur teneur dans l'insaponifiable est inférieure à 0.4 % [Charrouf et coll. 1991b].

III.4. Le latex

Il est constitué du polyisoprène à 86 % de forme cis (caoutchouc) et 14 % de forme trans (gutta percha) [Battino 1929 ; Fellat-Zarrouck et coll. 1987].

IV. Feuilles

Les feuilles servent de pâturage suspendu pour les caprins.

L'extrait lipidique représente 4.4 % des feuilles. La filière triterpénique de cet extrait a été étudié par Chahboun [1993]. Contrairement à l'amande et à la pulpe, l'extrait lipidique des feuilles renferme 27 % d'insaponifiable. Ce dernier

renferme des stérols (5%), des méthylstérols (1%), des triterpènes monohydroxylés (32%) et dihydroxylés (22%) ainsi que des hydrocarbures et des tocophérols (16%). Les principaux composés isolés sont : α -Amyrine, β -Amyrine, lupéol, Ψ -taraxastérol, erythrodiol, spinastérol et scotténol (figure 1 et 2) [Chahboun J. 1993].

L'étude de la fraction flavonoïdique a montré la présence de la quercétine, la myricétine et de leurs hétérosides (figure 3) [El Kabous et coll. 1995]. Ces deux flavonols présentent des propriétés antifongiques et antibactériennes remarquable [Aumente Rubio et coll. 1988] à coté de leur pouvoir antioxydant.

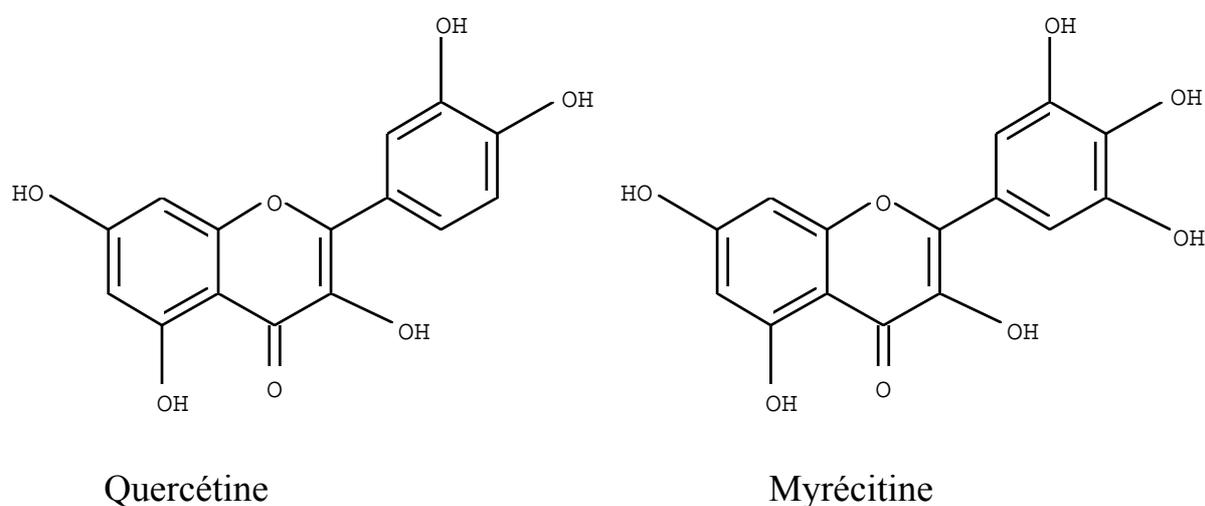
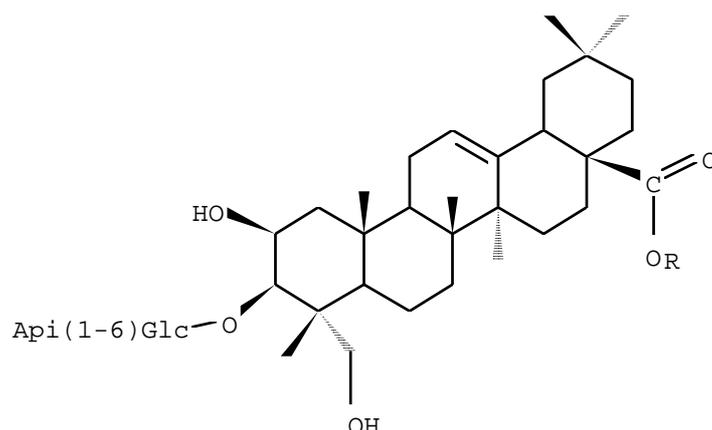


Figure 3 : Les flavonols isolés des feuilles de l'Arganier

V. Bois

Le bois est utilisé pour le chauffage, son étude phytochimique [Oulad-Ali et coll. 1995] a révélé la présence de nouvelles saponines triterpéniques : Arganine G, H et J (figure 4). Ces derniers sont des hétérosides de l'acide Bayogénine.



