

Colloque international • 27-28 avril 2007 • Rabat

Synthèse des communications

L'arganier

Levier du développement humain
du milieu rural marocain

Synthèse coordonnée par P^r Zoubida Charrouf



Colloque organisé par



L'association Ibn Al Baytar

en collaboration avec



La Faculté des sciences
de Rabat



Le Haut Commissariat aux Eaux
et Forêts et à la Lutte
contre la Désertification

Colloque international

L'arganier

Levier du développement humain
du milieu rural marocain

organisé par



L'association Ibn Al Baytar

en collaboration avec



La Faculté des sciences de Rabat



Le Haut Commissariat aux Eaux
et Forêts et à la Lutte
contre la Désertification

27 ► 28 avril 2007

Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal, Rabat

L'arganier

Levier du développement humain
du milieu rural marocain

Sommaire

- 3** 20 ans de recherche-action pour faire de l'arganier un levier du développement durable du milieu rural marocain
Zoubida Charrouf
- 15** Problématique de la conservation et du développement de l'arganeraie
Benhammou Bouzemouri
- 20** Dynamique socio-économique dans la réserve de biosphère arganeraie (RBA)
Brahim Hafidi
- 23** L'arganier, produit de terroir et développement local
Mohamed Ouraiss, Asmae Benslimane
- 26** Projet de loi relative aux signes distinctifs d'origine et de qualité des produits agricoles et des denrées alimentaires
Abderrahmane Hilali, Martine Hrouch
- 27** Etat d'avancement du « projet arganier ADS/UE »
Ali Benkiran
- 28** Authenticité de l'huile d'argane et influence de l'origine sur sa composition chimique
D. Guillaume, M. Hilali, A. El Aziz Soulhi, L. Hachimi, Z. Charrouf
- 31** Coopératives d'huile d'argane : activités et impact sur le développement durable
Khadija Ibnou El Kadi
- 35** Alphabétisation fonctionnelle, outil du développement humain
Jamal El Achmit
- 38** Activité cosmétologique de l'huile d'argane et des dérivés de l'arganier
Gilles Pauly, Florence Henry, Zoubida Charrouf
- 41** La consommation d'huile d'argane : un bénéfice pour notre cœur et nos neurones
Abdelfettah Derouiche
- 43** Rôle de l'huile d'argane dans la prévention des maladies cardiovasculaires
Ahmed Adlouni
- 47** Introduction de l'huile d'argane dans l'alimentation parentérale
Y. Bensouda, N. Cherkaoui
- 48** Effet de l'huile d'argane et des dérivés de l'arganier sur le cancer et le diabète
S. Samane, J. Noël, Z. Charrouf, H. Amarouch, P.S. Haddad
- 50** Bénéfices de l'ingestion d'huile d'argane sur la fonction cardiaque en conditions physiopathologiques
N. Benajiba, J. De Leiris, Z. Charrouf, N. Mokhtar, H. Aguentaou
- 59** Effet des composants mineurs de l'huile d'argane sur le cancer de la prostate
Houda Bennani
- 61** L'huile d'argane, intérêts nutritionnels et effets immunomodulateurs
Nadia Meskini, A. Benzaria, A.F. Prigent, M. Lagarde

20 ans de recherche-action pour faire de l'arganier un levier du développement durable du milieu rural marocain

Zoubida Charrouf

*Professeur à la Faculté des sciences, Université Mohammed V-Agdal, Rabat
Laboratoire de chimie des plantes et de synthèse organique et bio-organique
Présidente de l'Association Ibn Al Baytar*

Introduction

La présente communication a pour objet d'informer les participants, d'une part, sur les recherches scientifiques entreprises sur l'arganier par notre Laboratoire et, d'autre part, sur les actions entreprises sur le terrain par l'Association Ibn Baytar pour appliquer les résultats de recherche obtenus et pour contribuer au développement local de la zone de l'arganeraie. L'objet de la communication va au-delà de l'information sur le bilan ; elle cherche à relancer la réflexion sur les perspectives d'avenir afin de faire de notre arganeraie un levier encore plus puissant pour le développement durable de notre milieu rural.

Après la présentation de notre patrimoine arganier, en termes de potentiel et de menace, la communication s'articulera autour de 3 axes :

- la recherche scientifique qui traite des programmes développés, des résultats obtenus et de leurs impacts sur les plans de la médecine et de la pharmacopée ainsi que des thèmes à développer dans l'avenir ;
- les résultats économiques obtenus par les femmes productrices et leurs coopératives et les perspectives qui leur seront ouvertes par la labellisation et la reconnaissance d'huile d'argane comme indication géographique ;
- le développement humain qui traite des améliorations enregistrées par les femmes aux niveaux individuels, de leurs familles, de leurs coopératives et de la communauté communale auxquelles elles appartiennent.

Cette présentation serait incomplète sans la mention de l'effort déployé pour la formation qui ouvre les perspectives de la relève par la jeune génération.

I. Présentation de l'arganeraie

I.1. L'arganier

Sa situation géographique, son climat, ses vastes plaines et plateaux et l'importance de ses chaînes de montagnes confèrent au Maroc une grande variété bioclimatique et une importante diversité bio-écologique. L'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels), arbre endémique au Maroc, constitue dans ce contexte, la deuxième essence forestière du pays, après le chêne vert et juste avant le thuya. C'est un arbre qui peut vivre jusqu'à 200 ans ; certains sujets de 250 ans ont pu être observés. La forêt d'arganiers, aussi appelée arganeraie, s'étend sur plus de 800 000 ha et compte plus de 20 millions de pieds. Cet arbre de la famille des sapotacées est particulièrement résistant aux conditions sèches et arides de cette région. Il peut en effet supporter des températures allant de 3 à 50 °C et se contenter d'une pluviométrie très faible.

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 menace de désertification une bonne partie de la région. L'arganier présente également un grand intérêt économique grâce à ses usages multiples. Chaque partie de l'arbre est utilisable et constitue une source de revenus ou de nourriture pour l'usager : le bois est utilisé comme combustible, les feuilles et les fruits sont un fourrage pour les caprins et les camelins, et l'huile extraite de l'amande est utilisée pour l'alimentation humaine et en médecine traditionnelle. L'arganeraie assure ainsi la subsistance de près de



2 millions de personnes, dont approximativement un million 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'argane.

L'arganeraie joue donc un rôle socio-économique et environnemental de première importance. Son statut législatif particulier (dahir du 4 mars 1925 et cahier des charges relatif aux pratiques agraires sous l'arganier du 20 juillet 1983) en fait une forêt domaniale dont le droit d'usage dédié aux populations locales est très étendu: droit de cueillette des fruits et de ramassage de bois à usage domestique, droit de parcours, droit de plantation sous les arbres.

1.2. L'huile d'argane

L'arganier produit de petits fruits de forme ovale, verts à jaunes, devenant bruns à maturité et contenant une coque très dure renfermant une à trois amandes. Ces dernières permettent l'extraction de la fameuse huile d'argane. Aujourd'hui, la renommée de l'huile d'argane dépasse largement les frontières du Maroc. L'engouement croissant que l'huile d'argane suscite auprès des populations occidentales (Europe, USA) et extrême-orientales (Japon) en témoigne aisément. Ces populations, qui n'ont découvert l'huile d'argane que récemment, voient en elle un produit rare, pur, naturel, inaltéré et qui permet l'alliance d'une alimentation savoureuse et saine et d'une hygiène alimentaire préservée et de qualité.

Préparation de l'huile d'argane

L'huile d'argane est une huile alimentaire et diététique, elle est préparée selon un protocole rigoureux et ancestral, transmis de génération en génération depuis des siècles.

Les différentes étapes de la préparation de l'huile d'argane ont longtemps été entièrement manuelles, de la récolte des fruits de l'arganier jusqu'à l'extraction proprement dite de l'huile. Elle est accomplie selon un savoir-faire ancestral réservé aux femmes de l'arganeraie. Cependant, depuis 1996, les coopératives et quelques industriels ont mis au point une méthode d'extraction semi-mécanisée. Cette technique permet la préparation reproductible, dans des conditions moins pénibles pour les femmes, d'une huile de meilleure qualité sanitaire et analytique.

L'extraction de l'huile d'argane selon la méthode artisanale nécessite de longues heures d'un travail physique et difficile. En effet, il faut compter en moyenne une vingtaine d'heures de travail pour produire un litre d'huile. Le rendement d'extraction est d'environ 1 % par rapport aux fruits et de 30 % par rapport aux amandons. Ceci explique aisément pourquoi l'huile d'argane est actuellement l'une des huiles les plus rares et les plus chères du monde. Le fruit débarrassé de la pulpe donne un noyau qui est concassé manuellement pour en garder l'amande. Celle-ci est ensuite pressée pour obtenir l'huile.

Pour la préparation de l'huile de qualité alimentaire, les amandes sont d'abord torréfiées puis pressées. Cette étape supplémentaire confère à l'huile une légère odeur de noisette qui lui est caractéristique.

Utilisation en médecine traditionnelle

Outre son emploi dans l'alimentation humaine, l'huile d'argane est utilisée en médecine traditionnelle pour les soins corporels et pour le traitement de l'acné juvénile, de la varicelle et des rhumatismes. Par ses propriétés hypocholestérolémiantes, elle serait indiquée pour la prévention de l'athérosclérose. Produit de soin complet, l'huile d'argane aurait des propriétés nutritives, protectrices et adoucissantes, régénératrices de la peau et des cheveux ternes et cassants. L'huile d'argane est utilisée aussi bien pour les soins des cheveux et du cuir chevelu que de la peau sèche et ridée. On la conseille pour les irritations, les eczémas, les gerçures et les brûlures. Elle apaiserait les rhumatismes et les douleurs articulaires, elle stimulerait et développerait les capacités cérébrales. Elle préviendrait les risques de fausse-couche et stimulerait la production de sperme (lutte contre l'azoospermie).

1.3. Problématique

Malheureusement, victime de sa générosité, mais aussi de l'évolution du mode de vie rural et du climat, l'arganeraie est fragilisée. Sa surexploitation agricole, l'érosion des sols et l'avancée du désert constituent autant d'agressions contre ce patrimoine unique. En moins d'un siècle, plus de la moitié de la forêt a disparu, et sa densité moyenne est passée de 100 à 30 arbres par ha. Pourtant, tous les travaux de recherche montrent que l'arganier n'est pas un fossile en voie de disparition, mais au contraire un arbre d'avenir pour certaines zones arides. Il est donc impératif d'améliorer les potentialités de production de l'arganier, pour que cet arbre retrouve sa place dans les systèmes agraires du Sud-ouest marocain.



L'importance de protéger l'arganeraie n'a échappé ni aux autorités locales ni aux autorités internationales. De nombreuses initiatives ont vu le jour pour préserver et développer l'arganeraie et enrayer sa régression. L'UNESCO et l'Etat marocain ont classé l'arganeraie marocaine « Réserve de biosphère (RBA) » en 1998.

Préoccupé par cette problématique, le Laboratoire de la faculté des sciences de l'Université Mohammed V-Agdal a lancé dès 1986 un programme de recherche fondamentale, de recherche appliquée et de recherche-action afin de contribuer à la préservation de ce patrimoine qui constitue le dernier rempart contre la désertification. Ce programme de recherche a pour finalité la préservation et le développement de l'arganeraie. Il est réalisé avec la conviction que la valorisation des produits de l'arganier et l'implication des communautés locales permettent un développement durable de notre ressource phytogénétique. Les retombées de ce programme sont aussi bien scientifiques, socio-économiques qu'environnementales.

II. Programme scientifique, résultats et impacts

L'action entreprise par le Laboratoire s'inscrit dans la complémentarité et l'harmonisation avec les travaux de d'agroforesterie entreprise par le Haut Commissariat des Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, les universités, les instituts...

Nos travaux permettent, d'une part, de donner confiance aux consommateurs d'huile d'argane via une qualité améliorée, ciblée par rapport aux diverses utilisations (sécurisation du marché) et un itinéraire technique optimisé et, d'autre part, de proposer de nouvelles voies de valorisation des co-produits d'extraction de l'huile d'argane et des produits issus de l'arganier afin de diversifier ses usages commerciaux.

Notre Laboratoire concentre son activité autant sur la recherche fondamentale que sur la recherche appliquée.

Dans le domaine de la recherche appliquée, nous nous sommes particulièrement concentrés sur la valorisation de l'huile d'argane. Nos efforts ont porté sur l'étude des facteurs influençant la qualité de l'huile, l'amélioration de ses procédés de préparation, sa conservation, l'identification de techniques de détection des fraudes et l'influence de l'origine (géographique et technique) des fruits sur la qualité de l'huile et ses propriétés organoleptiques. Ces études nous ont permis d'identifier plusieurs facteurs essentiels pour la production d'une huile de qualité et nous ont conduit à proposer des résultats vulgarisables à toute la filière d'huile d'argane (modification du mode de pressage, de séchage, refus du dépulpage par les chèvres....). Ces travaux ont donc permis un perfectionnement des méthodes artisanales bénéficiant à toutes les catégories de producteurs. Les procédés de fabrication de l'huile (séchage, dépulpage, pressage...) ont été en conséquence immédiatement modifiés au sein des coopératives de femmes, très impliquées dans ce secteur.

Un second aspect de notre travail de recherche fondamentale a été la démonstration scientifique des propriétés pharmacologiques traditionnellement attribuées à l'huile d'argane. Cette démonstration est essentielle pour asseoir l'image de l'huile d'argane auprès des consommateurs et donc pour assurer dans le temps sa commercialisation. Nos recherches ont porté sur l'huile d'argane totale et sur plusieurs de ses constituants minoritaires isolés. La démonstration de l'existence de composés possédant des propriétés pharmacologiques établies conférerait à l'huile d'argane une spécificité inégalable dans le domaine des huiles alimentaires.

Le même travail a été réalisé pour identifier de nouvelles molécules de différentes parties de l'arganier afin de les promouvoir comme produits pharmacodynamiques ou composés industriels. Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'isolement, au fractionnement et à l'élucidation structurale des saponosides, flavonoides, triterpènes et stérols issus des sous-produits de l'extraction de l'huile d'argane (pulpe, coque et tourteau), des feuilles et du bois de l'arbre.

II.1. Résultats obtenus pour l'huile d'argane

La technologie améliorée de l'extraction de l'huile d'argane et son nouveau packaging permettent de mieux la conserver. L'huile ainsi obtenue possède une composition chimique reproductible et stable dans le temps.

Les acides gras constitutifs des triglycérides rencontrés dans l'huile d'argane sont à 80 % des acides gras insaturés. La teneur en acides gras varie légèrement selon le lieu de récolte des noix d'argane. L'acide oléique, dont les propriétés encourageantes pour le traitement du cancer du sein ont été récemment démontrées, représente près de 48 % de ces acides gras. L'acide linoléique (vitamine F) est présent à hauteur de 32 %. Les acides gras saturés sont l'acide palmitique (environ 13 %) et l'acide stéarique (environ 5 %). Les autres acides gras rencontrés sont présents à l'état de traces. Ces différents acides gras et leur concentration respective confèrent à l'huile d'argane une valeur nutritionnelle et diététique certaine et justifient son emploi dans le traitement des maladies cardiovasculaires et du dessèchement et du vieillissement physiologique de la peau.



La spécificité de l'huile d'argane est sa forte teneur en acide linoléique (acide gras essentiel de la série oméga 6) dont les bienfaits pour la santé humaine ont été démontrés. La teneur en acide linoléique de l'huile d'argane peut être 10 fois supérieure à celle de l'huile d'olive, elle atteint une teneur proche de celle rencontrée pour l'huile d'arachide ou de sésame.

La fraction insaponifiable de l'huile d'argane renferme en quantité égale (20 %) des phytostérols et des triterpènes. Le schotténol et le spinastérol sont les deux stérols majoritaires, et ces molécules possèdent des propriétés protectrices pour l'épiderme. Enfin, l'huile d'argane est riche en tocophérols (7,5 %), composés aussi appelés vitamines E. La teneur en tocophérols de l'huile d'argane est deux fois supérieure à celle de l'huile d'olive. En particulier, l'huile d'argane contient des taux élevés en gamma-tocophérol, le tocophérol le plus protecteur contre les radicaux libres. Avec les polyphénols rencontrés dans l'huile d'argane à l'état de traces, les tocophérols participent sans aucun doute à la conservation de l'huile d'argane et à ses propriétés anti-radicaux libres.

Des études scientifiques récentes ont montré que l'application cutanée d'huile d'argane redynamise la peau, relance les fonctions vitales des certaines cellules épidermiques, restaure la barrière cutanée et neutralise les radicaux libres responsables du vieillissement cutané. Ces derniers sont largement générés par le rayonnement UV solaire, l'ozone et l'exposition à la fumée du tabac. En application dermatologique l'huile d'argane exerce donc un effet nourrissant, et elle stimule l'irrigation. Elle contribue à prévenir l'apparition des rides, de la cellulite, des vergetures et des pattes d'oie.

Sur le système cardiovasculaire, des tests cliniques ont démontré que l'huile d'argane abaisse les teneurs en cholestérol sanguin et en triglycérides. Ces résultats confirment que la consommation d'huile d'argane pourrait contribuer efficacement à la prévention des maladies cardiovasculaires.

II.2. Valorisation des autres tissus de l'arganier

L'étude des métabolites secondaires de l'arganier a été entreprise dans le but d'identifier des composés nouveaux conduisant à une augmentation de la valeur industrielle, donc commerciale, de l'arganier. En cas de succès, la protection de l'arganier et l'extension de l'arganeraie se trouveraient fortement stimulées.

Des feuilles de l'arganier, plusieurs flavonoïdes ont été isolés: la myricétine, la quercétine et quatre de leur dérivés glycosylés. L'extrait flavonoïdique total des feuilles de l'arganier possède une activité anti-microbienne, une activité anti-radicalaire et anti-oxydante ainsi que des capacités de protection cellulaire contre le rayonnement UV-A et UV-B. L'extrait flavonoïdique des feuilles d'arganier peut donc être proposé en cosmétologie comme protecteur de la peau. La confirmation de ces effets *in vivo* permettrait une forte valorisation des feuilles de l'arganier, leur récolte pouvant survenir lors du dépressage de l'arganeraie réalisé pour améliorer sa productivité.

Les feuilles de l'arganier contiennent également des substances volatiles et des huiles essentielles. Quarante-cinq dérivés ont été identifiés. De la pulpe du fruit de l'arganier, la (+)-catéchine, la (-)-épicatéchine, la rutine, l'acide p-hydroxybenzoïque et le résorcinol ont été isolés. L'érythrodiol, le lupéol, le spinastérol et la bétuline ont aussi été identifiés. Ces métabolites secondaires sont courants et n'apportent que peu de valeur à l'arganier.

De façon plus intéressante, l'arganier est riche en saponines, et la structure de quinze de ces composés, issus de différentes parties de l'arbre, a été identifiée. La majorité de ces molécules sont de nouvelles substances naturelles, décrites pour la première fois dans la littérature. Toutes les saponines identifiées à ce jour ont comme génine un dérivé de type Δ -12oléane fortement hydroxylé (l'acide protobassique ou acide 16 α -hydroxyprotobassique pour les saponines issues des fruits ou la bayogénine pour les saponines extraites du bois). De nombreuses saponines sont de type bidesmosidique avec une chaîne de sucres en position 3 et 28 de la génine. Les chaînes de sucres peuvent être linéaires ou ramifiées et contenir jusqu'à cinq résidus osidiques.

Quelques propriétés biologiques des saponines isolées du tourteau (le résidu d'extraction de l'huile d'argane) ont été déterminées. Ces saponines sont mollusquicides et antifongiques. Elles possèdent également une activité anti-inflammatoire consécutive à une interaction avec les leucotriènes. La toxicité aiguë des saponines du tourteau de l'arganier est réduite (DL50 de 1,3 g/kg). Suite à une administration chronique, les saponines du tourteau provoquent une diminution de la glycémie et induisent une toxicité rénale. Ces saponines présentent aussi une activité anti-oxydante et stimulent la lipolyse *in vitro*. Elles protègent aussi des effets néfastes des UV-B.

La qualité des travaux scientifiques réalisés sur l'arganier par notre équipe est attestée par le nombre d'articles scientifiques publiés sur ce sujet. Plus de quarante articles conduisant à l'approfondissement de la connaissance de l'arganier ont été publiés dans des journaux scientifiques de haut niveau, américains pour la plupart, et une centaine de communications dans des congrès nationaux et internationaux. Ces travaux sont très souvent réalisés par des chercheurs marocains en partenariat avec des chercheurs européens ou nord-américains.

Ceci permet la formation des futurs cadres de nos laboratoires.



III. La croissance économique

III.1. Régénération de l'arganeraie et amélioration de la commercialisation de l'huile

Parallèlement à son axe scientifique, notre programme a un côté socio-économique très marqué, qui reposait sur la constitution de coopératives de femmes productrices des huiles. Le réseau des premières coopératives de production d'huile d'argane a été fondé par la Faculté des sciences de Rabat et l'Association Ibn Al Baytar en 1996. Il avait pour objectif de sauvegarder l'arganeraie en informant les populations de la richesse de leur patrimoine naturel, en les formant à sa protection et en leur apportant les moyens d'organiser la production artisanale de l'huile puis d'en développer la commercialisation en commun. Ces coopératives, composées et dirigées exclusivement par des femmes, comme le veut la tradition de la production d'huile d'argane, avaient comme premier objectif leur sensibilisation à une récolte respectueuse de l'arganeraie et leur participation à sa reforestation, en engageant chaque femme à replanter 10 arganiers par an.