R = Glc : **Arganine G**

R = Ara : **Arganine H**

R = Ara (2-1)Rhm (4-1) Xyl (3-1) Api : **Arganine J**

Figure 4 : Les saponines du bois de l'Arganier

IV. Valorisation de l'huile d'argan au profit des communautés locales.

Afin de valoriser l'huile d'argan, produit principal de l'arganier, nous avons initié un projet de création d'une coopérative de femmes pour la production et la commercialisation de l'huile d'argan [Charrouf 1998].

Ce Projet pilote a pour but d'organiser 40 femmes qui produisaient de l'huile d'argan par la méthode traditionnelle, en coopérative de production et de commercialisation de l'huile d'argan. Ses objectifs sont les suivants :

- La promotion de la femme rurale,
- La valorisation de l'huile d'argan par la mécanisation du processus d'extraction et de conditionnement,
- La commercialisation de l'huile d'argan sur tout le territoire marocain et sur le marché extérieur,
- La préservation de l'arganier,
- La protection de l'environnement.

La valorisation de l'huile d'argan se fera par des procédés simples et accessibles à la communauté de femmes qui exploitent l'arganier.

Ainsi, la mécanisation du processus d'extraction sera introduite progressivement; le cassage des noix restera traditionnel ; le matériel de

torréfaction sera amélioré et une presse mécanique sera utilisée au lieu du pressage et malaxage traditionnel.

Le conditionnement de l'huile sera amélioré : l'huile sera mise en bouteille, une étiquette spécialement conçue sera collée pour garantir l'authenticité de l'huile, un sertissage inviolable sera placé.

Nous comparons dans le tableau 7 les deux méthodes d'extraction de l'huile d'argan : traditionnelle et pressage mécanique, faites après cassage des noix [Charrouf et al 1997, Charrouf 1998].

Tableau 7 : Extraction de l'huile d'argan par la presse et par la méthode artisanale

	Extraction artisanale	Extraction par la presse
Temps pour extraire 1 litre	4h	28 mn
Rendement d'extraction	63 %	95 %
Indice de peroxyde (meq O ₂ /kg)	2.41	2.79
Indice d'acide (exprimé en acide oléique)	1.74 g /100g	0.46 g /100g

Les résultats attendus par ce projet sont :

1. Une plus-value importante de l'huile d'argan qui va inciter les populations à protéger l'arganier et veiller à sa régénération,
2. Des revenus substantiels pour les femmes de la coopérative, ainsi qu'aux autres femmes qui contribuent à l'exploitation de la forêt,
3. Une diminution de temps et de la pénibilité de l'extraction,
4. L'Amélioration du rendement d'extraction et du conditionnement : production plus importante et garantie de la qualité du produit,
5. L'amélioration de la qualité de l'huile et la reproductibilité dans les résultats : une conservation plus longue et une commercialisation possible pour des usages extra-alimentaires (cosmétiques ou autres). En plus d'une disponibilité de l'huile d'argan dans le commerce à l'échelle nationale,
6. Des possibilités d'exportation de l'huile (apport de devises),
7. Des effets d'entraînement par la création d'autres coopératives,

8. Protection de l'environnement par la replantation de l'arganier, en effet chaque femme de la coopérative s'engage à planter dix arbres chacune par an.

Conclusion

Les résultats de recherche ont montré que l'arganier n'est pas un fossile en voie de disparition mais au contraire un arbre d'avenir pour certaines zones arides. Il devient pour cette raison impératif de conserver ce patrimoine universel par une utilisation durable de ses ressources avec la participation de la population.

Le projet de coopérative de femmes pour la production et la commercialisation de l'huile d'argan mérite d'être multiplié dans toute l'arganeraie. Ceci pourrait accroître l'intérêt et les revenus des populations concernées qui seront plus motivées à protéger et à régénérer l'Arganier. La multiplication des coopératives aura un impact très positif sur l'environnement, il permettra non seulement d'enrayer le processus de régression de l'arganeraie mais aussi de replanter une partie de ce qui a été perdu et donc de conserver ce rideau vert aux portes de Sahara.