Mais au-delà de ce premier objectif il s'agissait d'améliorer leur statut social en leur assurant revenu et emploi. Il a été difficile au départ d'intéresser les femmes au projet des coopératives. Cependant, les plus vulnérables et marginalisées ont peu à peu acquis un sentiment de sécurité, de stabilité, de respect et de dignité.

L'organisation rigoureuse de la production et de la commercialisation de l'huile d'argane a permis un accès plus direct aux marchés de l'exportation, plus rémunérateurs que le marché local. De 1996 à 2005, accompagnant directement l'amélioration de la qualité de l'huile d'argane, le prix du litre est passé de 35 à 200 dirhams. Le montant versé aux productrices, calculé pour leur permettre un revenu décent, représente au moins 50 % du prix de vente à l'exportation ; le reste couvre les frais de transformation, de fonctionnement de la coopérative et de commercialisation.

Une nouvelle génération d'organisations a vu le jour suite à la formation par les coopératives d'une association professionnelle qui défend leurs intérêts, négocie avec les autres producteurs, définit des stratégies avec les autres acteurs de la filière pour améliorer l'image de l'huile d'argane et pour assurer la pérennité de la filière.

Le chiffre d'affaires des coopératives fondées par l'Association Ibn Al Baytar, qui était presque nul en 1997, est passé à 6 000 000 Dh en 2004 et à 8 000 000 Dh en 2005. De plus, les coopératives dont le sérieux est reconnu peuvent soumettre maintenant des projets auprès de différents bailleurs de fonds et obtenir des financements.

L'amélioration consécutive du niveau de vie des femmes travaillant dans les coopératives a conduit à leur meilleure intégration dans la vie communautaire et dans les circuits de commercialisation.

Les coopératives ont non seulement permis aux femmes d'améliorer leur niveau de vie, mais aussi leur compétence professionnelle, leur statut social et le bien-être de leur famille. De nombreuses activités de formation ont été organisées au sein des coopératives ainsi que des voyages sur le territoire national et à l'étranger pour la promotion de l'huile d'argane. Les contacts entre les diverses coopératives ont aussi permis aux femmes de rencontrer des personnes qu'elles n'auraient jamais eu l'occasion d'approcher sans ce projet. Les femmes ont ainsi retrouvé un pouvoir de décision et la capacité de gérer leurs revenus.

III.2. L'organisation en GIE

Du fait de l'engouement rencontré par l'huile d'argane sur les marchés étrangers (Japon, Etats-Unis, Europe, Canada...), il nous a semblé opportun de fédérer les premières coopératives, fondées par l'Association Ibn Al Baytar, en un Groupement d'Intérêt Économique (GIE) Targanine. Basé à Agadir, le GIE a pour mission d'aider les coopératives à commercialiser et à promouvoir leurs produits, notamment auprès des marchés d'exportation. Son conseil d'administration est constitué des présidentes des coopératives.

Le GIE travaille notamment sur les axes suivants :

- achats groupés ;
- commercialisation à l'export et sur le marché marocain ;
- communication promotionnelle autour des coopératives ;
- marketing-produit ;
- label-qualité et commerce équitable ;
- formation du personnel encadrant des coopératives.

Cette initiative a servi d'exemple pour la création d'autres GIE, notamment à Taroudant et à Essaouira.

III.3. La labellisation « commerce équitable »

Les valeurs du GIE Targanine s'intègrent parfaitement dans celles du commerce équitable : solidarité, indépendance, participation, démocratie et responsabilité. C'est pourquoi l'association Ibn Al Baytar a entrepris



une étude concernant l'intégration du GIE dans le réseau du commerce équitable (CE), car le produit et le projet social et environnemental de Targanine correspondaient déjà à ce type de clientèle.

Plusieurs éléments nous ont incité à conseiller au GIE Targanine de s'orienter vers le CE en raison des caractéristiques du marché des produits de l'arganier : un marché déstabilisé, une augmentation de la concurrence au niveau local, la multiplication des coopératives adhérentes au GIE Targanine. Pour ce faire, une évaluation de la structure selon les critères du commerce équitable a été entreprise. Les résultats ont souligné les atouts de Targanine qui ont servi à convaincre les partenaires potentiels, et ils ont mis en exergue les points faibles sur lesquels il faut travailler pour réaliser les progrès nécessaires.

Le GIE Targanine a actuellement 8 partenaires de commerce équitable. Ces partenaires se situent dans différents pays : France, Italie, Autriche, Belgique et Maroc. Leurs relations avec le GIE Targanine sont récentes pour la plupart. Les relations en commerce équitable étant un peu plus complexes que de simples relations commerciales, beaucoup d'organismes n'ont pas encore finalisé leur projet de partenariat.

Le chiffre d'affaires des produits Targanine avec les partenaires travaillant dans un esprit de commerce équitable a doublé entre 2005 et 2006 et pourrait être multiplié par 30 en 2007.

III.4. La labellisation indication géographique

Une autre fenêtre est ouverte au développement de l'arganier à travers la labellisation. En effet, l'huile d'argane est susceptible d'obtenir la reconnaissance, au Maroc et dans le monde entier, d'une indication géographique (IG). Une telle reconnaissance lui ferait bénéficier du statut de protection intellectuelle, la protégeant contre toute concurrence déloyale. En effet, l'indication géographique constitue un droit de propriété intellectuelle, autonome, au même titre que la marque. Ce droit est expressément reconnu dans les accords de l'OMC qui touchent au commerce, plus connus sous le sigle ADPIC ou TRIPS (en anglais).

Face à la mondialisation et à la concurrence de l'agro-industrie, il est primordial que l'huile d'argane bénéficie d'un label IG. En effet, la qualité et l'origine certifiée sont deux valeurs importantes pour le consommateur d'aujourd'hui. Or, l'huile d'argane a une qualité, une histoire et une réputation liées à son origine géographique. Pour ces raisons, l'huile d'argane doit être protégée à l'échelle internationale contre les usurpations. Ainsi, la valeur ajoutée liée à la production et à la transformation reste dans la région et permet aux producteurs et artisans locaux de s'assurer un revenu avec leurs produits originaux et de haute qualité. Ce bien de haute valeur culturelle ainsi que des connaissances locales peuvent ainsi être préservés et maintenus pour les générations futures.

La protection de l'huile d'argane sous le système des indications géographiques permettrait :

- l'affectation de la dénomination « huile d'argane » ou « argane » exclusivement pour les produits provenant du Sud-ouest du Maroc et élaborés selon des méthodes bien définies ;
- l'organisation rationnelle de la filière ;
- la valorisation des zones rurales où est produite l'huile (valeur ajoutée des produits à la vente, répartition des revenus au profit des producteurs, exportations, aménagement des coopératives, etc.) ;
- des perspectives de développement de l'activité touristique dans cette zone (dégustations, gîtes, restaurants, etc.).

L'ensemble de ces mesures sont de nature à ouvrir des perspectives prometteuses pour l'amélioration du revenu des populations locales et du développement local.

Le Maroc dispose d'une législation sur la protection de la propriété industrielle qui donne un cadre légal à l'enregistrement des IG au sein de l'Office marocain de la propriété industrielle et du commerce (OMPIC) : loi n° 17/97 amendée par la loi n° 31/05.

Le projet de loi n° 25/06 relatif aux signes distinctifs d'origine et de qualité des produits agricoles et des denrées alimentaires a été préparé par la DPVCTRF relevant du ministère de l'Agriculture. Ce projet de loi permettrait au Maroc de disposer d'une procédure de reconnaissance des IG ainsi que de règles de protection permettant d'assurer le respect de la qualité des produits qui seront protégés sous IG. Ce projet de loi, une fois approuvé par le parlement, permettrait de protéger l'huile d'argane.

Parallèlement aux textes juridiques, la Région Souss-Massa-Drâa, consciente des enjeux de cette labellisation, a initié une importante étude pour faire des produits de l'arganier des « produits du terroir ». En partenariat avec la région Aquitaine, elle prépare déjà l'évolution attendue en déployant de gros efforts pour mettre en place un plan stratégique IG « huile d'argane ».



IV. L'arganier : levier du développement humain

L'action entreprise par l'Association Ibn Baytar sur le plan économique s'est prolongée aussi sur le plan humain afin d'améliorer les conditions de vie des femmes – en tant que personnes et mères de famille – de renforcer l'action des coopératives auxquelles elles appartiennent et, enfin, de contribuer au développement de leurs communes et de leur région.

IV.1. Sur le plan personnel et familial

Dans le cadre de son accompagnement régulier des coopératives, l'association Ibn Al Baytar a relevé des témoignages émouvants de femmes des coopératives. A titre d'exemple, lors d'un atelier de suivi, les points qui revenaient le plus souvent étaient : l'autonomie financière, la capacité de pouvoir faire des économies, la possibilité pour la première fois de fêter son anniversaire, la capacité de répondre convenablement à ses besoins, avoir un travail stable, pouvoir faire sa prière en lisant le Coran sans faute, être devenue une « star » dans son douar depuis que deux chaînes marocaines ont diffusé un documentaire sur la coopérative, se sentir utile à quelque chose, avoir confiance en soi, avoir sa place dans la société, pouvoir voyager, avoir sa dignité, avoir gagné le respect du caïd et pouvoir lui parler, avoir de nouveaux contacts, se familiariser avec les institutions publiques, utiliser son propre argent et en connaître la valeur, avoir signé un chèque pour la première fois.

Le nouveau pouvoir d'achat des femmes des coopératives a eu une incidence importante sur le bien-être général de leur famille. En effet, elles disposent dorénavant de revenus et peuvent désormais accéder aux soins médicaux et prestations sociales de base, scolariser leurs enfants, notamment les filles, et, d'une manière générale, améliorer leurs conditions de vie.

IV.2. Au niveau de la coopérative

Le relèvement du niveau intellectuel et culturel des femmes a eu des répercussions positives, non seulement sur la famille, mais aussi sur le fonctionnement des coopératives. Malgré les contraintes encore persistantes, des améliorations notables ont été constatées au niveau des réunions des organes de gestion, de l'application de la démarche participative, de la planification et du suivi-évaluation des activités, de la tenue de la comptabilité, etc. Ainsi, les premières coopératives créées ont servi d'exemple pour favoriser leur multiplication. Actuellement, on en compte environ quatre-vingt-dix, employant près de quatre mille personnes.

IV.3. Aux niveaux de la commune et de la région

La commune

Les coopératives participent ainsi au développement de leur commune où elles sont implantées, et leur activité a un effet d'entraînement sur la vie commerciale locale. Par exemple, les voyageurs se rendant de Essaouira à Agadir ont pu sans aucun doute remarquer la transformation de la ville de Tamarar au cours des dernières années.

La région

Il ne fait aucun doute que l'activité des coopératives et les efforts de promotion de l'huile d'argane faits au cours des dernières années ont contribué au développement du Sud-ouest marocain et à la promotion du tourisme régional. On ne compte plus les reportages présentés sur les chaînes marocaines, françaises, canadiennes, américaines, italiennes, japonaises, malaisiennes, belges, allemandes, argentines et monégasques et sur TV5, Ushuaia, National Geographic, ni les articles publiés dans différentes revues. Toutes ces activités ont attiré dans la région de nombreux touristes. Les activités du projet y ont aussi amené de nombreux fonctionnaires des différentes coopérations impliquées dans le financement des projets sur l'arganier, des industriels d'Europe et d'Amérique du Nord s'intéressant maintenant à l'huile d'argane et des chercheurs travaillant sur le sujet.

V. Vers une approche écosystémique durable

Objet d'exploitation pour la production du bois et de l'huile, l'arganeraie est également un lieu d'élevage caprin et de céréaliculture. Malgré ses grandes potentialités, elle est menacée par la pression anthropique croissante.

La sauvegarde de l'arganeraie dépend donc d'une gestion sociale conciliant restauration des écosystèmes dégradés et réhabilitation d'un système agricole équilibré. Le rétablissement du rôle joué par les populations usagères pour la préservation de ses ressources naturelles est essentiel.



Le développement d'une technologie améliorée pour l'extraction de l'huile d'argane, la production d'une huile de meilleure qualité et les efforts déployés par le projet pour ouvrir de nouveaux marchés ont suscité un grand intérêt pour l'arganier un peu partout dans le monde. Ceci a eu pour conséquence d'ouvrir les yeux des populations locales sur la grande valeur de l'arganier et de renforcer l'attachement affectif qu'elles lui portent. Ce regain d'intérêt contribue à la valorisation de l'arbre et de son milieu aux yeux des communautés bénéficiaires. Certaines coopératives investissent désormais dans le reboisement et le dépressage de l'arganeraie, et quelques communes ont recruté des gardiens de la forêt. Des arganiers sont maintenant plantés, et la multiplication des plants dans les pépinières des services publics augmente de façon exponentielle. Les surfaces reboisées ont été multipliées par 35 entre 1995 et 2005.

La création des coopératives participe à cette dynamique, favorable à l'implication de la population dans la sauvegarde de l'arganeraie.

Les actions des coopératives doivent maintenant être renforcées et complétées par la mise en œuvre de projets concrets pour la restauration, la protection et la gestion durable du milieu naturel local. Dans ce sens, l'association Ibn Al Baytar a initié un Projet de développement sylvo-pastoral à Tiout qui se propose de jeter les bases d'un ambitieux programme de gestion et de préservation de l'espace rural concerné. Ce projet, basé sur une étude comprenant un diagnostic paysager, une analyse socio-économique et des ateliers de concertation avec la population villageoise, propose un plan d'action visant :

- la réhabilitation des écosystèmes et des parcours forestiers (régénération d'arganiers, enrichissements pastoraux, gestion raisonnée des parcours, lutte contre l'érosion) ;
- le respect de la réglementation de l'accès aux parcours forestiers ;
- le renforcement et la création d'activités basées sur la valorisation des ressources naturelles forestières (élevage caprin, production d'huile d'argane, apiculture, cultures de plantes médicinales, valorisation des figues de barbarie et sous-produits du cactus) ;
- la production fourragère complémentaire aux parcours forestiers (*Opuntia ficus indica*, *Atriplexe Nummularia*, *Ceratonia siliqua*).

Ce dernier point est actuellement expérimenté pour tenter de diminuer la pression des caprins sur la forêt de Tiout. En cas de réussite, il serait intéressant de l'appliquer dans toutes les zones dégradées de l'arganeraie.

L'association Ibn Al Baytar a opté pour un ensemble de formations sur la préservation de l'arganier au sein des douars où elle intervient. Ce module de formation a été enrichi par des actions de reboisement en mai et juin 2005. Les femmes ont appris à régénérer les arganiers par semis de graines et les ont plantés aux mois de novembre et décembre 2005.

En plus de ces actions, l'association Ibn Al Baytar a aussi organisé plusieurs rencontres et réunions avec la DREF-SO pour la préparation et la signature de conventions avec le GIE-Targanine. Ce partenariat a permis de réaliser aussi bien des activités de régénération que des activités de dépressage.

Ces succès ne doivent cependant pas masquer les dangers qui menacent toujours l'arganeraie, particulièrement en raison du surpâturage (Tiout et Tinzert dans la province de Taroudant) et de la pression immobilière.

VI. La formation

On ne peut terminer ce bref aperçu sans faire mention, même brièvement, de l'action de la Faculté et de l'Association en matière de formation. L'objectif attendu est double. Il s'agit, d'une part, d'impacter positivement le fonctionnement de la filière « arganier » et, d'autre part, d'assurer la relève de la génération qui a initié et mis en œuvre le processus.

Au niveau de la Faculté, en 30 ans d'enseignement, des milliers de lauréats ont été formés. 26 étudiants de 3^e cycle ont par leur mémoire apporté une précieuse contribution.

Au niveau de l'Association, la formation a concerné 60 techniciens et agents de développement, que l'on retrouve actuellement au niveau des différents maillons de la filière, depuis l'encadrement des coopératives jusqu'à l'export en passant par le mouvement associatif et l'emploi dans les services techniques de l'Administration. 45 étudiants appartenant à des universités étrangères ont également participé au programme de formation en effectuant des stages dans les coopératives.

La formation a concerné également les femmes productrices et a couvert pratiquement toutes les disciplines (techniques et autres) qui leur sont nécessaires dans leur vie quotidienne telles que l'alphabétisation de base, l'hygiène, l'alphabétisation fonctionnelle, etc.



Conclusion

Ces vingt dernières années ont vu le succès certain de la politique volontariste menée par le gouvernement marocain et la société civile en faveur du développement de l'arganier. La mobilisation des associations, dont Ibn Baytar est pionnière, la volonté du MEN et du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification et le soutien sans faille des autorités locales et des élus ont permis de lancer le processus de développement de l'arganier pour en faire un levier du développement du milieu rural marocain.

Le premier résultat de cette mobilisation réside dans l'intéressement des organismes financiers et du secteur privé national et leur volonté de s'y investir.

Actuellement, on peut enregistrer avec satisfaction que :

- des résultats scientifiques sont disponibles pour multiplier et régénérer l'arganier, pour produire des huiles de qualité et pour confirmer les usages en médecine traditionnelle par les sciences exactes ;
- un marché mondial à très forte demande pour les produits de l'arganier a été créé, et les revenus des femmes productrices s'est amélioré ;
- un système d'encadrement des femmes productrices a été instauré à travers de nombreuses coopératives et un vaste tissu associatif ; le niveau socioculturel des femmes productrices s'est nettement amélioré, leur permettant d'accéder à un nouveau statut et de mieux contribuer au fonctionnement de leurs coopératives, à l'amélioration des conditions de vie de leurs familles et de leurs communautés villageoises, locales et régionales ;
- un système de formation a été instauré à tous les niveaux pour doter la filière des compétences requises ;
- de nombreux emplois ont été créés ;
- le rythme des plantations de l'arganier s'est fortement accéléré.

Cependant, malgré les résultats enregistrés, on ne peut oublier que nous sommes encore au stade du lancement d'un nouveau processus et que les défis à relever sont encore assez grands :

- le renforcement des capacités des différents intervenants est nécessaire, ainsi que celui des mécanismes de coopération et de fonctionnement en synergie. Une plus grande mobilisation de ces opérateurs est nécessaire pour intensifier l'encadrement des coopératives en vue d'améliorer leur performance de management et le niveau socioculturel des adhérentes ;
- davantage d'efforts doivent être déployés en vue d'obtenir le plus tôt possible la loi sur les IG, d'instaurer le système de labellisation des produits du terroir et d'améliorer le revenu des femmes productrices dans le cadre du concept de commerce équitable ;
- les recherches doivent être intensifiées en vue de valoriser au mieux toutes les parties de la plante et ses dérivés : feuilles, pulpes et tourteaux ;
- le rythme de reboisement dans le site naturel actuel de l'arganier doit être relevé, et des prospections doivent être entreprises pour identifier de nouveaux sites d'extension et contribuer ainsi à résorber la crise de la céréaliculture en bour ;
- le passage du système d'intervention sur l'arganier à une approche écosystémique plus globale intégrant l'élevage, l'agroforesterie, la mise en valeur du sous-bois herbacé par les plantes aromatiques et médicinales, les cultures biologiques, l'écotourisme, etc. doit être accéléré.

Pour terminer, je voudrais espérer que l'on puisse tous travailler ensemble, la main dans la main, pour le développement durable de notre pays et pour le bien-être de l'ensemble des citoyens. Ce n'est qu'ainsi que nous pourrons accompagner les efforts déployés par notre jeune Roi Mohammed VI, que Dieu L'assiste.

Publications

- [1] Z. Charrouf, S. Fkih-Tétouani, F. Rouessac. « Occurrence of Erythrodiol in *Argania spinosa* » (Sapotaceae). *Al Biruniya*, 1990, 6, (2), 135.
- [2] Z. Charrouf, S. Fkih-Tétouani, M. Charrouf et B. Mouchel, « Tritéropènes et stérols extraits de la pulpe d'*Argania spinosa*(L.), Sapotaceae ». *Plantes médicinales et phytothérapie*, 1991, XXV, n° 2-3, 112-117.
- [3] Z. Charrouf, J. M. Wieruzeski, S. Fkih-Tétouani, Y. Leroy, M. Charrouf, B. Fournet, *Triterpenoid Sapomins from Argania Spinosa*. *Phytochemistry* 1992, 31 (6), 2079.
- [4] Zoubida Charrouf. « L'Arganier, patrimoine marocain et mondial à sauvegarder et à protéger : mini-review sur la composition chimique de ses produits et sur les essais de valorisation ». *Al Biruniya*, 1995, 11, (2), 119.
- [5] Ali Oulad-Ali ; Valérie Kirchner ; Annelise Lobstein ; Bernard Weniger ; Robert Anton ; Dominique Guillaume and Zoubida Charrouf. *Structure Elucidation of Three triterpene Glycosides from the trunk of Argania spinosa*. *J.Nat.Prod.* 59, 193-195 (1996).
- [6] Charrouf Z., El Kabouss A., Nouaim R. ; Bensouda Y. et Yaméogo R. « Etude de la composition chimique de l'huile d'argane en fonction de son mode d'extraction ». *Al Biruniya*, Rev. Mar. Pharm. (1997) tome 13, 1, 35-39.
- [7] Z. Charrouf. « Valorisation des produits de l'arganier pour une gestion durable des zones arides du sud-ouest marocain ». *In Actes du 4^e colloque des produits Naturels d'Origine Végétale*, Ottawa 26-29 Mai 98, Sous la direction de Guy Collin et François-Xavier Garneau (Université du Québec à Chicoutimi).
- [8] K. Alaoui ; M. Belabbes ; Y. Cherrah ; M.Hassar ; Z. Charrouf ; H.Amarouch et J. Roquebert. « Toxicité aiguë et chronique des saponines d'*argania spinosa* ». *Ann. Pharmaceutiques française*, 1998, 56 (5), p. 213-219.



- [9] Z. Charrouf, D. Guillaume. « Ethnoeconomical, ethnomedical and phytochemical study of *Argania spinosa* (L.) » *Skeels : a review Journal of Ethnopharmacology* 1999, 67,7-14.
- [10] Z. Charrouf. « Targanine, un groupement de coopératives féminines d'huile d'argane ». In *Actes des 18^e Journées Internationales Huile Essentielles et Extraits*, Digne-les-Bains 1-4 septembre 1999 Edition : Rivista Italiana Eppos.
- [11] Benajiba N., Morel S., De Leiris J., Charrouf Z., Mokhtar N., Aguenau H. (2001). « Effects of argan oil on myocardial sensitivity to ischemia and reperfusion in isolated perfused Wistar rat hearts ». *Annals of Nutrition & Metabolism*, 45 (suppl 1): 126-127.
- [12] A. El Kabouss ; Z. Charrouf ; H. Oumzil ; M. Faid, D. Lamnouar, Y. Miyata et K. Miyahara. « Caractérisation des flavonoïdes des feuilles de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels Sapotaceae) et étude de leur activité antimicrobienne ». *Actes de l'IAV*, vol. 21(3)-2001 page 157-162.
- [13] Z. Charrouf. « Valorisation de l'arganier : Résultats et perspectives ». In : 5^e colloque, *Produits naturels d'origine végétale*. Québec, 5-9 août 2001.
- [14] Florence Henry ; Gilles Pauly ; Philippe Moser et Zoubida Charrouf. Brevet Cognis France, WO0182885 ; EP004 40 119.6 (2001). Préparation cosmétique ou dermatopharmaceutique contenant un extrait de la plante *Argania spinosa*.
- [15] A. El Kabouss, Z. Charrouf, M. Faid, F.-X. Garneau and G. Collin. *Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Leaf Essential Oil of Argania spinosa* L. Skeels. *J. Essent. Oil Res.* (2002), 14, 147-149.
- [16] Z. Charrouf ; D. Guillaume ; A. Driouch. *L'Arganier : un atout pour le Maroc*. Biofutur, mars 2002.
- [17] Asma Alaoui ; Zoubida Charrouf ; Mohamed Soufiaoui ; Virginia Carbone ; Antonio Malorni ; Cosimo Pizza and Sonia Piacente. *Triterpenoid Saponins from the shell of Argania spinosa*. *J. agric. Food Chem.* 2002 Jul 31, 50 (16) 4600-3
- [18] Z. Charrouf. *L'Huile d'argane, une prodigieuse vitalité née aux portes du désert. Espérance médicale*, octobre 2002, tome 9, n° 87.
- [19] N. Benajiba ; S. Morel ; J. De Leiris ; F. Boucher ; Z. Charrouf ; N. Mokhtar ; H. Aguenau. *The effect of argan oil on heart function during ischemia and reperfusion Therapie*. 2002 May-Jun ; 57(3):246-52.
- [20] Gilles Pauly ; Florence Henry, Philippe Moser et Zoubida Charrouf, Brevet Cognis France, WOEP0113886S.A ; EP004 40 318.4 (2002). Préparation cosmétique ou dermatopharmaceutique contenant des protéines natives de la plante *Argania spinosa*.
- [21] Gilles Pauly ; Florence Henry, Louis Danoux et Zoubida Charrouf, Brevet Cognis France, WO0245728 EP1213025 (2002) Préparation cosmétique ou dermatopharmaceutique contenant un extrait obtenu à partir des feuilles de la plante *Argania spinosa*.
- [22] Charrouf, Z. ; Guillaume, D. Chemistry of the secondary metabolites of *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Topics Phytochem.*, 2002, 5, 99-102.
- [23] Charrouf, Z. ; Guillaume, D. Secondary metabolites from *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Phytochem. Rev.*, 2002, 1, 345-354.
- [24] Khallouki F, Younos C, Soulimani R, Oster T, Charrouf Z, Spiegelhalder B, Bartsch H, Owen RW. Consumption of argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols and phenolic compounds should confer valuable cancer chemopreventive effects. *Eur J Cancer Prev* 2003 Feb ; 12(1) : 67-75.
- [25] C. Younos, R. Soulimani, Z. Charrouf, F. Khallouki et J.J. Lichius. *Les aspects ethnobotaniques de l'arganier* (*Argania spinosa* (L.) Skeels). *Phytothérapie*, 2003, vol. 1 n° 3.
- [26] Florence Henry ; Louis Danoux ; Gilles Pauly et Zoubida Charrouf, (Cognis France) *Use of Argania spinosa Extracts as anti-acne agents*. *Eur. Pat. Appl.* (2004) EP143 0900.
- [27] Hilali M., Charrouf Z., El Aziz Souhli A., Hachimi L., Guillaume D. *Influence of origin and extraction method on argan oil physico-chemical characteristics and composition*. *J. Agric. Food Chem.* 2005, Mar 23; 53(6) :2081-7.
- [28] Pumareda L. ; Henry F. ; Charrouf Z. ; Pauly G. ; Falconnet G. « Valorisation des feuilles d'Arganier : impact environnemental ». *Bois & Forêts des Tropiques* ; 2006, n° 287 (1) ; 35-44.
- [29] Stussi, F. Henry, Ph. Moser, L. Danoux, Chr. Jeanmarie, V. Gillon, I. Benoit, Z. Charrouf et G. Pauly. *Argania spinosa – How Ecological Farming, Fair Trade and Sustainability can drive the research for new Cosmetics Active Ingredients*. *SÖFW Journal* 131-10-2005.
- [30] D. Guillaume, Z. Charrouf. « Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*) : état des connaissances ». *Cahiers Agricultures*, 2005, 15, 509-516.
- [31] Drissi A., Bennani H., Giton F., Charrouf Z., Fiet J., Adlouni A. *Tocopherols and saponins derived from Argania spinosa exert an antiproliferative effect on human prostate cancer*. *Cancer Investigation*, 2005, 24 (6) : 588-92.
- [32] Rojas, L. B. ; Quideau, S. ; Pardon, P. ; Charrouf, Z. *Colorimetric evaluation of phenolic content and GC-MS characterization of phenolic composition of alimentary and cosmetic argan oil and press cake*. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, 53, 9122-9127.
- [33] D. Guillaume, Z. Charrouf. « Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*) : état des connaissances ». *Cahiers Agricultures*, 2005, 15, 509-516.
- [34] Florence Henry ; Louis Danoux ; Gilles Pauly et Zoubida Charrouf, (Cognis France) a plant extract and its pharmaceutical and cosmetic use. *Eur. Pat. Appl.* EP2004/011625 WO 2005/039610 (2005).
- [35] Samira Samane, Josette Noël, Zoubida Charrouf, Hamid Amarouch and Pierre Salim Haddad. *Insulin-sensitizing and antiproliferative effects of argania spinosa seed extracts*. *ECAM* 2006 Sep;3(3):317-27
- [36] Z. Charrouf, D. Guillaume. « Huile d'argan et arganier, de bonnes raisons pour se priver de désert ». *Allergologie Pratique*, 2006, 76, 21-25.
- [37] Z. Charrouf, H. El Hamchi, S. Mallia, G. Licitra, D. Guillaume. *Influence of Roasting and Seed Collection on Argan Oil Odorant Composition*. *Nat. Prod. Commun.*, 2006, 1, 399-404.
- [38] Z. Charrouf, M Hilali, O. Jauregui, M. Soufiaoui, D Guillaume. *Separation and Characterization of Phenolic Compounds in Argan Fruit Pulp Using Liquid Chromatography-Negative Electrospray Ionization Tandem Mass Spectroscopy* ; *Food Chem.*, 2007, 100, 1398-1401.
- [39] Z. Charrouf et Dominique Guillaume. *Huile d'argane et arganier*. 37°2 le magazine. Février-mars 2007, 5-13.
- [40] Z. Charrouf and D. Guillaume. *Phenols and Polyphenols from Argania spinosa* ; Z. Charrouf, D. Guillaume ; Amer. J. Food Tech. accepté.
- [41] N. El Fakhar, Z. Charrouf, B. Coddeville, Y. Leroy, J. C. Michalski, D. Guillaume ; « New triterpenoid saponins from *Argania spinosa* » ; *Journal of Natural medicines* accepté.
- [42] M. Hilali, Z. Charrouf, A. E. A. Souhli, L. Hachimi, D. Guillaume. « Detection of argan oil adulteration using quantitative campesterol GC-analysis », *Journal of american oil chemical society* accepté.



L'arganier

Levier du développement humain
du milieu rural marocain

Remerciements

Tous ces travaux n'auraient pas été menés à terme sans le soutien et l'aide des personnes et institutions ci-après :

P^r Mohammed Soufiaoui, Directeur du Laboratoire de chimie des plantes et de synthèse organique et bio-organique (LCPSOB) ; P^r Souad Fkih Tetouani, Responsable de la section Chimie des plantes au LCPSOB ; P^r M'Hamed Charrouf, Professeur à la Faculté des sciences Ben M'sik.

Les enseignants du LCPSOB : Professeurs A. Alami, A Berrada, K. Bougrin, R. Chekti, B. Daou, A. El Louzi, R. El Yacoubi, F. Hlimi, A. Il Idrissi, H. Jazouli, M. Jazouli, S. Lafquih-Titouani, N. Naji.

Les étudiants du LCPSOB qui ont participé à ces travaux : Ali Oulad Ali, Addi Nait Mbarek, Adil El Kabouss, Asmae Alaoui, Hakima Bel-Kassaoui, Halima El Hamchi, Hicham El Harhar, Nadia Fakher, Miloudi Hilali Abdelkrim Al Bouazzaoui Fatima Aounti, Redouane El Goummadi, Mohamed Ghanmi, Aïcha Raji, Omar Safir, Bachir Qaboul, Younos El Karfadi, Badr Kartah, Kamal Essabri, Moncif Ahmed.

Les partenaires nationaux de l'Association Ibn Al Baytar : l'Initiative Nationale pour le Développement Humain (INDH) ; la Fondation Mohammed V ; le Haut commissariat des Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification ; la Wilaya d'Agadir, les autorités provinciales d'Essaouira, Taroudant, Tiznit, Chtouka-Aït Baha et Agadir ; l'Université Mohammed V-Agdal ; la Faculté des sciences de Rabat ; le Conseil régional de Souss-Massa-Darâa ; la Fondation du Sud ; l'Agence de développement social ; l'Office du développement de la coopération (ODCO) ; les directions provinciales de l'Agriculture ; l'Etablissement autonome de contrôle et de coordination à l'exportation ; le Laboratoire officiel d'analyse et de recherches chimiques ; Lesieur ; Groupe Bel Hassan (GBH) ; la Ligue nationale de lutte contre les maladies cardiovasculaires ; le Collège marocain interdisciplinaire du cœur et des vaisseaux ; le Centre national de développement et d'alphabétisation (CNDA) ; AMAPPE ; Club de l'environnement (Ribat El Fath) : Réseau marocain d'économie sociale et solidaire (membre-fondateur).

Les partenaires internationaux de l'Association Ibn Al Baytar : la Principauté de Monaco ; le Gouvernement flamand ; l'Ambassade du Canada ; l'Ambassade du Japon ; l'Ambassade et le Consulat d'Angleterre ; l'Ambassade d'Allemagne ; le Centre de recherches pour le développement international (CRDI, Canada) ; la Maison de l'argane ; la Commission européenne ; Agropolis ; les ONG internationales (Oxfam-Québec, le Comité d'entraide internationale, Slow Food, la Fondation SQLI), ORIGIN ; la région Aquitaine ; l'Université de technologie de Lille, l'Université de Metz, l'Université de Montréal, l'Université de Reims, l'Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (Québec) ; les Laboratoires sérobiologiques Cognis (France)

Mon époux, Mohamed Chafchaoui, la famille Chafchaoui et Charrouf.

Tous les sponsors et les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans nos réalisations.



Problématique de la conservation et du développement de l'arganeraie

Benhammou Bouzemouri

Directeur du Développement forestier au Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la lutte contre la Désertification

I. Données monographiques

L'arganier est une essence spécifiquement marocaine, à affinités tropicales, unique espèce de son genre. L'arganier se contente d'une tranche pluviométrique qui peut baisser jusqu'à 120 mm/an et supporte des températures élevées pouvant atteindre 50 °C. L'isotherme 3°8 limite son extension en altitude. Cette espèce couvre actuellement 870 000 ha représentant environ 17 % de la superficie forestière nationale. L'espace à arganier s'étale essentiellement sur le territoire des provinces d'Essaouira : 130 000 ha, Agadir : 37 000 ha, Chtouka-Aït Baha : 90 000 ha, Tiznit : 140 000 ha, Taroudant : 360 000 ha et Inzeguane-Aït Melloul : 13 000 ha.

La population de la région est passée de près d'un million d'habitants en 1960 à plus de 2,5 millions d'habitants en 2004 dont 55 % en milieu rural, soit un taux d'accroissement de 2,2 %. La densité moyenne est de 65 hab/km² en 2004, soit 44 % de plus que la moyenne nationale (45 hab/km²).

II. Importance et rôles de l'arganier

• **Rôle économique** : *un potentiel important, sous-exploité et mal valorisé*. L'écosystème « arganier » est intimement lié à la vie quotidienne des populations de la région à travers les produits qu'il procure.

La production fruitière (noix d'argane) varie en fonction de l'âge et de la densité (20 à 100 kg/arbre) avec une moyenne de 40 kg/arbre/an. Sur la base de la densité moyenne des peuplements d'arganier (environ 50 arbres par hectare) et du rendement en huile d'argane (3 litres pour 100 kg de noix d'argane sèches), la production *potentielle* est estimée à 32 000 tonnes d'huile d'argane par an.

La production pastorale moyenne de l'arganeraie est estimée à 200 UF/ha/an, soit près de 174 millions d'unités fourragères, équivalente à 1 740 000 quintaux d'orge. Cette production contribue à hauteur de 40 % des besoins du cheptel estimé à 1,5 million de têtes dont 65 % de caprins.

• **Rôle écologique** : *un rempart contre la progression du désert*. La latitude géographique de l'arganeraie correspond théoriquement à un climat désertique. L'arganier s'y maintient non seulement grâce à sa rusticité et à sa résistance à l'aridité, mais aussi grâce à sa grande variabilité génétique. L'arganeraie *constitue un rempart biologique de lutte contre la désertification*. L'écosystème arganeraie assure la *protection du sol* contre l'érosion éolienne et contre le ruissellement favorisant ainsi *l'alimentation en eau des nappes phréatiques*, notamment au niveau de la plaine du Souss-Massa.

• **Rôle social** : *une filière à segments désarticulés et à valeur ajoutée mal répartie*. Le revenu familial dont l'arganeraie participe à hauteur de 25 à 45 % selon les zones varie de 9 000 à 15 000 Dh/an/ménage.

L'organisation des populations à travers la création des coopératives féminines est initiée autour de la valorisation des produits de l'arganier et plus particulièrement l'huile d'argane.

Actuellement, 25 coopératives féminines regroupant près de 1 000 adhérentes, soit 200 ménages, produisent près de 100 000 litres d'huile par an. Cependant, ces coopératives *connaissent une forte concurrence sur l'acquisition de la matière première par des opérateurs privés opérant notamment dans les produits cosmétiques à haute valeur ajoutée*. L'amont de la filière est réduit à une économie de cueillette et de subsistance, et la valeur ajoutée est concentrée sur les segments terminaux à profit maximum et à risque minimum.

Par ailleurs, le secteur de l'arganier permet :

- la procuration de 7 millions de journées de travail familial par an ;
- la production de 80 000 tonnes de coques utilisées comme combustible ;
- la production de 5 400 tonnes de tourteau utilisé dans l'engraissement des bovins.



III. Statut juridique de l'arganier

Des droits d'usage incompatibles avec la pérennité de l'arganeraie. La législation spéciale de l'arganeraie (dahir du 4 mars 1925 sur la protection et la délimitation des forêts d'arganier) reconnaît aux populations des droits de jouissance élargis notamment :

- la cueillette des fruits ;
- le parcours des troupeaux ;
- l'utilisation du sol pour la culture ;
- le ramassage de bois mort ;
- la coupe de bois de chauffage, de charbonnage et de service.

Les dispositions de cette législation sont confrontées aux impératifs de gestion durable de l'arganeraie, et les possibilités de celle-ci ne s'accommodent plus de la demande croissante engendrant une forte pression sur la ressource.

IV. Contraintes au développement de l'arganeraie

• **Contraintes climatiques :** *un écosystème résistant mais vulnérable aux conditions extrêmes.* L'arganier est une essence qui résiste, dans une large mesure, aux sécheresses résultant de variations climatiques : irrégularité des pluies ; variations saisonnières des températures. Au-delà d'un certain seuil d'accroissement de l'aridité et d'élévation de la température dû à un changement climatique important, l'arganeraie pourrait subir de graves perturbations.

• **Pratique des droits d'usage :** *la protection de l'arganier mais pas de l'arganeraie.* Le bénéfice des dispositions du dahir de 1925 sur l'arganier constitue une réelle entrave à la préservation à long terme de l'arganeraie. Cette loi ne protège que l'arganier, en tant qu'arbre uniquement. Le fait d'autoriser le labour et la mise en culture sous les arbres contribue à une perturbation profonde des structures fonctionnelles des écosystèmes.

Le ramassage systématique des noix d'argane, permis par la même loi, ne laisse aucune possibilité à la régénération naturelle et condamne par conséquent la pérennité de l'écosystème arganeraie.

Les mises en culture intensives dans l'arganeraie portent actuellement sur une superficie totale de 7 100 ha, dont 6 800 ha en plein champ et 300 ha sous serre. Ce mode de culture toléré depuis 1983 affecte sérieusement l'équilibre de l'écosystème à arganier.

• **Parcours en forêt :** *une surcharge pastorale aggravant les déséquilibres.* La charge pastorale varie suivant les zones forestières de 1,5 à 4 UPB/ha, soit près de 3 fois la charge d'équilibre.

La pression pastorale sur l'arganeraie est aussi aggravée par les troupeaux camelins transhumants appartenant à des spéculateurs qui pratiquent une économie de rente basée sur la gratuité de la ressource, mettant ainsi en danger le devenir écologique de la région.

L'élevage extensif pratiqué appauvrit la biodiversité de l'arganeraie, déséquilibre physiologiquement les arbres, et engendre une réduction de la production fruitière se traduisant par une moins-value sur la production de l'huile d'argane.

• **Prélèvements de bois de feu :** *une consommation qui se fait au détriment de la régénération.* Le déséquilibre entre les potentialités (350 000 m³/an) de l'arganeraie et les prélèvements qui s'élèvent à trois fois ses possibilités (1 150 000 m³/an) conduit inévitablement à *la consommation du capital ligneux.*

• **L'état de la filière :** *une désarticulation des segments qui contrecarre le développement durable.* La filière de l'arganier est caractérisée par la désarticulation des différents segments dans la mesure où seul le segment « huile d'argane » est développé. L'engouement autour de ce segment provoque davantage de dysfonctionnements de l'ensemble de la filière avec comme conséquence la dégradation de l'arganeraie. La viabilité des activités économiques liées à la production et à la commercialisation de l'huile d'argane se trouve ainsi compromise.

Urbanisation : *une extension aux dépens de la forêt d'arganier.* L'urbanisation et la réalisation des équipements sociaux ont requis la soustraction, au cours des dix dernières années, du domaine de l'arganier d'une superficie de l'ordre de 4 300 ha.

Ces usages qui concourent inévitablement à la dégradation de l'arganeraie imposent la réadaptation de la législation de l'arganeraie.



V. Conséquences

Les effets cumulés de tous ces facteurs conduisent, à terme, à une situation lourde de conséquences en matière de :

- **Stress hydrique** : l'intensification de l'agriculture dans la région a provoqué une exploitation incontrôlée des eaux souterraines, le déficit en eau de la région est de *250 millions de m³/an avec un rabattement de la nappe phréatique de l'ordre de 3 à 5 m/an.*
- **Erosion hydrique et éolienne** : la dégradation des terres dans la région est de l'ordre de *500 tonnes/km²/an.* Cette dégradation est inquiétante dans la mesure où la reconstitution des sols est lente dans des milieux caractérisés par l'aridité. La zone à haut risque d'érosion représente près de *40 % de la superficie totale de la région du Souss-Massa, soit 1,12 million d'hectares.*
- **Recul de l'arganeraie** : l'étude d'évaluation de la régression des peuplements d'arganier sur une *période de 20 ans* par des analyses diachroniques des photographies aériennes fait ressortir *un recul de l'équivalent de 600 ha/an* pour le seul massif forestier d'Admine qui s'étend sur 22 000 ha dans la plaine du Souss.

VI. Atouts

L'arganier est *une espèce relique* d'une rare vitalité qui s'adapte au climat aride et aux sols pauvres et fragiles et constitue *le dernier rideau face à l'avancée du désert.*

Les travaux de recherche forestière ont permis *la maîtrise de l'itinéraire technique* de régénération de l'arganier par plantation.