Références

Alaoui Katim 1998

Toxicité et action pharmacologique des saponines du tourteau d'*Argania spinosa* L.
Thèse, Univ. Hassan II, Casablanca

Ames, B.N. ; Shigenaga, M.K. 1992

Oxidants are a major contributor to aging
In : Aging and cellular Defense Mechanism, Ann. N.Y. Acad. Sc. Vol 663 .Francescki, C.et al. eds 85-96.

Aumente Rubio M.D. ; Ayuso Gonzalez M.J. ; Garcia Giminez M.D. ; Toro Sainz M.V. 1988.

Les flavonols isolés d'*Erica andevalensis* Cabezudo-Ribera : contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de l'espèce.
Plantes Médicinales et Phytothérapie Tome 22 (2), 113-118.

Battino 1929

Thèse Paris.

Belcadi R., 1994.

Etude des variations du système antioxydant cellulaire en fonction de l'âge et de l'apport alimentaire d'acides gras polyinsaturés, chez le rat. Influence particulière de l'ingestion de l'huile d'argan.
Thèse 3ème cycle. Univ. Ibnou Zohr. Agadir

Bencheikh Nezha 1995

Etude de la toxicité aiguë et de la toxicité chronique des saponines de l'Arganier (*Argania spinosa*)

Thèse de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.

Univ. Mohammed V, Rabat

Berrada M., 1972.

Etude de la composition de l'huile d'argan.

Al Awamia, 42, 1-14.

Bouroud Hafida 1995

Etude de l'activité anti-inflammatoire des saponines d'*Argania spinosa*

Thèse de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.

Univ. Mohammed V, Rabat

Brockerhoff H., 1965

Stereospecific Analysis of triglycerides

J.Lipid Res. (6) 10-15

Chahboun J. 1993.

La filière triterpénique dans les lipides des feuilles d'*Argania spinosa*.

Thèse d'Université ; Univ de Perpignon. France

Charrouf M., 1984.

Contribution à l'étude chimique de l'huile d'*Argania spinosa* (L.) (Sapotaceae). Thèse Sciences

Univ. de Perpignon. France

Charrouf Z. ; Fkih-Tétouani S. ; Rouessac F. , 1990

Occurrence of Erythrodiol in *Argania spinosa*

Al Biruniya, 6, (2), 135.

Charrouf Z. 1991a

Valorisation d'*Argania spinosa* (L.) Sapotaceae : Etude de la composition chimique et de l'activité biologique du tourteau et de l'extrait lipidique de la pulpe.

Thèse Sciences, Univ. Mohammed V, Rabat.

Charrouf Z., Fkih-Tétouani S. ,Charrouf M., Mouchel B. 1991b.

Triterpènes et stérols extrait de la pulpe d'*Argania spinosa* (L.) Sapotaceae.

Plantes médicinales et Phytothérapie, XXV, 2-3, 112-117.

Charrouf Z. ; Wieruzeski J.M. ; Fkih-Tétouani S. ; Leroy Y. ; Charrouf M., Fournet B. 1992 a.

Triterpénoid saponin from *Argania spinosa*.

Phytochemistry, 31, (6), 2079.

Charrouf Z. ; Fkih-Tétouani S. ; Leroy Y. ; Fournet B.; Hostettmann K. ; Marston A. 1992 b.

Utilisation potentielle des composants du tourteau de l'Arganier comme molluscicides, fongicides et antiinflammatoire.

In : Atelier Oleasilva, Bamako (Mali) 6-10 Juillet.

Charrouf Z, El Kabouss A, Nouaim R. ; Bensouda Y. et Yaméogo R. 1997

Etude de la composition chimique de l'huile d'argan en fonction de son mode d'extraction.

Al Biruniya,

Charrouf Z. 1998

Valorisation de l'huile d'argan par des groupements de femmes.

In : Colloque International sur les ressources végétales 'L'Arganier et les plantes des zones arides et semi-arides' Agadir 23-25 avril

Chimi H.; Rahmani M. ; Cillard J. ; Cillard P. , 1988.

Etude de la fraction phénolique des huiles d'olive vierge et d'argan du Maroc.

Actes Inst.Agron.Vét. vol 8, (1 et 2), 17-21

Chimi H.; Cillard J. ; Cillard P. , 1994.

Autoxydation de l'huile d'argan. *Argania spinosa* L. du Maroc.

Sciences des Aliments, 14, 117-124.

Collier A.et lemaire B. 1974

Etude des caratenoïdes de l'huile d'argan.

Cah. Nutr. Diét. IX (4), 300-301

Cotton. 1888.

Etude sur la noix d'argan : nouveau principe immédiat, l'arganine. J. Pharm. Chim. 18 p298.