L'arganeraie offre des opportunités de valorisation des produits au profit des populations de la région, notamment les fruits qui donnent *une huile comestible et cosmétique à haute valeur ajoutée.*

La région est caractérisée par *une dynamique associative* prédisposée pour une intégration de la filière arganier prenant en considération les impératifs de *gestion durable* de l'arganeraie et *l'intérêt des populations usagères.*

VII. Scénarios de valorisation de l'arganeraie

L'estimation de la valeur ajoutée au niveau local de l'exploitation de l'arganeraie à travers une intégration entre l'exploitation du fruit, les prélèvements de bois et l'élevage extensif serait de l'ordre de *3 600,00 Dh/ha/an.*

La comparaison de la situation actuelle par rapport à une exploitation axée principalement sur la production de fruits à travers une mise en défens de la forêt ne montre pas de moins-value liée à l'élevage. *La projection de la situation actuelle sur une période de dix ans et sans mise en défens montre une baisse de près de 30 % de la valeur ajoutée.*

A travers cette analyse purement économique, il y a lieu de préciser que l'utilisation rationnelle de cet écosystème passe par un meilleur équilibre entre l'expression du potentiel de l'arganeraie en production de fruits et le droit d'usage des populations.

Selon l'état des connaissances actuelles, la domestication de l'arganier en tant qu'arbre fruitier strict n'offre pas d'atouts comparatifs par rapport aux spéculations concurrentes, et qui plus est, retranche à l'arganier une fonction essentielle, celle d'un écosystème aride où, à latitudes similaires, il reste unique par sa capacité de résistance et d'adaptation.

VIII. Stratégie d'intervention

Il ressort de l'analyse diagnostic de l'état actuel que l'écosystème arganeraie est en dégradation progressive.

Face à cette situation, le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification a élaboré une stratégie basée sur deux principales dimensions : (i) *la lutte contre la désertification par le développement durable de l'arganeraie* ; (ii) *le développement humain* par l'intégration de la filière arganier à travers des actions et *projets territorialisés en partenariat avec les usagers.*

Cette stratégie s'appuie sur deux approches : (i) *participative*, par l'intégration de l'ensemble des usagers dans le processus de développement intégré de l'arganeraie ; (ii) *partenariale* par la responsabilisation des différents intervenants et la mise en commun des moyens pour une meilleure cohérence des actions.

Pour la mise en œuvre de cette stratégie, le Haut aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification a engagé un processus de *planification opérationnelle* qui a retenu pour l'arganeraie 13 projets territorialisés.



Ces projets s'articulent autour des principales composantes suivantes pour une période de dix ans :

- la reconstitution de l'arganeraie sur 40 000 ha ;
- l'élaboration de plans de gestion concertés des massifs forestiers sur 200 000 ha ;
- l'aménagement de l'ensemble des aires protégées en relation avec le zonage de la Réserve de Biosphère Arganeraie ;
- l'organisation des usagers en groupements sylvo-pastoraux ;
- l'organisation de la filière dans l'objectif de restituer une part de la valeur ajoutée générée à l'aval pour participer à l'effort de reconstitution de l'écosystème arganier ;
- la valorisation des produits de terroir par la labellisation pour protéger les intérêts des usagers en améliorant leur revenu.

Pour soutenir ces actions de développement, les mesures d'accompagnement mises en place consistent en :

- la compensation des mises en défens par l'octroi aux usagers d'une indemnité de 350 Dh/ha/an ;
- l'appui aux actions de développement local dans les zones périmforestières.

Conclusion

La multiplicité des acteurs et intervenants dans l'arganeraie, qui prévaut jusqu'à présent, est caractérisée par la dispersion des actions avec des visions sectorielles. La stratégie mise en place par le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification est à même d'assurer la conservation de l'arganeraie, la gestion durable des ressources naturelles et le développement humain de la région.

Aussi, les initiatives de tous les intervenants gagneraient à être mises en commun à travers cette stratégie pour une meilleure synergie des moyens mis en œuvre afin d'inverser la tendance de dégradation de l'arganeraie.



Dynamique socio-économique dans la réserve de biosphère arganeraie (RBA)

P^r Brahim Hafidi

*IAV Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir
Association Agrotechnologies Souss-Massa-Drâa*

1. Introduction

L'arganeraie s'étend sur une superficie d'environ 800 000 ha d'Essaouira jusqu'au sud de Tiznit. Au cours du XX^e siècle, la forêt de l'arganier a connu une importante dégradation puisque sa densité a évolué de 300 arbres/ha au début du siècle à 100 arbres/ha durant les années 90 soit une perte de 2/3 du patrimoine forestier. Cette dégradation est essentiellement due aux facteurs anthropiques, au surpâturage, à la coupe du bois pour des besoins de chauffage, à l'agriculture intensive et à l'urbanisation.

L'arganeraie a été reconnue comme réserve de biosphère depuis 1998. Cette reconnaissance comme patrimoine international par l'UNESCO a permis l'établissement d'un zonage qui distingue les zones A de conservation, les zones B d'entretien et les zones C ouvertes aux activités de développement.

La présente intervention traite quelques éléments de la dynamique socio-économique constatée au niveau de l'arganeraie essentiellement depuis sa renaissance en tant que réserve de biosphère. Outre les acteurs des départements ministériels qui mènent des actions sectorielles, l'intervention apporte un éclairage sur le mouvement associatif, les principaux projets de coopération qui ont induit la création et l'encadrement des coopératives, la recherche scientifique et la nouvelle stratégie du conseil régional du Souss-Massa-Drâa relative à l'arganeraie.

2. Développement économique

Plus de 80 % de la superficie de l'arganeraie est située dans la région Souss-Massa-Drâa.

Cette région constitue le deuxième pôle économique du pays. Les principales activités économiques s'articulent autour du tourisme, de l'agriculture et de la pêche.

Le tourisme est l'activité économique la plus importante, générant un PIB de 7 milliards de dirhams en 2001. La région s'inscrit dans la stratégie nationale de développement du secteur tourisme et prévoit un PIB de 21 milliards à l'horizon 2015.

La pêche, dont le PIB fut de 3 milliards de dirhams en 2001 ne connaîtra qu'une faible croissance. Les estimations prévoient un PIB de 4 milliards en 2015 à cause de la surexploitation des ressources halieutiques.

L'agriculture, essentiellement intensive destinée à l'export, a connu un développement très important durant les 3 dernières décennies. La région d'Agadir, première région horticole du pays, produit plus de 90 % de la production nationale de tomate destinée à l'export et plus de 60 % des agrumes avec seulement 30 % de la superficie nationale. L'agriculture moderne a contribué de façon significative à la diminution de la forêt d'arganier et s'est faite de façon non durable puisque les dernières extensions ont abouti à la surexploitation de la nappe phréatique qui accuse aujourd'hui un déficit annuel d'environ 260 millions de m³. Ce secteur ne connaîtra pas une évolution substantielle d'ici 2015. Le maintien de son rôle économique en termes de PIB et de création d'emploi à l'horizon 2015 est tributaire de la gestion de la crise hydrique.

3. Dynamique associative dans l'arganeraie

Depuis 1994, le développement du mouvement associatif a connu un essor considérable dans l'aire de l'arganeraie. Les populations rurales se sont organisées en associations villageoises qui sont devenues de véritables acteurs du développement local. Les associations villageoises ont développé des partenariats avec les



collectivités locales, les administrations et les projets de coopération pour subvenir au déficit du monde rural en matière d'infrastructures de base (eau potable, désenclavement, électrification rurale). Certaines associations ont pu évoluer pour assurer l'autopromotion des communautés villageoises.

En 1998, plusieurs associations intermédiaires qui œuvrent au niveau provincial ont émergé pour accompagner la dynamique associative locale. Ces associations provinciales se sont fixé les objectifs suivants : (1) l'accompagnement des associations locales en vue de leur autopromotion ; (2) la sensibilisation à la gestion des ressources naturelles et (3) la conservation et la valorisation du patrimoine culturel.

En 2002, après 4 années de reconnaissance de la RBA, aucune structure institutionnelle de gestion de la RBA n'a été identifiée. Ceci a poussé les acteurs de la société civile à s'organiser en réseau pour devenir un acteur de développement reconnu au niveau de la RBA. Le réseau des associations de la réserve de biosphère arganeraie (RARBA) a été créé au mois de mai 2002 à l'initiative de 150 associations émanant de préfectures et provinces de la RBA. Le RARBA est organisé en une structure régionale et 5 coordinations provinciales (Essaouira, Agadir Idaoutanane et Inezgne Aït Melloul, Chtouka Aït Baha, Taroudant et Tiznit).

Un autre réseau d'associations de l'environnement qui opèrent dans la région a été créé en 2005 pour promouvoir l'éducation environnementale et l'écotourisme dans les aires protégées de l'arganeraie.

En 2004, deux fondations à caractère social et environnemental ont vu le jour. Il s'agit de :

- La Fondation du Sud qui contribue à combler un déficit en matière de prise en charge de certaines catégories sociales marginalisées (enfance en situation difficile, filles sans domicile fixe...) et à la préservation de l'environnement par des actions de reboisement et d'encadrement de la population des zones de montagne. La fondation du Sud a également entamé un programme ambitieux de valorisation du patrimoine culturel.
- La Fondation Abbès Kabbage qui s'intéresse à la prise en charge des enfants en bas âge en milieu rural en matière d'éducation préscolaire et d'encadrement de jeunes dans la province de Taroudant.

Ce processus d'évolution de la dynamique associative dans l'arganeraie est enrichi par les échanges entre acteurs et par le développement de partenariats et de coopérations avec d'autres acteurs associatifs nationaux et internationaux, entre autres l'AMSED, l'Association Ibn Al Baytar, le CNDA, les Amis de la Nature...

4. Projets de coopération

Plusieurs projets de coopération ont contribué au développement de l'arganeraie. Le Projet de conservation et de développement de l'arganeraie (PCDA) mené en collaboration entre la Direction régionale des Eaux et forêts et la Coopération technique allemande a été à l'initiative de la préparation du dossier de reconnaissance de l'arganeraie comme réserve de biosphère.

Les initiatives de P^r Zoubida Charrouf, en collaboration avec la coopération canadienne et la principauté de Monaco, entre autres, ont permis de promouvoir les activités des femmes rurales en matière d'organisation et de valorisation de l'huile d'argane.

Le projet arganier, qui s'inscrit dans le programme « appui à l'amélioration de la situation de l'emploi de la femme rurale et gestion durable de l'arganeraie dans le Sud-Ouest du Maroc » mis en œuvre par l'Agence de développement social (ADS) avec le soutien financier de l'Union européenne, a également renforcé les capacités des femmes rurales à valoriser les produits de l'arganeraie.

Ces principaux projets de coopération, qui œuvrent sur des sites pilotes, ont permis d'accompagner les femmes rurales et de les organiser en une cinquantaine de coopératives de production de l'huile d'argane, ce qui a permis la valorisation de l'huile et d'autres sous-produits de l'arganier et, par conséquent, un regain d'intérêt pour le reboisement et la conservation de l'arganier.

5. La recherche scientifique

En guise de mise en œuvre de la RBA, les chercheurs émanant de différentes institutions scientifiques de la RBA se sont concertés pour la détermination d'un programme de recherche relatif à l'arganeraie. Certaines actions de recherche ont été menées pour résoudre des problèmes au niveau de la régénération et de la transplantation des arganiers. Une plateforme de concertation a été créée. Il s'agit d'une commission de suivi et d'évaluation de la recherche (CSE) multi-institutionnelle et multidisciplinaire.

Les recherches menées au niveau du CSE ont été renforcées par les recherches menées au niveau d'autres institutions nationales telles que l'université de Rabat, notamment ses facultés des Sciences et de Pharmacie. La Fondation Mohammed VI pour la recherche et la sauvegarde de l'arganier, créée en mai 2004, offre un cadre qui permet de fédérer les efforts et de renforcer les recherches visant la sauvegarde de la valorisation de l'arganeraie et de ses produits.



6. Les orientations du conseil régional Souss-Massa-Drâa

La stratégie de développement régional menée par le conseil régional Souss-Massa-Drâa prévoit la mise en place de l'Agrotech, association multi-institutionnelle dont la mission est de servir de plateforme de concertation pour une meilleure synergie des différentes parties prenantes en vue du développement durable dans la région. L'Agrotech accompagnera la mise en œuvre de la politique du conseil régional dans les domaines de l'agriculture et de l'agroalimentaire. L'association Agrotech s'est fixé 5 axes de travail qui concernent la problématique de l'eau, les produits de terroir, les filières maraichère et agrumicole et la création d'entreprises et d'un hub de technologies.

Une étude relative à la mise en place d'une agriculture durable ayant pour objectif de structurer la filière de production et de commercialisation des produits de terroir Souss-Massa Drâa a été confiée au bureau d'étude « Résilience ». Cette étude vient d'être présentée et validée par les membres du conseil régional durant sa dernière session.

Dans le cadre de la coopération décentralisée entre la région SMD et la région de l'Aquitaine, un axe de travail relatif à la mise en place de l'Indication géographique (IG) de l'huile d'argane a été retenu. Le processus d'élaboration de l'IG est déjà entamé.

7. Perspectives de la RBA

La reconnaissance de l'arganeraie comme réserve de biosphère par l'UNESCO est normalement valable pour une durée de 10 ans. En 2008, cette reconnaissance doit être renouvelée. Une mission d'évaluation de la RBA s'est déroulée au mois de mars 2007 à la demande du projet Arganier et de la DREF. Au terme de la mission d'évaluation, il s'est avéré que la RBA n'a toujours pas une structure institutionnelle de gestion. Les membres de la mission ont proposé une unité de coordination provisoire constituée par la Région Souss-Massa-Drâa et la DREF. Ils ont également proposé un plan d'actions urgentes à mener durant les deux années 2007 et 2008 pour la reconduction de la reconnaissance de l'arganeraie comme réserve de biosphère.

La stratégie de développement durable tracée par le conseil régional Souss-Massa-Drâa, le dynamisme des acteurs économiques et sociaux, l'esprit d'entrepreneuriat et de solidarité qui caractérisent la population de l'arganeraie augurent du renversement de la tendance de désertification et de la réhabilitation progressive de l'arganeraie véritable barrière contre l'avancée du désert.



L'arganier, produit de terroir et développement local*

Mohamed Ouraiss¹, Asmae Benslimane²

¹ Membre du bureau du Conseil régional SMD

² Directeur général de Résilience, Cabinet de conseil en développement durable

Le monde sera dans un avenir proche confronté à des enjeux incontournables et majeurs. Que nous l'acceptions ou pas, il devra faire face à une augmentation structurelle du prix de l'énergie et – c'est aujourd'hui scientifiquement démontré – à un changement climatique certain. Ces données à caractère mondial se retrouvent concentrées dans un pays comme le nôtre et sont même démultipliées dans le contexte marocain.

En effet, le Maroc importe 97 % de ses hydrocarbures. Nous avons tous pu constater l'impact de la moindre évolution à la hausse du prix du baril sur son économie et notamment lors des années 2005 et 2006. De même, l'agriculture représente une part importante du PIB dont la stabilité reste tributaire du résultat des campagnes agricoles. Or, le changement climatique se traduira inmanquablement par une baisse des précipitations, certaines sources parlent même d'une réduction de 20 % dans un avenir proche.

Si la fourchette des possibilités peut être sujette à caution et donner lieu à de multiples débats d'experts, certaines réalités ne peuvent plus être niées : l'augmentation du prix des énergies fossiles et le changement climatique auront bien lieu. La question fondamentale qui se pose alors est la suivante : serons-nous prêts ?

Certains, conscients de ces enjeux, ont décidé de prendre le problème à bras le corps. C'est le cas de la Région du Souss-Massa-Drâa. Celle-ci s'est fixé comme mission d'inscrire son agriculture dans un futur intégrant ces nouvelles données et s'appuyant sur la valorisation de ses spécificités. Une démarche a donc été menée en ce sens avec les objectifs suivants :

- accroître le revenu des agriculteurs de manière pérenne ;
- permettre une sédentarisation des jeunes générations par une meilleure attractivité des revenus et du niveau de vie ;
- capter l'essentiel de la valeur ajoutée dans la région ;
- renouveler et améliorer le rapport entre les différentes régions productrices et leurs différents marchés ;
- protéger et valoriser de manière nationale et internationale les produits spécifiques du Souss-Massa-Drâa.

Dans la démarche préliminaire d'identification des cultures du terroir, c'est sans surprise que l'arganier s'est imposé comme l'une des cultures majeures de cette région. La culture de l'arganier s'inscrit dans une filière débutant du producteur jusqu'au consommateur final, que ce soit sur le marché national ou international. Cette filière a fait l'objet d'une analyse critique à travers un filtre agriculture durable puis à travers la chaîne de valeur. Ce filtre était constitué de 11 critères qui se voulaient être de grandes clés d'entrée nécessaires et suffisantes pour juger du niveau de durabilité de chaque produit agricole de la région. Ces critères se répartissent selon 3 domaines spécifiques : le domaine économique, social et environnemental. C'est plus particulièrement dans ces 2 derniers domaines que l'arganier déploie toute sa séduction et permet de prendre la mesure de son importance. Il est en effet peu consommateur en eau et en énergie. Il permet un couvert végétal tout le long de l'année et le maintien d'un écosystème fondamental dans la lutte contre la désertification et pour la conservation des sols. Il ne nécessite aucun intrant d'origine synthétique, et il est le pilier de toute une économie rurale. De plus, il participe fortement à la valorisation du travail féminin.

* Etude relative à la mise en place d'une agriculture durable ayant pour objectif de structurer la filière production et commercialisation de produits issus du terroir Souss-Massa-Drâa.



C'est sur le plan économique que le tableau est plus nuancé, car la filière est moyennement organisée, comme le confirme l'analyse critique de la filière à travers la chaîne de valeur.

Celle-ci fait ressortir les points suivants :

- son organisation révèle une forte diversité des acteurs et des situations : on trouve aussi bien des producteurs isolés que de gros producteurs industriels ou encore des coopératives elles-mêmes de types divers (industrielles et artisanales) ;
- le niveau de transformation est élevé à l'échelle nationale, avec cependant une exportation encore faible bien qu'en forte croissance ;
- la création de la valeur ajoutée locale varie fortement en fonction de l'adhésion ou pas à une coopérative et en fonction de la mécanisation ;
- le niveau de création d'emplois est important à tous les niveaux de la filière.

Dans les cultures à développer prioritairement, l'arganier s'impose, car il représente 11 % du chiffre d'affaires de la région après le figuier de barbarie 57,3 %, et le palmier-dattier, 19,6 %. Ce chiffre démontre à lui seul toutes les possibilités de développement de la filière. De plus, le SMD représente 86 % de la production d'arganier au Maroc, ce qui confirme sa particularité régionale agricole et culturelle et implique la présence d'un fort potentiel de différenciation et de valeur ajoutée.

Une démarche-produit couplée à une démarche-marché a permis de déterminer les différents usages des produits de l'arganier dans la région et dans le monde et d'évaluer ceux qui sont le plus appropriés à chaque marché (national et international).

Ainsi l'arganier se décline en :

- huile alimentaire, fortement recommandée pour le marché du bio et de la diététique pour le marché national et international ;
- huile cosmétique, pour le marché du bio, du cosmétique de luxe et pour les grandes boîtes pharmaceutiques à l'échelle nationale et internationale ;
- produits traditionnels tel qu'amlou, produit caractéristique du terroir, à mettre en valeur sur le marché national et le marché touristique ;
- tourteau, riche en acides gras et qui représente un bon aliment pour le bétail malgré une faible rentabilité ;
- pulpes également pour l'alimentation animale ;
- coques pour la production de feu.

L'analyse de la chaîne de valeur fait également apparaître que l'arganier est un produit à forte valeur ajoutée. Les filières organisées ne concernent que 10 % des producteurs, alors que 90 % de la production est le fait de productions autonomes. L'exportation ne concerne que 1,5 % de la production, et les marchés d'exportation sont généralement à forte valeur ajoutée. Les marchés d'exportation identifiés sont les suivants : biologiques, cosmétiques et d'huiles alimentaires pour le Maroc, les principaux pays européens ainsi que l'Amérique du Nord et l'Asie, avec principalement le Japon.

Le développement de la vente des produits de l'arganier doit se faire dans le cadre de 2 approches complémentaires : la première est le développement de la filière par un travail de rééquilibrage des rapports de forces et des marges ainsi que par la concentration de la valeur ajoutée dans la région. La seconde est le développement de marchés, avec un travail de recherche de débouchés pour les produits existants sur les marchés national et international.

Dans ce cadre, un fonctionnement général adapté doit être mis en place avec un choix à réaliser entre 2 types de stratégie possibles : une stratégie de marque indépendante et une stratégie de partenariat avec des grossistes existants.

Enfin, il est nécessaire de protéger l'huile d'argane de manière internationale à travers un label approprié. En effet, s'il est prouvé dans le cadre de la pénétration des marchés et en tant qu'impulseur de vente que les labels ne semblent pas tout à fait indiqués, par contre, des labels tels que l'IGP semblent être extrêmement intéressants.

C'est un système de qualité européen inspiré du système mis en place en France, qui affirme l'importance des produits du terroir en tant que patrimoine national. Il défend la spécificité et le savoir-faire régional et permet également de protéger les appellations contre une quelconque usurpation ou imitation d'autres pays.

Ainsi, l'arganier représente une grande opportunité de développement pour une région comme le Souss-Massa-Drâa. C'est une culture qui a fait ses preuves et qui est un véritable levier de croissance pour la région. Il est nécessaire, cependant, de transformer le plus possible d'huile d'argane – notamment cosmétique – dans la région, afin d'arriver à un produit final de haute qualité commerciale et compétitif sur les marchés internationaux. Cette stratégie nécessite d'intégrer la filière et de créer des unités aussi bien industrielles



qu'artisanales compatibles avec les normes internationales. Cette activité doit être organisée dans le cadre de nombreux regroupements (agriculteurs, industriels, intermédiaires) et à tous les niveaux de la filière.

Il reste que cette organisation concerne aujourd'hui uniquement 10% de la filière. Près de 90% de la production de la région est issue d'un secteur informel encore peu organisé, où la richesse et les marges sont encore inégalement réparties.

Cette culture a un potentiel de développement considérable. La modernisation des processus, l'appui à la recherche et développement (orienté produit), la recherche marketing peuvent en faire une activité à très forte valeur ajoutée, notamment sur des marchés d'exportation (le marché des cosmétiques bio est en devenir et affiche d'intéressantes croissances).

De bonnes pratiques existent : les organisations actuelles peuvent être d'excellents modèles à généraliser et à soutenir. Tous les acteurs doivent être parties prenantes d'un projet de modernisation de la filière afin que celle-ci acquière les outils nécessaires à son développement sur le marché national et international.



Projet de loi relative aux signes distinctifs d'origine et de qualité des produits agricoles et des denrées alimentaires

Abderrahmane Hilali¹, Martine Hrouch²

¹ DPVCTRF, Département de l'Agriculture et du Développement rural

² Enseignant-chercheur

Le projet de loi relative aux signes distinctifs d'origine et de qualité des produits agricoles et des denrées alimentaires, initié par le département de l'Agriculture et du Développement rural, permet aux produits de terroir d'être mis en valeur grâce à la reconnaissance de spécificités dues à leur origine géographique, au savoir-faire des populations locales et/ou à leurs conditions d'obtention ou de transformation.

Trois signes distinctifs sont ainsi proposés à la réglementation : *l'indication géographique (IG)*, *l'appellation d'origine (AO)* et le *label agricole (LA)*.

Ces signes, reconnus par l'administration, feront l'objet d'une publication et pourront alors être utilisés par tout producteur ou transformateur d'un produit agricole (alimentaire ou à usage cosmétique ou médicinal dans certains cas), pourvu que ce producteur ou ce transformateur respecte, au cours de l'élaboration dudit produit, les exigences du cahier des charges attaché au signe distinctif concerné.

Les critères retenus peuvent être exclusivement d'ordre géographique (indication géographique) ou combiner un critère géographique et un mode de production (appellation d'origine) ou encore concerner essentiellement les qualités intrinsèques au produit et des modes de production combinés à des méthodes d'obtention (label agricole).

Pour pouvoir utiliser un signe distinctif pour un produit agricole, son producteur ou son transformateur devront obtenir une certification dudit produit par l'engagement qu'ils auront pris de se conformer au cahier des charges correspondant, la certification et le suivi des produits ainsi certifiés étant assurés par l'administration ou un organisme agréé à cet effet.

Cette législation, déjà largement répandue chez les principaux pays de l'Union européenne partenaires du Maroc est exclusivement réservée aux produits agricoles. Favorable aux terroirs et aux savoir-faire traditionnels, elle a permis à ces pays de valoriser leurs produits agricoles et surtout de préserver leur patrimoine traditionnel dans ce domaine.

Dans l'approche retenue dans le présent projet de loi, le ministère de l'Agriculture s'est placé dans une optique globale de développement rural, de promotion de la qualité des produits et de protection du consommateur, en proposant un système collectivement accessible à tous les producteurs et transformateurs de produits agricoles, notamment les petits producteurs.

En effet, les signes distinctifs d'origine et de qualité, notamment le label agricole, s'inscrivent dans une démarche d'unicité d'un produit et concerne chaque étape de la filière, y compris les conditions de conservation, d'emballage et de présentation.

Par ailleurs, afin de se conformer à la nouvelle législation relative à la protection de la propriété industrielle, laquelle prévoit depuis 2006 un enregistrement des indications géographiques et des appellations d'origine, le projet de loi charge l'autorité gouvernementale ayant reconnu une indication géographique ou une appellation d'origine de procéder à cet enregistrement auprès de l'Office marocaine de la propriété industrielle et commerciale (OMPIC), avant d'en assurer la publication au *Bulletin officiel*.

Par cet enregistrement et cette publication, l'Etat devient le propriétaire de l'indication ou de l'appellation, s'assurant ainsi qu'un utilisateur privé ne pourra s'emparer, à titre personnel, de l'appellation d'un terroir, d'une tradition ou d'un savoir-faire qui sont un héritage collectif.



Etat d'avancement du « projet arganier ADS/UE »

Ali Benkiran

ADS/DAGR

Présentation du projet

Le projet « appui à l'amélioration de la situation de l'emploi de la femme rurale et gestion durable de l'arganeraie dans le Sud-Ouest du Maroc (Projet Arganier) » est le fruit d'un partenariat, conclu en mars 2003, entre l'Agence de développement social et l'Union européenne ; il vise essentiellement à :

- aider les femmes rurales à améliorer les techniques d'extraction et de commercialisation de l'huile d'argane, ainsi que celles de la préservation et de la gestion durable de la matière première ;
- aider à la mise en place d'une réglementation protégeant le produit (huile) et permettant à la fois la préservation de la ressource naturelle "arganier" et la lutte contre la désertification, et
- appuyer la recherche pour une meilleure valorisation des produits et sous-produits de l'arganeraie et pour améliorer les qualités de la matière première.

Objectifs du projet

- Organiser et structurer un système de coopératives de femmes pour la production d'une huile de qualité.
- Consolider la structure réglementaire et commerciale du marché de l'huile (par l'Indication géographique IG, la certification BIO des produits, l'Appellation d'origine contrôlée (AOC), etc.).
- Contribuer à la conservation et à la gestion durable de la ressource naturelle constituée par l'arganeraie.
- Développer la valorisation des sous-produits résultant de l'extraction de l'huile d'argane.
- Mettre en place des actions facilitatrices (pistes, écoles, eau potable, etc.).
- Soutenir et encourager d'autres activités génératrices de revenus induites par le projet (tourisme rural, artisanat, etc.).
- Renforcer des capacités institutionnelles dans la promotion et l'encouragement à la création d'associations et coopératives, dans la sensibilisation des populations à l'intérêt du projet "arganier".

Etat d'avancement du projet

Depuis le lancement du projet en mars 2003, des actions ont été entreprises par rapport à chaque composante du programme. La communication fera le bilan des actions entreprises en faveur de l'appui à la filière, à la recherche, à la préservation, au développement durable, à la réglementation et à la coordination et gestion du programme.



Authenticité de l'huile d'argane et influence de l'origine sur sa composition chimique

D. Guillaume, M. Hilali, A. El Aziz Soulhi, L. Hachimi, Z. Charrouf

FRE2715 • 51, rue Cognac Jay, 51100 Reims, France

Laboratoire officiel d'analyses et de recherches chimiques • 25, rue R. Nichakra, Casablanca, Maroc

Laboratoire de chimie des plantes et de synthèse organique et bio-organique • Faculté des sciences • Université Mohammed V-Agdal, Rabat

Introduction

Depuis très longtemps, l'huile d'argane est traditionnellement préparée par les populations amazighes du Maroc. Néanmoins, les quinze dernières années ont été le témoin du passage d'une production artisanale de l'huile d'argane à une production semi-automatisée au sein de coopératives. Alors que l'huile produite artisanalement n'était destinée qu'à satisfaire une consommation locale, quotidienne et familiale, éventuellement la curiosité de quelques touristes en mal d'exotisme, la production d'huile d'argane par les coopératives à l'aide de presses électriques a permis la mise à disposition de larges volumes d'une huile d'argane de qualité reproductible et irréprochable sur le plan sanitaire et analytique. La conservation de l'huile s'en est trouvée nettement améliorée, ce qui a alors permis d'en envisager la commercialisation bien au-delà des frontières du Maroc.

La tradition a montré que l'huile d'argane possède à la fois des caractères gustatifs et nutritionnels exceptionnels en plus de propriétés thérapeutiques nombreuses et incomparables. La réunion de ces multiples avantages au sein d'une même huile végétale, associée à l'abondance des fruits et la possibilité de production d'huile de qualité, explique son succès commercial fulgurant sur le marché mondial. Pour pérenniser une telle position, la contrepartie est la capacité à assurer une qualité constante aux consommateurs d'huile d'argane et, en conséquence, le pouvoir d'assurer l'authenticité de l'huile d'argane et d'en détecter les fraudes.

Les contraintes associées à l'authentification

L'authentification de l'huile d'argane correspond au besoin de la certification de sa qualité. La réponse à deux questions distinctes doit être apportée au consommateur par le producteur pour lui certifier sans ambiguïté l'authenticité de son huile.

La première question est généralement posée pour toutes les huiles végétales et consiste à assurer l'origine de l'huile. Dans le cas de l'huile d'argane, elle permettra d'assurer que l'huile commercialisée provient *exclusivement des amandons des fruits de l'arganier* et n'est pas une huile d'une autre origine ou mélangée à une autre huile (végétale ou non).

La seconde question est spécifique à l'huile d'argane et permettra d'assurer que l'huile d'argane commercialisée a été obtenue à partir des amandons des fruits de l'arganier *selon les règles sanitaires acceptables* et qu'elle a été conservée dans des conditions préservant ses bienfaits.

Pour résoudre ces deux problèmes, nous étudions les propriétés physico-chimiques de l'huile d'argane afin d'identifier des marqueurs fiables et reproductifs attestant de la qualité de l'huile. S'il est clair que ces marqueurs doivent assurer l'origine "botanique" de l'huile, ils doivent également permettre d'écarter l'huile fabriquée à partir d'amandons dépulés par les chèvres, mais ils doivent cependant respecter éventuellement la commercialisation de l'huile artisanale si elle est préparée à partir de fruits dépulés manuellement. De plus, il est nécessaire que la ou les méthode(s) retenue(s) pour répondre à ces questions soit(ent) si possible simple(s) à mettre en œuvre et puissent fournir rapidement une réponse.

Résultats

Le problème de l'absence d'adultération de l'huile d'argane par une autre huile peut dans certains cas être simplement résolu par une analyse de la composition en acides gras de l'échantillon d'huile à évaluer. L'huile d'argane est riche en acide oléique, linoléique et palmitique (entre 43 et 50 %, de 28 à 36 %, et 10 à 15 % ;



respectivement) (tableau). Une quantification relative inadéquate de la teneur en ces trois acides gras peut donc servir de critère pour distinguer l'huile d'argane de l'huile de tournesol, par exemple. Cependant, il faut aussi considérer que certaines huiles (arachide ou sésame, par exemple) présentent, pour ces trois acides gras majoritaires, une teneur respective proche de celle de l'huile d'argane (tableau). La seule détermination de la teneur en acides oléique, linoléique et palmitique est donc insuffisante. De plus, il est aussi nécessaire d'envisager la préparation, dans un but frauduleux, d'un mélange d'huiles bon marché dont la teneur finale en acide oléique, linoléique et palmitique avoisinerait celle de l'huile d'argane. Si la mesure des taux en acide oléique, linoléique et palmitique peut donc être considérée comme une première étape nécessaire, elle n'est pas clairement suffisante pour certifier l'authenticité de l'huile d'argane.

Tableau : Pourcentage en acides gras de quelques huiles alimentaires

	Arachide	Noisette	Olive	Sésame	Tournesol	Argane
Acide oléique	48-66	66-83	55-83	37-42	15-25	43-50
Acide palmitique	8-13	5-9	8-14	8-11	8-13	10-15
Acide linoléique	14-28	8-25	3-14	39-47	50-62	28-36

La recherche de marqueur(s) minoritaire(s) est donc indispensable. Un tel marqueur doit, par sa rareté, permettre d'empêcher l'addition minime d'une huile qui le renfermerait en quantité importante et décourager son élimination d'une huile aux caractéristiques voisines en acides gras et son addition directe à l'état de traces. Nous nous sommes tournés vers le campestérol, un stérol minoritaire et rarement rencontré dans l'huile d'argane et qui présente, en chromatographie en phase gazeuse, un temps de rétention tel que sa quantification est facile, standardisable et non ambiguë.

Nous avons procédé au dosage du campestérol dans les stérols totaux de neuf huiles alimentaires (argane, olive, soja, colza, tournesol, noisette, arachide, sésame et abricot) et au sein de mélanges d'une de ces huiles avec l'huile d'argane. Nous avons clairement établi qu'une pureté supérieure à 95 % peut être certifiée par application de cette méthodologie [1].

Combinée à la détermination de la composition en acides gras, la détermination de la teneur en campestérol est donc une méthode envisageable pour la certification de l'absence d'adultération de l'huile d'argane.

La seconde question à résoudre est la certification de la qualité des méthodes de préparation et de conservation de l'huile d'argane. Il est nécessaire de conserver à l'esprit qu'il est inévitable que des variations de qualité analytique de l'huile d'argane soient une conséquence de l'origine géographique des fruits, de différences génétiques entre les arganiers ou de modifications climatiques. Une répartition autour d'une valeur moyenne doit donc être retenue, et il est impossible d'envisager qu'une marge trop stricte élimine une production spécifique de qualité convenable. Inversement, une marge trop grande n'aurait aucun caractère sélectif et serait inutile.

Nous avons déjà démontré que la composition en produits minoritaires de l'huile d'argane obtenue à partir d'amandons déulpés par les chèvres est différente de celle obtenue à partir d'amandons déulpés manuellement [2]. Nous avons aussi procédé à l'analyse d'une vingtaine d'échantillons obtenus par différentes techniques (artisanale, semi-automatisée...) et d'origine géographique différente afin d'identifier des marqueurs potentiels d'adultération de l'huile d'argane [3]. Des critères tels que l'indice d'acide, de saponification, de peroxyde, de refraction, l'extinction spécifique, l'insaponifiable, les pourcentages d'acides gras, le pourcentage en stérols... ont été déterminés. Nos résultats préliminaires suggèrent que la détermination de l'indice de peroxyde est un bon marqueur pour identifier à la fois l'huile d'argane préparée avec des amandons déulpés par les chèvres et/ou conservée de façon inappropriée. La confirmation de ces résultats par une étude sur plusieurs années reste cependant à réaliser.

En conclusion, la détermination de méthodes fiables, reproductibles et rapides permettant la certification de la qualité de l'huile d'argane est difficile, mais cette étape est indispensable pour assurer aux consommateurs une qualité constante qui les rassurera et les fidélisera.

Références bibliographiques

- [1] M. Hilali, Z. Charrouf, A. El Aziz Soulhi, L. Hachimi, D. Guillaume, *Detection of argane oil adulteration using quantitative campesterol analysis*, J. Am. Oil Chem. Soc. Soumis.
- [2] Z. Charrouf, H. El Hamchi, S. Mallia, G. Licitra, D. Guillaume, *Influence of Roasting and Seed Collection on argane Oil Odorant Composition*, Nat. Prod. Commun., 2006, 1, 399-404.
- [3] M. Hilali, Z. Charrouf, A. El Aziz Soulhi, L. Hachimi, D. Guillaume, *Influence of Origin and Extraction Method on argane Oil Physico-Chemical Characteristics and Composition*, J. Agric. Food Chem., 2005, 53, 2081-2087.



Coopératives d'huile d'argane : activités et impact sur le développement durable

Khadija Ibnou El Kadi

Coordinatrice des projets de l'Association Ibn Al Baytar à Agadir

Introduction

En partant de mon expérience de coordinatrice du projet de création des coopératives de concassage, mené par l'association Ibn Al Baytar sur la période 2004-2006 pour bien structurer la filière de production de l'huile d'argane, la présente communication a un double objectif :

- Premièrement, illustrer comment les activités coordonnées et observées dans ce cadre ont contribué, en suivant une démarche de développement durable, à une amélioration significative de la situation de la femme rurale du Sud-Ouest marocain.
- Deuxièmement, sensibiliser le large public, et en particulier les acteurs du développement, afin de les inciter à conjuguer leurs efforts pour entreprendre des actions conjointes de consolidation et d'expansion de la dynamique impulsée par l'association Ibn Al Baytar et ses partenaires.

Avant de procéder à cette illustration, un rappel de la situation problématique de la femme rurale, et notamment celle de l'arganeraie, s'avère important. En effet, ce rappel permettra de mieux exposer comment l'intervention d'Ibn Al Baytar, à travers ses différents projets, a permis d'apporter une solution intégrée, respectueuse des principes du développement durable.

I. Rappel de la situation problématique

Bien que la situation générale de la femme marocaine ait enregistré des améliorations remarquables ces dernières années, grâce au récentes réformes de son statut, celle de la femme rurale en particulier reste assez précaire.

Celle-ci, contrairement à la femme urbaine, se heurte encore à l'exclusion et à une forte pauvreté dues principalement à :

- la dégradation de l'environnement qui se traduit par l'épuisement des ressources naturelles qu'elle exploite pour assurer les besoins alimentaires et domestiques de la famille ;
- l'analphabétisme et le manque d'accès aux formes institutionnelles d'éducation ;
- le manque d'accès aux soins de santé et aux services de base ;
- l'exode rural des hommes qui entraîne une surcharge de travail pour elle et fragilise son statut social traditionnel au sein de la communauté.

A cause de cette situation, la femme rurale est amenée à exercer des activités économiques informelles, très peu rémunératrices et sans horaires fixes de travail. Ces activités varient généralement entre des petites productions agricoles et artisanales dont le revenu est généralement capté par leur mari ou un parent de sexe masculin. Cette forme d'exploitation peut atteindre son extrême lorsque les jeunes filles rurales sont envoyées en ville pour servir d'aides familiales.

Convaincue qu'il ne peut y avoir de développement durable sans que les femmes, et en particuliers celles du milieu rural, y soient actrices et bénéficiaires, l'association Ibn Al Baytar a décidé d'agir dans ce sens à travers la conjugaison de plusieurs projets de création de coopératives et leur regroupement.

Ces projets ont atteints des résultats satisfaisants parce qu'ils ont, dès le départ, été élaborés dans l'esprit et l'enjeu d'un développement durable, en cherchant à conjuguer des éléments interdépendants, à savoir les sphères économique, sociale et environnementale.



II. Les initiatives d'Ibn Al Baytar : « une réponse économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement viable »

Le projet d'amener les femmes de l'arganeraie à s'organiser en coopératives semblait évident et très pertinent, malgré la méfiance qu'elles manifestèrent au départ à l'égard de cette idée. En effet, cette structure organisationnelle de l'économie sociale et solidaire présente un cadre idéal et des avantages indéniables puisqu'elle se base sur des principes qui s'inscrivent pleinement dans l'optique du développement durable :

- la solidarité : les adhérentes sont solidaires pour résoudre un problème qu'elles n'auraient pas été en mesure de résoudre individuellement ;
- l'indépendance : les coopératives ne sont pas des organisations gouvernementales, elles sont le fruit de la volonté de leurs membres ;
- la participation : chaque adhérente participe selon ses possibilités à la gestion de la coopérative ;
- la démocratie : chaque adhérente représente une voix dans les assemblées où les décisions sont prises à la majorité ;
- la responsabilité : chaque adhérente est sensée être responsable autant vis-à-vis des autres adhérentes que vis-à-vis des bénéficiaires.

En aboutissant, à travers un travail de longue haleine et un appui permanent, à la création de plusieurs coopératives féminines et à leur structuration au sein d'une filière des produits de l'arganier, l'action de l'association Ibn Al Baytar a eu des impacts positifs, à plusieurs niveaux :

II.1. Au niveau économique

Avant leur adhésion aux coopératives initiées par l'association Ibn Al Baytar, les femmes amazighes produisaient traditionnellement, de génération en génération, l'huile d'argane dans leur foyer en parallèle à leurs tâches domestiques. Après la récolte et le séchage des fruits, elles procédaient manuellement, étape par étape, à l'extraction de cette huile sachant que, pour en extraire 1 litre, elles y consacraient environ 20 heures de travail, ce qui est énorme. Une fois extraite, cette huile était autoconsommée et/ou vendue par les hommes, généralement au bord de la route ou au souk, à un prix dérisoire.

Si les conditions de sa production au foyer restent incertaines au niveau de l'hygiène, sa vente dans des contenants recyclés, généralement en plastique, laisse encore plus douter de sa qualité et de ses incidences sur la santé.

Impact économique direct

Aujourd'hui, les coopératives qui ont été accompagnées par l'association sont au nombre de 20 et se situent dans plusieurs provinces du Sud-Ouest marocain. Le nombre total des coopératives de l'arganeraie atteint 90 coopératives en 2007 et emploient près de 4 000 personnes.

L'impact économique direct de la commercialisation de l'huile d'argane par les coopératives féminines a été immédiat, en effet :

- en améliorant considérablement la qualité (intrinsèque et extrinsèque) de l'huile d'argane, elle a pu être certifiée et exportée à un prix qui permet de bien rémunérer le travail des productrices ;
- en assurant un revenu décent et stable aux coopérantes de la filière, leur pouvoir d'achat – et par conséquent, celui de leurs familles – a considérablement augmenté ;
- en introduisant un procédé mécanique d'extraction de l'huile, le temps de travail et sa pénibilité ont été réduits ce qui a sensiblement amélioré la productivité.