Dupin 1949

L'Arganier survivant de la flore tertiaire, providence du sud marocain.

Elevage et cultures 3, 28-34

El Abidi Aicha 1995

Etude de l'activité analgésique des saponines d'*Argania spinosa*.

Thèse de la Faculté de Medecine et de Pharmacie de Rabat.

Univ. Mohammed V, Rabat

El Kabous A. ; Charrouf Z. ; Touati D. ; Cherrah Y.; Nouaim R. et Anton R. 1995.

Etudes des flavonoïdes des feuilles de l'arganier.

In : Colloque "La Forêt face à la désertification : Cas des Arganerais" Agadir 26-28 Octobre

Fabre B. ; Fort-Lacoste L. ; Charveron M. 1998

L'intérêt de l'huile d'argan vierge et enrichie en insaponifiable ainsi que les peptides extrait de tourteaux en cosmétologie.

In : Colloque International sur les ressources végétales 'L'Arganier et les plantes des zones arides et semi-arides' Agadir 23-25 avril

Farines M. ; Charrouf M. et Soulier J. 1981

The sterols of *argania spinosa* seed oil,

Phytochemistry, 20, 2038-39

Farines M. ; Charrouf M. ; Soulier J. et Cave A. 1984

Etude de l'huile des graines d'*Argania spinosa* (L.) Sapotaceae. II- Stérols, alcools triterpéniques et méthylstérols de l'huile d'argan,
Rev.Franç.Corps Gras, 31, 443-448.

Fellat-Zarrouck 1987

Etude des corps gras d'origine marocaine : huile d'olive ; huile de sardines ; huile d'argan (*Argania spinosa*).
Thèse Univ. de Provence, France

Fellat-Zarrouck K., Smoughen S. et Maurin R. 1987.

Etude de la pulpe du fruit de l'arganier (*Argania spinosa*) du Maroc. matière grasse et latex.
Actes Inst.Agro.Vet.Rabat.7, 17-22

Foresta P., Ghirardi O., Gabetta B., Cristino A. 1988

EP 251, 197 (Cl. C07G3/00), 07 Jan. 1988, IT Appl. 86/48,208, 01 Jul. 1986 ; ref . : C.A. 109, 236992.

Gonet W. , 1988

Avancement des travaux de recherche sur l'extraction de l'huile d'argan au niveau du ménage.
In : Journées d'études sur l'Arganier. Essaouira 23-24 Juin.

Hamdouch-Aouad S. 1995

Etude de la composition chimique de la pulpe d'*Argania spinosa* (L.) Sapotaceae.
Thèse de 3ème cycle, Université Hassan II, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Casablanca.

Hatinguais P. ; Trebosc M.T. et Belle R. 1983.

Extrait lipidique du fruit de l'Arganier, Procédé de préparation et application en Cosmétologie. Brevet Paris (FRA) : INPI, 1983-5p.-FR 2553 788-B1;

Harman D. 1992

Free radical theory of aging : history.
In : Free radicals and Aging, Emerit I., and Chance, B. eds, Birkhauser Verlag Basel, Switzerland, 1-10.

Hostettmann K. and Marston A. 1995.

Chemistry and pharmacology of natural products : saponins
Cambridge University Press 1995

Huyghebaert et Hendrick 1974

Quelques aspects chimiques, physiques et technologiques de l'huile d'argan.
Oléagineux 1,29-31.

Maurin R. ; Fellat-Zarrouck K. ; and Ksir M. 1992

Positional analysis and determination of triacylglycerol Structure of *Argania spinosa* seed oil.
JAOCS (69), 2, 141-145

Oulad-Ali. ; Kirchner V. ; Lobstein A. ; Weniger B. ; Anton R. ; Guillaume B. and Charrouf Z. 1996

Structure elucidation of three triterpene glycosides from the trunk of *Argania spinosa*.
J.Nat.Prod. 59, 193-195

Rahmani M. , 1992

Possibilités d'amélioration qualitative et quantitative du processus artisanal d'extraction de l'huile d'Argan.

In : Atelier Oleasilva, Bamako, 6-10 Juillet.

Sandret F. 1956

La pulpe d'argan, composition chimique et valeur fourragère.

Annales de la Recherche Forestière du Maroc, 4, 151-175

Sohal, R.S., Allen R.G. 1990.

Oxidative stress as a causal factor in differentiation and aging : a unifying hypothesis.

Exp. Geront., 25, 499-522.

Waller G. and Yamazaki K. 1996

Saponins used in traditionnal and modern medicine

Plenum Press, New York and London