Pour mieux illustrer l'impact économique direct, voici quelques chiffres-clés :

Avant l'intervention d'Ibn Al Baytar	Après l'intervention d'Ibn Al Baytar
Prix du litre de l'huile d'argane (vendue au bord des routes et dans les souks sans contrôle de qualité) : 35 Dh	Prix de vente à l'exportation du litre d'huile produite par les coopératives selon les normes du CE : 200 Dh
Les femmes ne disposent pas d'un revenu propre	Les femmes sont rémunérées , selon leur productivité, par un salaire unitaire représentant presque 50 % du prix de vente de l'huile , ce qui équivaut en moyenne à un salaire journalier de 60 Dh
Les coopératives d'huile d'argane étaient rares et très peu rentables	L'ensemble des coopératives encadrées dégagent un chiffre d'affaire cumulé important et qui s'améliore d'un exercice à l'autre : <ul style="list-style-type: none"> • CA en 2004 : 6 millions de Dh • CA en 2005 : 8 millions de Dh



Impact économique indirect

Le succès des projets de l'association ainsi que leur médiatisation à l'échelle nationale et internationale, ont entraîné des effets positifs en termes d'activité économique des zones d'implantation des coopératives. En effet, les coopératives d'argane ont attiré la curiosité des touristes, surtout les étrangers, qui ont de plus en plus afflué pour acheter les produits commercialisés et, par la même occasion, découvrir les traditions et particularités de la région.

Par ailleurs, plusieurs emplois ont été créés à l'échelle locale suite à l'intérêt suscité autour de l'arganier et aux divers partenariats, publics et privés, qui ont été noués dans le cadre des projets et activités de l'association.

II.2. Au niveau social

Les coopératives d'argane, initiées par l'association Ibn Al Baytar, comprennent des femmes veuves ou divorcées qui doivent subvenir elles-mêmes à leurs besoins quotidiens et à ceux de leurs enfants. On retrouve aussi de plus en plus de femmes qui restent célibataires à cause de l'accentuation de l'exode rural des hommes vers les villes.

Du fait de leur situation familiale et leur manque d'éducation, ces femmes étaient particulièrement défavorisées au sein de leurs communes rurales, mais suite au succès connu par les projets initiés par Ibn Al Baytar en leur faveur et leur médiatisation nationale et internationale, ces femmes ont dorénavant acquis :

- un meilleur statut social grâce à l'activité économique qu'elles exercent, statut qui leur donne une dignité et leur vaut le respect de leur entourage (petits et grands, simples habitants ou dirigeants) ;
- un accès aux soins de santé et à des biens et services de base grâce à un revenu stable sur lequel elles peuvent compter (certaines ont même pu faire pour la première fois des investissements) ;
- une indépendance financière en n'étant plus subordonnées, par rapport aux hommes, dans la gestion des revenus tirés de l'arganier ; cette nouvelle situation aurait même contribué à une amélioration générale des rapports entre les hommes et les femmes dans les villages où sont implantées les coopératives ;
- une éducation de base et une qualification professionnelle dans la gestion de leur structure productive grâce à des programmes pédagogiques conçus spécifiquement pour les coopératives et réalisés en leur sein. Ces programmes leur ont fait prendre conscience de l'importance de l'éducation et les ont fortement incitées à scolariser leurs enfants, notamment les filles.

La formation est l'un des axes forts développés à travers les projets intégrés de l'association Ibn Al Baytar. Celle-ci n'a épargné aucun effort pour mobiliser des formateurs spécialisés et des experts pour assurer la bonne formation de toutes les ressources humaines impliquées dans ses projets, que ce soient les équipes opérationnelles de terrain, les animateurs, les salariés des GIE ou les femmes des coopératives et leurs encadrant(e)s.

II.3. Au niveau environnemental

Conscientes aujourd'hui de l'intérêt qu'elles ont à préserver jalousement l'arganier, ces femmes ont été initiées, au sein des coopératives et à travers un module spécifique de formation, à la plantation.

Depuis leur formation, elles procèdent non seulement de manière régulière aux plans pour la sauvegarde et la réhabilitation de l'arganeraie mais aussi, elles sensibilisent, à leur tour, leur entourage et l'incite à suivre leur exemple.

Ainsi, la plantation de plusieurs milliers d'arbres a été réalisée dans les provinces d'Agadir, de Taroudant, de Chtouka, de Tiznit, etc.

Conclusion

Malgré ces progrès, certaines difficultés persistent et doivent être surmontées pour entretenir et renforcer la dynamique enclenchée par les diverses actions menées par l'association Ibn Al Baytar et ses partenaires au profit des coopératives de la filière d'argane.



Alphabétisation fonctionnelle, outil du développement humain

Jamal El Achmit

*Directeur du Centre national de développement et d'alphabétisation (CNDA)
et professeur à la Faculté des lettres, Université Ibnou Zohr, Agadir*

L'analphabétisme continue de constituer un challenge de taille au Maroc et une véritable pierre d'achoppement face à sa modernisation et son progrès. Certes, depuis les premières années de l'Indépendance, les efforts n'ont jamais cessé d'être déployés par les gouvernements qui se sont succédé afin de contrecarrer ce fléau. Des budgets colossaux ont été engagés et des ressources humaines importantes ont été mobilisées. Cependant, les rapports sur les réalisations font ressortir que les progrès accomplis sont loin d'être satisfaisants.

En fait, au Maroc comme dans plusieurs autres pays en voie de développement, les actions en matière d'alphabétisation ont été menées dans des contextes souvent imprégnés par les orientations des instances internationales spécialisées, et précisément l'UNESCO. Cette dernière concevait des politiques à suivre par les gouvernements des pays concernés en se référant aux définitions déterminées par ses experts. Le souci de doter les populations cibles des compétences en lecture, écriture et calcul, pour qu'elles puissent disposer d'une certaine autonomie de gestion de leur vie quotidienne, était l'enjeu des premières conceptions en matière d'alphabétisation. Raison pour laquelle tous les programmes mis en oeuvre étaient conçus et réalisés au profit des populations-cibles de manière généralisée, abstraction faite des particularités existantes entre les populations-cibles et de leurs besoins particuliers.

Entre les années 50 et les années 80, les définitions changeaient constamment chaque fois que l'on se rendait compte de l'inefficacité de l'approche adoptée. La définition de l'analphabète comme étant celui qui ignore les principes de la lecture se trouva dépassée. En 1987, une définition nouvelle est donnée par l'UNESCO, et le traitement du problème prend alors une autre tournure, centrant l'acte d'apprentissage sur le vécu du bénéficiaire et l'orientation de ses acquis vers la résolution de ses problèmes. Autrement dit, l'objectif est désormais la fonctionnalisation de l'apprentissage, de telle sorte que le savoir ne soit pas purement théorique et abstrait. Il va être jumelé à un savoir-faire et à un savoir-être pratiques et concrets.

Le CNDA, qui se veut, depuis sa création en 1998, un acteur de la société civile, s'est inscrit dans cette logique et s'est fixé comme mission la contribution à la promotion de l'élément humain local. Le thème d'action choisi était l'alphabétisation et la formation continue. Sa première expérience dans le domaine s'est réalisée en partenariat avec la Direction de l'Alphabétisation. Les taux d'alphabétisation approchaient les 61 %, dont 80 % étaient des femmes. La stratégie de l'Etat avait alors commencé à changer, optant pour l'approche partenariale. Ce qui permettra par la suite aux organisations de la société civile, vu leur proximité, d'intervenir pour contribuer à gérer ce dossier.

De 1998 à 2003, le CNDA put capitaliser suffisamment d'expérience, devenant un expert en la matière. Il se rendit compte dans la région de l'abîme séparant les intentions de l'Etat qui se voulait innovateur en matière d'alphabétisation, et la mise en oeuvre sur le terrain des conceptions et programmes, par les différents intervenants qui continuaient de se référer aux méthodes classiques.

Les modules de l'alphabétisation conçus pour une masse horaire de 260 heures ont suscité un intérêt particulier chez les populations-cibles. Et c'était une œuvre louable. Mais au bout de 5 ans, la question de l'utilité socioéconomique des savoirs acquis a émergé et a poussé vers la révision de la stratégie. Le constat a mis en évidence l'attachement des populations au module réservé à l'alphabétisation, ce qui se traduisait par une grande assiduité des bénéficiaires tous les centres d'alphabétisation. En revanche, les taux de déperdition pendant la réalisation des deux autres modules étaient inquiétants. Ce qui a mené à s'interroger sur la compatibilité et la commodité de ces modules avec les soucis de la population ciblée et à se demander à quel point les besoins différentiels de celle-ci sont satisfaits et pris en compte par ces modules.



Le CNDA, de son côté, ne va pas tarder à développer une partie de la réponse qui va le démarquer et mettre en avant sa position d'expert en matière de formation des adultes et d'alphabétisation. Deux expériences majeures peuvent être présentées pour illustrer cette vérité.

En 2003, le CNDA, en partenariat avec l'**Association Ibn Al Baytar pour la promotion des plantes médicinales** va se voir concrétiser les premiers pas dans sa stratégie et se réjouir des premiers fruits de son expérience. Environ 60 groupements de femmes constitués de presque 2000 femmes et jeunes filles rurales qui appartenaient à la zone située dans la sphère de l'arganeraie vont être ciblés. La philosophie des deux partenaires partait du fait que pour réussir un programme d'alphabétisation, son contenu doit être particulier et spécifique. Les savoirs et les acquis doivent être en étroite liaison avec les activités quotidiennes des bénéficiaires et répondre de manière concrète aux attentes de la population cible.

Les 2 000 femmes et jeunes filles ont d'abord bénéficié d'un programme de 200 heures d'alphabétisation de base et ensuite un programme de 160 heures avec un contenu purement fonctionnel. Le résultat visé était de mettre l'alphabétisation au service de l'amélioration de la situation socio-économique des femmes ciblées. L'incitation à la constitution des coopératives féminines gérées par les femmes alphabétisées elles-mêmes et d'en assurer la pérennité. Les sujets choisis visaient la maîtrise par les femmes des connaissances juridiques et des compétences pratiques liées à la gestion des coopératives. Le staff chargé de dispenser ce programme auprès des femmes a adopté une méthodologie qui a permis d'atteindre les résultats escomptés : la conversion de la majorité des groupements en coopératives agrées.

Cette expérience a été couronnée par l'élaboration d'un manuel **d'alphabétisation fonctionnelle** conçu spécifiquement pour les femmes, qui peuvent être potentiellement ou effectivement membres des coopératives d'argane. Le manuel a été imprimé à **2 000** exemplaires et distribué aux partenaires et aux acteurs pour en tirer les enseignements et en faire une référence.

La réussite de l'expérience a encouragé le Centre à poursuivre son expérience. Le marché qu'il a conclu en 2006 avec l'ADS pour la réalisation d'une action d'alphabétisation fonctionnelle similaire à la précédente du point de vue technique et pédagogique va lui permettre d'améliorer son expertise et produire de la valeur ajoutée.

1 600 femmes membres effectives de **42** coopératives arganières siégeant dans les provinces de Tiznit, Taroudant, Chtouka Aït Baha, Agadir Idaoutanane (région Sous-Massa-Drâa) et la province d'Essaouira (région Tensift-El Haouz) vont être concernées par cette action.

Selon les termes du marché, la mission du Centre consiste à concevoir les modules de formation (programme d'alphabétisation), former le staff (formatrices et superviseurs), assurer le contrôle et le suivi de l'exécution sur le terrain et, bien évidemment, produire les supports pédagogiques (essentiellement *le Manuel de la bénéficiaire et le Guide de la formatrice*).

Le programme d'alphabétisation en question est conçu pour une masse horaire de 360 heures : 100 heures pour l'alphabétisation alphabétique et 260 heures pour l'alphabétisation fonctionnelle. Le volet fonctionnel est conçu selon deux modules :

- Le premier module traite les thèmes portant sur :
 - l'environnement socioéconomique de la coopérative ;
 - la biosphère de l'argane ;
 - la gestion de la coopérative.
- Le second module traite les thèmes portant sur :
 - la qualité et la traçabilité ;
 - les bonnes pratiques de fabrication ;
 - les techniques de commercialisation et de marketing.

A la différence de la première expérience, les manuels vont être préparés à l'avance et mis à la disposition des bénéficiaires pour servir de supports et assurer un apprentissage optimal. L'objectif reste généralement identique et consiste à doter les coopératrices des compétences nécessaires aussi bien cognitives et pratiques que comportementales, pour assurer la pérennité de leurs coopératives et améliorer leur situation socioéconomique.

Le passage en revue de ce contenu permet de percevoir la détermination du Centre à rendre un service qui réponde aux besoins spécifiques de la population-cible. Faire connaître aux femmes coopérantes l'environnement juridique, social et géographique de leurs coopératives leur servira de tableau de bord pour avoir une vision claire du secteur et des contraintes du marché.



Activité cosmétologique de l'huile d'argane et des dérivés de l'arganier

Gilles Pauly*, Florence Henry*, Pr Zoubida Charrouf**

* Laboratoires sérobiologiques, division de Cognis France, 3, rue de Seichamps, 54425 PULNOY, France

** Laboratoire de chimie des plantes et de synthèse organique et bio-organique, Département de chimie, Faculté des sciences, Université Mohamed V, avenue Ibn Batouta, B.P. 1014, Rabat

Les Laboratoires Sérobiologiques (LS) et le GIE Targanine : un partenariat basé sur les valeurs fondamentales du développement durable

Les LS, impliqués depuis de nombreuses années dans une approche ethnobotanique et, plus récemment, dans une démarche de développement durable, se sont intéressés aux initiatives de préservation de l'arganeraie marocaine. Pendant plus de 4 ans, les Laboratoires Sérobiologiques (LS) et le réseau de coopératives Targanine, sous l'impulsion et avec l'étroite collaboration du Pr Zoubida Charrouf, ont mis en place un partenariat visant à identifier des sources originales d'actifs cosmétiques, selon une condition expresse : que ces nouveaux développements soutiennent et encouragent la protection et la valorisation de l'arganeraie marocaine.

Ce partenariat s'est organisé autour de trois axes majeurs :

- Identification de fractions spécifiques (feuilles et tourteaux) de l'arganier pouvant être valorisées par l'industrie cosmétique et permettant d'assurer des revenus supplémentaires aux femmes marocaines.
- Réalisation d'une étude d'impact permettant d'évaluer la meilleure méthode de récolte des feuilles, notamment par la valorisation des sous-produits des opérations sylvicoles, et de définir le cahier des charges le plus approprié.
- Implication des populations locales dans la démarche de protection et de valorisation de l'arganeraie, en particulier par l'intermédiaire de l'étude de la mise en place d'une pépinière.

le Programme arganier LS : une gamme de principes actifs cosmétiques issus de l'arganier, pour le soin de la peau et du cheveu

Alors que l'arganier est essentiellement connu pour son huile, les Laboratoires Sérobiologiques ont élargi leurs travaux vers différentes fractions. En associant les connaissances traditionnelles locales et leur expertise scientifique, ils ont développé une gamme complète de plusieurs actifs cosmétiques pour le soin de la peau, créée dans le respect des valeurs fondamentales que sont le développement durable et le commerce équitable.

Extraits des feuilles d'arganier : les polyphénols - ARGANYL™

Afin d'encourager les populations locales à baliver l'arganeraie sous le contrôle de l'Administration marocaine des Eaux et Forêts selon les préconisations de l'étude d'impact, les LS ont étudié des valorisations potentielles de ces feuilles, via une analyse phytochimique. Les feuilles de l'arganier ont une teneur particulièrement intéressante en polyphénols, connus pour leurs propriétés anti-radicaux libres et préventives du vieillissement cutané.

ARGANYL™ se propose de lutter contre l'effet délétère des MMP sur le réseau de fibres de collagène et donc de préserver la qualité des tissus de soutien de la peau. Son activité est complétée par une action en amont, grâce un effet anti-radicaux libres. Ces radicaux libres, dont la production est boostée lors de l'exposition aux stress environnementaux tels que les UV, participent au phénomène de vieillissement cutané.

ARGANYL™ est une solution originale et naturelle pour préserver la peau contre le vieillissement prématuré et, en particulier, le vieillissement UV induit.



Extraits du fruit – Amande du noyau

Les protéines : ARGATENSYL™

Afin d'améliorer le revenu des coopératives productrices d'huile d'argane, les LS ont étudié des applications cosmétiques potentielles pour les co-produits de cette exploitation.

Une fraction riche en protéines de poids moléculaire élevé (> 200 000 daltons) a été identifiée et isolée à partir des tourteaux. Sa composition lui confère des propriétés de surface particulièrement intéressantes. Lors de l'application sur la peau, ces molécules forment un réseau ayant une très bonne affinité pour la surface cutanée et développent un effet tenseur immédiatement perceptible.

L'huile d'argane : LIPOFRUCTYL ARGAN™

Les fruits de l'arganier contiennent une coque très dure, renfermant une à trois amandes, dont on extrait une huile utilisée depuis plusieurs décennies par les populations berbères.

LIPOFRUCTYL ARGAN™ est préparé par extraction mécanique (pression à froid) et répond au critère d'huile "extra-vierge". Grâce aux efforts tout particuliers en matière de qualité du réseau Targanine, cette huile a été certifiée Ecocert, et a reçu le prix Slowfood en 2001.

D'un point de vue composition, l'huile d'argane est exceptionnellement riche en acides gras poly-insaturés (dont acide linoléique, oméga-6) et en tocophérols naturels.

L'huile d'argane est largement utilisée par les femmes marocaines en cuisine pour ses qualités gustatives, mais aussi pour de nombreux rituels de beauté ancestraux : pour le soin de la peau, des cheveux et des ongles, et ce depuis des siècles. De nombreux secrets de beauté traditionnels sont basés sur l'huile d'argane. Par exemple, les femmes berbères s'enduisent d'un mélange en égales proportions d'huile d'argane et d'huile d'amande douce avant d'aller au hammam.

Conclusion

L'arganier, arbre symbolique du Maroc, est une source de richesses incontestable, qu'il faut cependant savoir préserver afin de pouvoir en pérenniser l'existence et assurer l'avenir écologique et économique de cette région du Maroc.

Le programme Arganier LS combine l'identification de sources d'actifs originales et attractives, pour le bien-être de chacun et dans le respect de l'homme et de son environnement, avec des actions concrètes en faveur du développement durable et de la préservation de l'arganeraie.



La consommation d'huile d'argane : un bénéfice pour notre cœur et nos neurones

Abdelfettah Derouiche

Professeur à la Faculté des sciences Ben M'sik, Casablanca (afderouiche@yahoo.fr)

De nombreuses études expérimentales et cliniques ont montré que les concentrations des lipides et des lipoprotéines plasmatiques étaient directement influencées par les apports nutritionnels, notamment en acides gras, et que ces derniers, selon leur nature, sont impliqués soit dans la progression ou la prévention des maladies cardiovasculaires. D'autres études nutritionnelles ont montré que des réductions similaires des taux des lipides sanguins obtenues par certains traitements médicamenteux peuvent être obtenues par des mesures alimentaires, d'autant plus que ces mesures semblent induire des modifications des lipides de type qualitatif et quantitatif.

La composition particulière de l'huile d'argane, produit naturel et endémique du Maroc, composée d'une fraction glycéridique (99%) riche en acides gras insaturés (43% acides oléique et 35% linoléique) et d'une fraction insaponifiable (1%) constituée de substances naturelles à large spectre d'activités biologiques telles que les carotènes, les tocophérols (66 ± 2 mg/100 g), les phytostérols (357 ± 23 mg/100 g) et les poly phénols ($3,7 \pm 0,03$ mg/100 g) confère à cet aliment des vertus cosmétiques pharmacologiques et nutritionnelles, notamment des effets hypolipémiants, antioxydants et neuroprotecteurs.

La recherche de ces propriétés de l'huile d'argane ont été réalisées par une première étude du profil nutritionnel, lipidique, lipoprotéique et antioxydant menée sur deux populations productrices de cet aliment et ne souffrant d'aucune pathologie lipidique. Les résultats ont révélé que la concentration des LDL des consommateurs habituels de cette huile sont significativement plus basses que celles des non-consommateurs et qu'elles sont mieux protégées contre l'oxydation par les radicaux libres. Cette oxydation représente l'étape-clé de la pathologie de l'athérosclérose.

Une deuxième étude d'intervention nutritionnelle mono factorielle randomisée a été menée sur une cohorte de 60 participants, d'âge moyen $23,42 \pm 3,85$ ans. Les participants ont été soumis à un régime alimentaire hebdomadaire contrôlé contenant 25 g/j de beurre pendant 2 semaines : phase de stabilisation (P.S.). Ils étaient par la suite randomisés en 2 groupes : l'un a substitué le beurre par 25 ml/j de l'huile d'argane pendant 3 semaines (G.H.A.) et l'autre par 25 ml/j de l'huile d'olive (G.H.O.). Les prélèvements sanguins à jeûn ont été effectués à la fin de P.S. et de l'étude. Sur ces prélèvements ont été déterminés les concentrations plasmatiques du profil lipidique (CT, TG, c-LDL et c-HDL) et du profil oxydatif (la vitamine E, les hydroperoxydes, les diènes conjugués et la paraoxonase).

Les résultats de cette étude ont montré :

- que la ration calorique quotidienne a été maintenue constante durant l'étude ($2550,3 \pm 247,3$ Kcal/j) et correspond à $13,3 \pm 1,9$ % de protéines, $61 \pm 5,9$ % d'hydrates de carbones $25,3 \pm 3,5$ % de graisses, seule la nature de l'acide gras qui a été modifiée :

Acides gras	P.S.	G.H.A.	G.H.O.
Saturés en %	$41,6 \pm 2,4$	$26,9 \pm 1,4$	$26,4 \pm 3,4$
Mono-insaturés en %	$30,2 \pm 1,9$	$36,4 \pm 1,3$	$43,9 \pm 1,2$
Poly-insaturés en %	$28,1 \pm 3,6$	$36,5 \pm 4,5$	$29,7 \pm 3,9$

- que la consommation de l'huile d'argane induit des effets bénéfiques sur le profil lipidique (TG, cHDL et cLDL) ; une forte augmentation du potentiel antioxydant par élévation de la Vit E conduisant ainsi à une meilleure protection contre l'oxydation des LDL, étape-clé dans la genèse de l'athérosclérose ; une forte augmentation de la paraoxonase1, enzyme douée, en plus de son activité antioxydante, d'une activité neuro-protectrice en protégeant le système nerveux de la neurotoxicité des organophosphates par hydrolyse de certains métabolites de ces derniers.



Ces points, qui seront exposés et discutés lors de notre intervention, suggèrent le fait que l'huile d'argane interviendrait, par sa consommation, aussi bien dans la protection neuronale que dans la prévention nutritionnelle des maladies cardio-vasculaires.

Références bibliographiques

- Af. Derouiche, R. Saile, A. Drissi, M Cherki, Y. Bamou, A. Idrissi-Ouadghiri, JM. Lecerf, A. Adlouni, *Effect of two natural products oils, argane and Olive, in the nutritional prevention on atherosclerosis in man*, *Atherosclerosis*, p. 14:473 (2006).
- A. Adlouni, A. Drissi, M. Cherki, M. El Messal, A. Khalil, JM. Lecerf, Af. Derouiche, *How to improve atherosclerosis prevention by argane oil ?* *Atherosclerosis* w53:3, 473, 2006.
- Af. Derouiche, M. Cherki, A. Drissi, Y. Bamou, A. Idrissi-Ouadghiri, JM Lecerf, A. Adlouni., *Nutritional intervention study with argane oil in man : effect on lipids and apolipoproteins*, *Ann Nutr Metab* ; 49:196-201. 2005.
- Af. Derouiche, A. Adlouni, A. Drissi, M. Cherki, Y. Bamou, A. Idrissi-Oudghiri, J.M.Lecerf, *Effect of natural product t argane oil, in the nutritional prevention on cardiovascular diseases in man*, *Ann Nutr Metab* ; 49, Suppl1:163, 2005.
- Af. Derouiche, M. Cherki, A. Drissi, M. Benouhoud, R. Chater, A. Kettani, R. Sail, A. Chraïbi, A. Adlouni, *Profil des hormones thyroïdiennes et lipidique de deux populations du sud-ouest Marocain productrices de l'huile d'argane*, *Biologie & Santé* vol. 5, n° 1, 185-192, 2005.
- Mounia Cherki, Abdelfettah Derouiche, Anas Drissi, Mariame El Messal, Youssef Bamou, Azzedine Ouadghiri Idrissi, Abdel Khalil, Ahmed Adlouni, *Consumption of argane oil may have an antiatherogenic effect by improving paraoxonase activities and antioxidant status: interventional study in healthy Moroccan men*, *Nut Metab& Card dis* 15, 352-360, 2005.
- A. Drissi, J. Girona, M. Cherki, G. Godas, Af. Derouiche, M. Elmessal, R. Sail, A. Kettani, R. Sola, L. Massana, Adlouni, *Evidence of hypolipemiant and antioxydant properties of argane oil derived from argane tree (Argania Spinosa)*, *Cli. Nut.* 23, 1159-1166 ; 2004.



Rôle de l'huile d'argane dans la prévention des maladies cardiovasculaires

P^r Ahmed Adlouni

Chef de l'Unité de physiopathologie cardiovasculaire, Laboratoire de recherche sur les lipoprotéines et l'athérosclérose, Faculté des sciences Ben M'sik, Casablanca

Place des maladies cardiovasculaires

Selon le rapport de l'Organisation mondiale de la santé de décembre 2002, les maladies cardiovasculaires (MCV) sont responsables de 16,5 millions de décès dans le monde dont les 3/4 se trouvent dans les pays à faible et moyen revenu. Ces chiffres sont malheureusement appelés à être revus à la hausse, et l'OMS prévoit en moyenne 25 millions de décès d'origine cardiovasculaire en 2020.

La composante-clef des MCV est l'athérosclérose. Ses mécanismes physiopathologiques font encore l'objet de controverses, mais ils sont sans équivoque, étroitement liés à des facteurs de risque (FR).

Principaux facteurs de risque des maladies cardiovasculaires

Modifiables	Non modifiables
Hypercholestérolémie	Sexe masculin
Hypertension artérielle	Age
Diabète	Facteurs génétiques (exemple : l'hypercholestérolémie familiale)
Tabagisme	
Obésité	
Sédentarité	
Alcool	
Diète athérogène	

Plus de 90 % de cardiopathies ischémiques peuvent être prédites à partir de neuf FR modifiables (hypercholestérolémie, tabagisme, diabète, hypertension artérielle, obésité, diète athérogène, sédentarité, consommation d'alcool, facteurs psycho-économiques), indépendamment du sexe, de la région géographique ou de l'origine ethnique.

Au Maroc, l'athérosclérose semble être fréquente puisqu'une étude récente sur la prévalence de différents FR au Maroc a montré que les conditions athérogènes sont réunies dans les groupes de bas et haut niveau socio-économique. En effet, dans la population marocaine âgée de plus de 20 ans, la prévalence de l'hypertension artérielle est de 33,6 %, celle du tabagisme de 31,5 % chez l'homme et 0,6 % chez la femme, celle de l'hypercholestérolémie de 29 %, celle de l'obésité de 11,1 % et celle du diabète de 6,6 %.

Prise en charge des maladies cardiovasculaires

La prise en charge des maladies cardiovasculaires par la prise en charge des facteurs de risque eux-mêmes représente une priorité en matière de santé publique. Cette prise en charge est d'abord nutritionnelle avant d'être thérapeutique. Dans la prise en charge des hypercholestérolémies, de nombreuses études expérimentales et cliniques ont montré que le niveau des lipides plasmatiques était directement influencé par les apports nutritionnels, notamment en acides gras. De nombreuses études épidémiologiques (écologiques, cas-témoins et prospectives) ont confirmé ce lien entre apports en acides gras et lipides plasmatiques, mais surtout, elles ont établi une relation entre alimentation et risque cardiovasculaire, tant en termes de mortalité que de morbidité.



Le niveau des lipides plasmatiques pour un sujet donné, qu'il soit dyslipidémique ou non, dépend aussi de facteurs génétiques et d'autres facteurs propres à l'individu : âge, sexe, poids, répartition du tissu adipeux, activité physique. Le risque cardiovasculaire dépend de nombreux facteurs, mais la plupart d'entre eux ne sont pas indépendants de la nutrition : obésité, diabète, hypertension artérielle, hyperhomocystéinémie. Les facteurs nutritionnels impliqués dans l'athérosclérose, au-delà des acides gras et de leur nature, sont représentés par les fibres alimentaires et les glucides, les micronutriments et phytonutriments anti-oxydants (vitamines C, E, bêta-carotène, sélénium, zinc, polyphénols...), la vitamine B9, les phytostérols.

La prise en charge des dyslipidémies passe donc prioritairement par la diététique qui a un triple but : normaliser les différents paramètres lipidiques, améliorer les autres facteurs de risque (obésité, diabète, hypertension, effets du tabagisme ou accompagnement à l'arrêt du tabac) et réduire le risque vasculaire indépendamment de l'effet obtenu grâce aux impacts précédents.

L'efficacité de la nutrition dans l'athérosclérose a été prouvée par de nombreuses études épidémiologiques d'intervention en prévention primaire mais surtout secondaire et, également, dans des études de régression. Le bénéfice des essais de prévention nutritionnelle est souvent spectaculaire surtout chez le coronarien, largement supérieur à celui obtenu par les essais médicamenteux.

Les essais les plus convaincants sont ceux qui ont fait appel à une alimentation globale ; les interventions basées sur l'adjonction de nutriments de façon isolée (vitamines...) sont contradictoires ou inefficaces. Mais le recours à une augmentation isolée des apports en poisson et/ou en oméga 3 a également fait la preuve d'efficacité. Ces essais d'intervention ont permis d'obtenir une réduction du risque de cardiopathie ischémique et/ou de mortalité cardiovasculaire, indépendamment d'une modification éventuelle des lipides plasmatiques. Les acides gras oméga 3 réduisent le risque de mort subite, par thrombose et/ou troubles du rythme. La nutrition est donc, dans l'arsenal thérapeutique, le premier moyen dans la prise en charge chez les dyslipidémiques et chez les sujets coronariens ou à risque cardiovasculaire.

Sur la base de ces données, nous nous sommes intéressés à l'étude des effets hypolipémiants et antioxydants de l'huile d'argane, huile endémique du Sud-ouest marocain, dans une population saine et en cas d'obésité.

Valeur de l'huile d'argane

Sur le plan structural, la composition chimique de l'huile d'argane, riche en acides gras polyinsaturés et en vitamine E, est différente des autres huiles alimentaires habituellement consommées. Il est attendu que cette huile soit douée de propriétés pharmacologiques bénéfiques sur le plan cardiovasculaire, à savoir une réduction du risque cardiovasculaire par son effet hypolipémiant et antioxydant.

L'huile d'argane est obtenue à partir du fruit de l'arganier par deux modes d'extraction. L'extraction traditionnelle, processus purement artisanal, est lente et à faible rendement. L'extraction industrielle pallie à ces inconvénients (rendement, durée de travail, etc.).

Comme d'autres huiles végétales, l'huile d'argane est constituée de deux fractions, une fraction saponifiable (ou glycéridique), riche en acides gras insaturés, et une fraction insaponifiable (composés mineurs), riche en phytostérols, gamma tocophérols et composés phénoliques doués de pouvoir antioxydant puissant.

Objectifs de la recherche

L'objectif de nos travaux est d'étudier l'influence de la consommation de l'huile d'argane sur le profil lipidique et antioxydatif par l'analyse des lipides, des apolipoprotéines et des particules lipoprotéiques et par l'analyse des marqueurs de l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) afin de mieux connaître le mécanisme d'action de cette huile pour une valorisation nutritionnelle en termes de prévention nutritionnelle des maladies cardiovasculaires.

Intérêt de l'huile d'argane dans la prévention des maladies cardiovasculaires

Comme étude préliminaire, nous avons réalisé une étude prospective chez des consommateurs réguliers de l'huile d'argane et une étude *in vitro* afin de rechercher les effets antioxydants, d'une part, des tocophérols, des polyphénols, des stérols de l'huile d'argane et, d'autre part, des saponines du tourteau sur des LDL humaines oxydées.

Il est actuellement bien admis que les acides gras saturés comme l'acide palmitique (C16 : 0) favorisent l'augmentation des lipides athérogènes, en particulier, le c-LDL. Cependant, les acides gras mono-insaturés (acide oléique, C18 : 1) et les acides gras polyinsaturés (acide linoléique C18 : 2) diminuent les taux plasmatiques du c-LDL.



D'autres composés présents dans l'huile d'argane en quantité considérable sont également impliqués dans la prévention contre les phénomènes d'altération structurale et fonctionnelle des lipoprotéines; c'est le cas des tocophérols et des polyphénols. De même, les composés polyphénoliques d'origine végétale possèdent une activité antioxydante puissante et, par conséquent, préviennent l'oxydation des LDL et prolongent ainsi la lag phase. Des données expérimentales ont indiqué que des apports élevés en polyphénols entraînent un enrichissement des LDL en ces substances et inhibent leur oxydation.

Concernant le bilan lipidique, nous avons pu démontrer que la consommation régulière de l'huile d'argane a induit des effets bénéfiques sur les paramètres lipidiques particulièrement sur les c-LDL et la Lp(a). Cependant, peu d'études ont prouvé que la nature du régime alimentaire influence la concentration de la Lp(a) plasmatique. Nos résultats ont montré que la Lp(a) baisse significativement chez les consommateurs d'huile d'argane par rapport aux témoins. Ainsi, les consommateurs d'huile d'argane pourraient être protégés contre les complications de l'athérosclérose.

Concernant le statut oxydatif, nos résultats ont montré des effets bénéfiques de la consommation de l'huile d'argane sur les peroxydes lipidiques et la vitamine E plasmatiques chez les consommateurs de l'huile d'argane par rapport aux témoins. Ce résultat est intéressant puisque la vitamine E est l'antioxydant majeur présent dans les LDL et est considérée comme la première ligne de défense. Ainsi, ces LDL seront mieux protégées contre les oxydations radicalaires.

Parallèlement, nos résultats in vitro ont montré une augmentation significative dose-dépendante de la lag phase des LDL oxydées en présence des tocophérols de l'huile d'argane. En effet, les tocophérols sont les antioxydants prédominants dans les particules LDL.

De même, nos résultats ont montré également que les polyphénols de l'huile d'argane, dont l'acide férulique est le majoritaire (3147 µg/kg), exercent un effet antioxydant sur les LDL oxydées en augmentant, d'une manière dose-dépendante, leur résistance à l'oxydation.

De même, les stérols de l'huile d'argane induisent une résistance dose-dépendante des LDL à l'oxydation. Ces résultats sont en faveur d'un effet protecteur vis-à-vis de la peroxydation lipidique, dont le mécanisme d'action n'est pas encore bien établi.

Au terme de ce travail et de la combinaison des résultats obtenus in vitro et de l'enquête prospective, nous pouvons conclure que l'huile d'argane constitue une diète équilibrée qui doit être introduite de façon importante au niveau du régime alimentaire quotidien, comme source de matière grasse. D'après les résultats obtenus dans ce travail, l'huile d'argane est d'un grand intérêt thérapeutique, dans la mesure où elle est capable de contribuer à une meilleure prévention contre les complications cardiovasculaires via ses effets antioxydant et hypolipémiant.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons réalisé une étude d'intervention nutritionnelle avec l'huile d'argane sur un groupe de sujets sains composé de 60 hommes d'âge moyen $23,42 \pm 3,85$ ans.

Concernant les paramètres nutritionnels, le régime alimentaire est resté iso-calorique tout le long de l'étude ($2550,3 \pm 247,3$ Kcal/jour) avec une réduction de 42 % à 26 % des acides gras saturés durant les phases d'interventions par rapport à la phase de stabilisation. Concernant les caractéristiques anthropométriques, aucune variation significative du poids moyen ($67,05 \pm 7,21$ kg) ni de l'indice de masse corporelle (< 25 kg/m²) n'a été observée.

La comparaison des résultats du profil lipidique entre la fin de la phase de stabilisation et la phase d'intervention avec l'huile d'argane n'a montré aucune différence significative concernant les concentrations de cholestérol total (CT). Cependant, les triglycérides (TG) ont connu une baisse significative, et le C-HDL a subi une augmentation significative, respectivement $0,67 \pm 0,31$ g/l vs $0,79 \pm 0,35$ g/l $p < 0,05$ et $0,50 \pm 0,1$ g/l vs $0,47 \pm 0,08$ g/l $p < 0,05$.

En conclusion, les résultats de cette étude démontrent pour la première fois l'effet hypolipémiant et antioxydant de l'huile d'argane chez l'Homme.

Huile d'argane et obésité

Les résultats fort intéressants obtenus avec l'huile d'argane vis-à-vis du profil lipidique et oxydatif dans la population saine nous ont poussé à mener une étude d'intervention nutritionnelle avec l'huile d'argane comparée aux huiles de tournesol (HTS), de poisson (HP) et de lin (HL), sur soixante rats rendus obèses. Dans cette étude, nous avons déterminé le cholestérol total, les triglycérides, les phospholipides, la glycémie, l'insulinémie, les vitamines E et C, l'activité enzymatique de la paraoxonase 1 (enzyme anti-oxydante).

Les rats ont développé une obésité après 4 semaines sous un régime enrichi en lipides (40 %) et en saccharose (25 %) et sans activité physique. Au fait, l'obésité est une pathologie associée à des altérations de nombreux



mécanismes de régulation du système cardio-vasculaire, impliquant le métabolisme lipidique, oxydatif et inflammatoire.

Les résultats du CT, des TG et des phospholipides sériques des rats sont intéressants. La concentration sérique du CT a diminué significativement seulement dans le groupe HP (39,78 %, $p < 0,01$) par rapport aux rats-témoins. Cependant les concentrations sériques des TG ont diminué significativement dans les groupes HP (41,14 %, $p < 0,01$), HA (21,72 %, $p < 0,05$) et HTS (18,82 %, $p < 0,05$) par rapport au groupe-témoin. De même, les concentrations sériques des phospholipides ont diminué significativement dans les groupes HP (32,42 %, $p < 0,01$) et HTS (14,54 %, $p < 0,05$) par rapport au groupe-témoin.

Nous avons observé que la supplémentation du régime en HA, HTS et HP semble avoir des effets bénéfiques sur les paramètres lipidiques étudiés avec un effet plus marqué du régime HP par rapport aux autres régimes. Ainsi, une diminution significative du CT dans le groupe HP, des TG dans les groupes HP, HA et HTS et des phospholipides dans les groupes HP et HTS a été notée par rapport aux rats témoins. Cette diminution du CT, des TG et des phospholipides pourrait être due aux AGPI contenus dans ces huiles. Parallèlement, la supplémentation du régime en HA et HP chez les rats a diminué l'insulinémie et la glycémie. Cette baisse serait probablement due à l'action bénéfique des acides gras polyinsaturés de ces huiles.

Nos résultats ont également mis en évidence que le régime enrichi en HA et HTS induit une augmentation significative de la vitamine E par rapport aux rats-témoins. Cette augmentation observée est probablement due à la forte teneur en tocophérols présente dans HA et HTS (636 mg/kg dans HA, 582 mg/kg dans HTS) et comme le γ -tocophérol est le majoritaire des tocophérols de HA, il est clair que nous retrouvons un taux élevé de cet isoforme dans le groupe HA. Ce résultat est intéressant puisque la vitamine E est l'antioxydant majeur présent dans les LDL et est considérée comme la première ligne de défense de l'organisme.

Dans ce travail, nous avons également étudié l'effet des huiles HA, HTS, HP et HL sur l'activité d'une enzyme antioxydante, la paraoxonase. Nos résultats ont montré que cette activité paraoxonase a augmenté significativement dans le groupe HA. En effet, il est connu que les habitudes alimentaires riches en lipides affectent les activités de la paraoxonase.

Enfin, nos résultats confirment l'effet hypolipidémiant des huiles HP et HTS et montrent que HA, comme chez le sujet sain, évoque des effets hypotriglycéridémiant et antioxydant en cas d'obésité. Ceci placerait l'huile d'argane dans la liste des produits naturels qui ont le pouvoir de réduire de manière efficace certains facteurs de risque cardiovasculaires, ce qui est bénéfique sur le plan de la prévention cardiovasculaire.

Références bibliographiques

- Cherki M., Drissi A., Derouiche Af., El Messal M., Bamou Y., Idrissi-Oudghiri A., Khalil A., Adlouni A., *Influence of argane oil administration on lipid peroxidation and paraoxonase activities in healthy Moroccan men*, *Atherosclerosis*, 2003, 4/2 (Suppl) : 282, Abstract.
- Drissi A., Girona J., Cherki M., Gemma G., Derouiche A., El Messal M., Saïle R., Kettani A., Sola R., Masana L., Adlouni A., *Evidence of hypolipemiant and antioxidant properties of argane oil derived from the argane tree (Argania spinosa)*, *Clin Nutr*, 2004, 23 : 1159-1166.
- Adlouni A., *l'Huile d'argane : action anti-athérosclérose*, Publications des Journées scientifiques du Carla, octobre 2004 ; n° 1 Castres.
- Cherki M., Drissi A., Derouiche A., El Messal, Bamou Y., Idrissi-Oudghiri A., Khalil A., Adlouni A., *Beneficial effects of enriched argane oil diet in healthy men: influence on HDL fluidity and paraoxonase activity*, *Atherosclerosis*, 2005, 6 (1) : 51, Abstract.
- Derouiche Af., Cherki M., Drissi A., Benouhoud M., Chater R., El Messal M., Kettani A., Saïle R., Chraïbi A., Adlouni A., *Hormones thyroïdiennes et bilan lipidique de deux populations du Sud marocain consommatrice de l'huile d'argane et du sel non iodé*, *Biologie et Santé*, 2005, 5 (1) : 185-192.
- Derouiche Af., Cherki M., Drissi A., Bamou Y., El Messal M., Idrissi-Oudghiri A., Lecerf J-M., Adlouni A., *Nutritional intervention study with argane oil in man: effect on lipid and apolipoproteins*, *Ann Nutr Metab*, 2005, 13 ; 49 (3) : 196-201.
- Chaussod R., Adlouni A., Christon R., *The argane tree and argane oil in Morocco : towards a deep change in a traditional agroforestry system. Economic and Scientific challenges*, *Cahiers Agriculture*, 2005, n° 14, vol. 4, 351-6.
- Cherki M., Derouiche A., Drissi A., Bamou Y., El Messal M., Idrissi-Oudghiri A., Khalil A., Adlouni A., *Consumption of argane oil protects against atherosclerosis process by improving paraoxonase activities and antioxidant status: interventional study in healthy Moroccan men*, *Nutr Metab Card Dis*, 2005 ; 15 (5) : 352-60.
- Cherki M., Berrougui H., Drissi A., Adlouni A., A. Khalil, *argane oil : which benefits on cardiovascular diseases ?* *Pharmacol. Res.* 2006 Jul ; 54(1) : 1-5.



Introduction de l'huile d'argane dans l'alimentation parentérale

Y. Bensouda, N. Cherkaoui

Laboratoire de pharmacie galénique, Faculté de médecine et de pharmacie, Rabat

Le but de l'étude est de considérer, pour la première fois, l'intérêt que pourrait avoir l'introduction de l'huile d'argane dans une alimentation artificielle et plus particulièrement parentérale.

La nutrition parentérale est indispensable pour pallier les carences nutritionnelles qui accompagnent de nombreuses pathologies. L'alimentation parentérale est le dernier recours chez le malade après la nutrition entérale. Elle est utilisée dans de nombreuses pathologies digestives : œsophagite aiguë, maladie gastrique type syndrome de Zollinger-Ellison, pancréatite ou fistule pancréatique, maladie du grêle ou maladie de crohn et, enfin, certaines néoplasies digestives. Elle doit être complète, c'est-à-dire comporter des glucides, des acides aminés, des lipides, des électrolytes, des vitamines et des oligo-éléments.

La nutrition parentérale a fait de très grands progrès depuis qu'on est passé, pour la première fois, par voie veineuse, 2 litres de soluté de glucose à 10% enrichi de Na, de K et de vitamine B1. Aujourd'hui, on sait réaliser une nutrition parentérale très adaptée selon chaque patient permettant d'assurer une situation nutritionnelle parfaite.

Les lipides sont apportés par des huiles. La nutrition parentérale faisant appel aux voies veineuses périphérique ou centrale, l'apport de l'huile ne pourra donc se faire que sous-émulsionnée afin d'éviter tout risque d'embolie.

Les émulsions lipidiques commercialisées pour la nutrition parentérale sont à base d'huile de soja et d'huile d'olive et, plus récemment, à base d'huile de poisson. Les huiles végétales sont connues pour leur teneur en acides gras, source importante d'énergie et jouant un rôle structurel dans la membrane cellulaire pour assurer la fluidité et la médiation.

L'huile d'argane, grâce à sa composition exceptionnelle en acides gras insaturés, trouve sa place tout-à-fait justifiée parmi les huiles à utiliser dans ce type de nutrition. En effet, l'huile d'argane combine la composition en acides gras de l'huile d'olive, avec la teneur importante en acides gras mono-insaturés notamment l'acide oléique, et la composition en acides gras de l'huile de soja avec sa teneur en acides gras polyinsaturés, notamment l'acide linoléique (oméga 6) et l'acide linoléique (oméga 3). Ces derniers et leurs métabolites sont des acides gras indispensables à la croissance normale et aux fonctions physiologiques de tous les tissus mais ils ne sont pas synthétisés par l'organisme.

Par ailleurs, l'apport diététique de l'huile d'argane n'est plus à prouver. Les acides gras insaturés de l'huile d'argane régulent le taux de cholestérol et surtout les oméga 6 indispensables à la croissance de l'enfant et à la régénération des tissus de la peau.

Pour toutes ces raisons, nous avons pensé que l'administration de l'huile d'argane par voie parentérale chez les malades a tout son intérêt.

La formulation d'une émulsion lipidique de type huile dans eau à base d'huile d'argane est délicate. La composition de l'émulsion en développement ne s'éloigne pas trop des formules des autres émulsions commercialisées.



Effet de l'huile d'argane et des dérivés de l'arganier sur le cancer et le diabète

S. Samane^{1,2,4}, J. Noël^{1,3}, Z. Charrouf⁵, H. Amarouch⁴, P.S. Haddad^{1,2,3}

Groupe d'étude des protéines membranaires¹ et départements de Pharmacologie² et de Physiologie³, Université de Montréal, Montréal, Canada ; Département de Biologie⁴, Université Hassan II, Casablanca ; Département de Chimie⁵, Université Mohammed V-Agdal, Rabat.

L'arganier *Argania spinosa*, arbre endémique au Maroc, joue un rôle socio-économique et environnemental très important. Il est profondément implanté dans la vie quotidienne des populations rurales et joue un rôle fondamental dans leur subsistance.

Grâce à l'intervention de plusieurs acteurs, des projets de recherche-développement ont pu être menés à terme. Le but principal était de préserver cette biodiversité menacée de régression dans le Sud-ouest du Maroc par la mise en place d'un ensemble de technologies pour la valorisation économique de l'arganier et de ses produits et avec l'implication des communautés locales afin d'accroître leur motivation pour protéger l'arganier et le replanter.

Les recherches phytochimiques et pharmacologiques devraient également permettre de trouver d'autres produits issus de l'arganier qui auraient un intérêt nutritionnel, médicamenteux, ou commercial et qui pourraient également générer des retombées bénéfiques.

L'huile, principal produit de l'arganier, est connue à l'heure actuelle non seulement pour ses implications alimentaire et diététique, mais également pour son utilisation en médecine traditionnelle et dans l'industrie cosmétologique grâce à ses substances bienfaisantes.

La composition de cette huile est fort intéressante : très équilibrée en acide gras, elle contient une proportion élevée d'acides gras mono-insaturés (MUFA : principalement l'acide oléique, 44,8 %) et d'acides gras poly-insaturés (PUFA ; 33,7 % d'acide linoléique). Sa fraction insaponifiable révèle une richesse originale en tocophérols (g-tocophérol), en phytostérols (le schottenol, le spinasterol), en composés phénoliques, d'autres triterpéniques, des caroténoïdes et finalement le squalène. Ces composés sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anticancéreuses.

Plusieurs études chez l'homme ou sur les animaux encouragent l'utilisation de l'huile d'argane comme intervenant alimentaire dans la prévention des maladies cardiovasculaires (MCV) et les pathologies associées (la dyslipidémie, l'hypertension, etc.) ou pour la revitalisation et la protection de la peau. Nous avons aussi été informés d'une action anti-diabétique potentielle de l'amande, le fruit d'*Argania spinosa*.

Le diabète est considéré comme une épidémie mondiale, avec plus de 170 millions de personnes qui souffrent de cette maladie. La grande majorité des cas présentent un diabète de type 2 Mellitus (T2DM). Il existerait une prédisposition génétique à cette maladie, accentuée par des facteurs environnementaux comme un style de vie sédentaire et des habitudes d'alimentation malsaine qui mènent à l'obésité, le facteur de risque le plus prédominant pour le T2DM. Le T2DM est caractérisé par une insensibilité des tissus périphériques à l'action de l'insuline, appelée la résistance à l'insuline. La liaison de l'insuline à son récepteur à la surface cellulaire induit l'autophosphorylation de celui-ci qui, à son tour, amorce l'activation des deux principales voies de signalisation intracellulaire de l'insuline, celle dite de la phosphatidylinositol-3-kinase (PI3K) impliquant la kinase Akt et jouant un rôle dans le transport du glucose et la synthèse du glycogène, ainsi que la voie extracellulaire régulée kinase (ERK) impliquée dans l'expression des gènes et les mécanismes de prolifération cellulaire.

Afin d'évaluer le potentiel antidiabétique des produits de l'arganier, nous avons fait appel à deux approches expérimentales : une première *in vitro* et une seconde *in vivo*. Pour la première étude, plusieurs extraits ont été préparés à partir de l'amande, du tourteau et de l'huile d'argane. Ces extraits ont été testés sur une lignée cellulaire d'hépatome de rat (lignée HTC) pour vérifier leur potentiel à affecter la réponse cellulaire suite à la stimulation à l'insuline ; plus spécifiquement, celles intervenant au niveau des voies PI3K et de ERK.

Une première vérification a d'abord confirmé qu'aucun des extraits n'a démontré d'activité cytotoxique envers les cellules HTC. L'extrait d'amande avait un effet biphasique sur les composants de la réponse à l'insuline soit les protéines Erk et de façon moindre Akt. Pour l'activation Akt dépendante de l'insuline, seule une des fractions de saponines du tourteau présentait un effet stimulateur compatible avec un potentiel anti-diabétique. Au niveau de la



protéine ERK1/2, de faibles doses de l'extrait d'amande augmentaient légèrement l'activation en réponse à l'insuline, mais les doses plus élevées abolissaient complètement cet effet. Lorsque la fraction insaponifiable de l'huile d'argane a été testée, un effet inhibiteur substantiel a été observé. Ce résultat inattendu nous a amenés à considérer un effet anti-proliférateur étant donné l'implication connue de la voie ERK dans la prolifération cellulaire. Nous avons donc étudié l'effet de cet extrait chez d'autres lignées cellulaires transformées d'origine humaine et canine. Le traitement avec l'extrait insaponifiable de l'huile d'argane a encore induit une forte inhibition de l'activation du ERK1/2 qui a été associée à la diminution de la synthèse d'ADN en fonction de la dose d'extrait utilisée.

Ces résultats suggèrent que les produits d'*Argania spinosa*, notamment l'huile, représentent une nouvelle avenue thérapeutique potentielle contre les maladies prolifératives. Par ailleurs, l'activité insulino-sensibilisatrice des saponines du tourteau appuie l'utilisation traditionnelle de l'amande de l'arganier contre le diabète. Ceci nous incita à poursuivre une étude *in vivo* afin d'étudier les effets bénéfiques potentiels des produits de l'arganier chez un modèle animal de résistance d'insuline induit par un régime alimentaire à haute teneur en graisse et en sucrose (*high fat-high sucrose*, HFHS). Ce modèle mime bien l'état précurseur du T2DM observé chez l'humain.

Nous avons comparé les effets d'une diète enrichie en huile d'argane à une diète enrichie en huile de poisson connue pour ses effets bénéfiques, notamment reliés aux n-3 PUFA qu'elle contient et qui contrecarre la résistance à l'insuline. Nous nous sommes concentrés sur les perturbations de l'homéostasie du glucose et sur la signalisation de l'insuline chez ces rats rendus obèses et insulino-résistants par la diète HFHS. Les mécanismes cellulaires ont été évalués au niveau des tissus périphériques sensibles à l'insuline, notamment le foie, le tissu adipeux (épididymal et péri-rénal), et le muscle squelettique (gastrocnemius rouge et blanc). Des hépatocytes ont été également isolés à partir d'animaux traités par les différentes diètes et des cultures primaires établies afin d'examiner la dose-réponse à l'insuline *in vitro*.

Comme prévu, le régime HFHS a induit une augmentation du poids du tissu adipeux et le développement de la résistance à l'insuline. Ceci s'est confirmé par l'augmentation du glucose à jeun et par une augmentation des réponses glycémiques et insulinémiques au test de tolérance au glucose (IPGTT). De même, les rats du groupe HFHS montraient une atténuation considérable de phosphorylation des protéines Akt et ERK relativement aux rats témoins. Nous avons d'abord observé que le régime enrichi à l'huile de poisson a normalisé le poids des tissus adipeux, ce qui aide en soit à contrer les effets néfastes de l'obésité. Les réponses glycémiques et insulinémiques à l'IPGTT ont également été rétablis au niveau normal par la diète enrichie à l'huile de poisson. Cette amélioration de la sensibilité à l'insuline a été confirmée par l'augmentation de la phosphorylation de l'Akt dans le tissu épididymal, le muscle blanc, et dans les hépatocytes primaires. De son côté, le traitement à l'huile d'argane n'a pas corrigé l'augmentation du poids des tissus adipeux mais il a restauré partiellement la réponse glycémique et insulinémique à l'IPGTT. Par contre, le traitement à l'huile d'argane a augmenté les phosphorylations insulino-dépendantes des protéines Akt et ERK de manière plus importante que chez les animaux témoins ou traités à l'huile de poisson que ce soit au niveau du foie, des tissus adipeux ou des hépatocytes isolées.

Notre étude soulève donc la possibilité d'un nouvel usage thérapeutique potentiel de l'huile d'argane contre la résistance à l'insuline. Son effet est néanmoins moindre que celle de l'huile de poisson et semble intervenir par des mécanismes différents à explorer davantage. Par exemple, l'huile de poisson pourrait avoir un effet contre l'adipogénèse, alors que l'huile d'argane augmente plutôt la sensibilité à l'insuline dans le même tissu. Nos données indiquent aussi que le foie, un des sites d'actions majeurs pour l'insuline et la résistance à l'insuline, représente une autre cible clé pour les effets bénéfiques de l'huile d'argane.

En résumé, l'étude par fractionnement que nous avons effectuée *in vitro* avec les extraits préparés à partir de l'amande, du tourteau et de l'huile d'*Argania spinosa*, suggère que les activités anti-diabétiques et anti-prolifératrices pourraient être attribuées à des principes actifs distincts. Dans la course à la recherche d'agent anticancéreux, les lipides contenant plus de PUFA sont ceux considérés plus protecteurs et les plus actifs contre la promotion du cancer. Au niveau alimentaire *in vivo*, il a aussi et souvent été souligné que la quantité et la qualité des lipides diététiques ingérés exercent une influence significative chez les humains et modèles animaux diabétiques ou produisant des MCV. Le profil lipidique de l'huile d'argane répond parfaitement à cet équilibre entre la qualité et la quantité des acides gras, en plus de fournir d'autres constituants potentiellement bénéfiques (p. ex. les stérols, les phénols, les tocophérols, les composés tri terpènes). Nos résultats montrent que l'usage thérapeutique des produits de l'arganier serait une approche prometteuse pour prévenir l'incidence du cancer et pour traiter ou prévenir la résistance à l'insuline liée à l'obésité et au diabète de type 2.

Des études supplémentaires seront nécessaires afin de confirmer ces propriétés et d'identifier les principes actifs et leur(s) mécanisme(s) d'action.

Référence bibliographique

Samira Samane, Josette Noël, Zoubida Charrouf, Hamid Amarouch and Pierre Salim Haddad. *Insulin-sensitizing and antiproliferative effects of argania spinosa seed extracts*. eCAM, 2006 Sep ; 3(3) : 317-27.



Bénéfices de l'ingestion d'huile d'argane sur la fonction cardiaque en conditions physiopathologiques

N. Benajiba¹, J. De Leiris², Z. Charrouf³, N. Mokhtar¹, H. Aguenou¹

¹ Laboratoire de Biologie et Santé, Equipe de Nutrition et Alimentation, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofaïl, Kénitra, Maroc.

² Stress cardio-vasculaire et pathologies associées, Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

³ Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc.

Résumé

Objectif : Etudier l'effet de l'huile d'argane sur la fonction cardiaque en conditions physiopathologiques d'insulino-résistance et d'ischémie/reperfusion. **Méthodologies :** 24 rats mâles sont subdivisés en 3 groupes : 1. groupe C (=8) : groupe contrôle, 2. groupe F (n=8) : groupe recevant un régime à 33 % de fructose et 3. groupe FHA (=8) : groupe recevant le régime à 33 % fructose et un gavage de 5 ml/kg/j d'huile d'argane. Après 8 semaines de traitement, les cœurs sont isolés, perfusés par voie aortique et soumis à une séquence d'ischémie/reperfusion. Les activités des enzymes antioxydantes sont dosées sur les cœurs clampés en fin de reperfusion. **Résultats :** 1. Le traitement à l'huile d'argane tend à réduire l'insulino-résistance induite par le régime riche en fructose. 2. La fonction du cœur isolé est altérée au cours de l'ischémie et de la reperfusion chez le groupe F en comparaison avec le groupe C. 3. Le gavage à l'huile d'argane prévient partiellement cette altération. 4. Chez le groupe FHA, une augmentation significative de l'activité de la catalase est observée, en comparaison avec les groupes C et F. **Conclusion :** Il semble que l'huile d'argane tend à améliorer la fonction cardiaque altérée par le régime enrichi en fructose et à diminuer la sensibilité cardiaque à l'ischémie/reperfusion. Cet effet bénéfique semble être lié à la réduction aussi bien de l'insulino-résistance que de l'action délétère du stress oxydatif.

Mots-clés : Huile d'argane, insulino-résistance, fonction cardiaque, ischémie/reperfusion.

Introduction

Il est actuellement admis que les risques de morbidité et de mortalité cardiovasculaires sont élevés chez les patients diabétiques non insulino-dépendants [1]. De nombreux travaux étudiant la sensibilité à l'insuline ont démontré que l'augmentation de l'insulinémie était associée à l'augmentation du risque des maladies ischémiques cardiaques [2]. En outre, des études épidémiologiques ont rapporté que l'insulino-résistance provoquait l'altération de la fonction endothéliale et favorisait la progression de l'athérosclérose [3]. Pris ensemble, les résultats de ces différents travaux suggèrent que l'insulino-résistance soit un facteur de risque important pour le développement des maladies cardio-vasculaires. D'autre part, chez des modèles d'animaux rendus insulino-résistants avec un régime enrichi en fructose, Faure et coll. [4] ont observé une augmentation de la production des radicaux libres de l'oxygène et une réduction de l'activité des mécanismes cellulaires de défense vis-à-vis du stress oxydant.

L'influence de différents types d'aliments sur l'action de l'insuline a été rapportée par plusieurs auteurs [5]. Ainsi, il a récemment été suggéré que la consommation d'acides gras puisse moduler directement l'action de l'insuline [6]. En effet, des études *in vitro* ont démontré que des changements de la composition des phospholipides membranaires pouvaient influencer les effets de l'insuline aussi bien au niveau de la fixation à son récepteur qu'au niveau de son action [7]. De façon générale, plus les acides gras sont saturés, plus les effets de l'insuline apparaissent altérés [7]. A l'inverse, les acides gras poly-insaturés améliorent la sensibilité à l'insuline, particulièrement chez les sujets insulino-résistants [8].

Le but du présent travail est d'étudier l'effet d'un régime supplémenté en huile d'argane sur le fonctionnement du cœur isolé du rat rendu insulino-résistant et soumis à des conditions physiopathologiques d'ischémie/reperfusion. Par ailleurs, les activités des enzymes antioxydantes (catalase, superoxyde dismutase et glutathion peroxydase) sont déterminées sur ces cœurs.



Matériels et méthodes

Animaux et régime alimentaire

24 rats mâles sont répartis en 3 groupes : 1. Groupe C (n=8) : constitue le groupe non-traité recevant le régime standard du laboratoire (UAR, France), 2. Groupe F (n=8) : groupe recevant un régime à 33 % de fructose, et 3. Groupe FHA : représentant le groupe de rats recevant à la fois le régime enrichi en fructose et un gavage à l'huile d'argane à raison 5 ml/kg/j. Les animaux avaient libre accès à l'eau et à la nourriture. Le traitement a duré 8 semaines, et l'évolution pondérale est suivie par des pesées hebdomadaires.

Mesure de la pression artérielle moyenne

Après 8 semaines de traitement, le rat à jeûn est anesthésié par injection intra-péritonéale du pentobarbital sodique (60 mg/kg, Sanofi, France). La pression artérielle moyenne est mesurée par l'intermédiaire d'un capteur de pression placé dans la carotide (Statham, USA) et relié à un enregistreur (Windograph, Gould instrument, USA).

Protocole de perfusion aortique du cœur isolé

Après la mesure de la pression artérielle, le cœur est prélevé et perfusé à pression constante (9,81 kPa) par voie aortique avec le liquide de Krebs-Henseleit contenant : NaCl 118,50 mM ; NaHCO₃ 25,00 mM ; KCl 4,75 mM ; MgSO₄·7H₂O 1,19 mM ; CaCl₂·2H₂O 1,36 mM ; KH₂PO₄ 1,18 mM ; glucose 11,10 mM, pH=7,40 ; à 37 °C. Les pressions systolique (PSyst), diastolique (PDiast) et la pression développée par ventricule gauche (PDéVVG), exprimées en mm Hg, sont enregistrées grâce à un ballonnet intraventriculaire introduit dans le ventricule gauche [9] et relié à un capteur de pression (Statham 1, Gould, P231D) et à un enregistreur (2200 Gould). Après 20 min de perfusion normoxique, le cœur est soumis à une ischémie globale avec un débit résiduel de 2 % (30 min) suivie d'une reperfusion (30 min). La récupération post-ischémique de la PDéVVG est exprimée en pourcentage de la PDéVVG mesurée en fin de la stabilisation. Le débit coronaire, exprimé en ml/min, est mesuré par le prélèvement des effluents coronaires pendant 30 secondes toutes les 5 min.

Mesure des indices de la contracture ischémique cardiaque

Les indices caractérisant l'ischémie cardiaque, mesurés via le ballonnet intraventriculaire, sont : 1. l'amplitude maximale de la contracture ischémique (MC), exprimée en mm Hg ; 2. le « time to onset of contracture » (TTOC), qui est la durée de l'ischémie au bout de laquelle la pression diastolique est doublée, exprimé en minutes et 3. le « time to maximale contracture » (TTMC) qui est la durée d'ischémie au bout de laquelle l'amplitude maximale de contracture est atteinte, exprimé en minutes [10].

Dosages enzymatiques

A la fin du protocole de perfusion, le cœur est rapidement congelé dans l'azote liquide. Les échantillons tissulaires sont homogénéisés, et la fraction cytosolique est séparée de la fraction mitochondriale. L'activité de la catalase (CAT) est dosée selon Beers et Sizer [11]. L'activité de la superoxyde dismutase (SOD) est déterminée selon Markund [12], et celle de la glutathion peroxydase (GPx) selon Flohe et Günzler [13]. La méthode de Lowry et coll. [14] est utilisée pour le dosage des protéines, l'albumine sérique du bovin est utilisée comme standard.

Dosage de l'insulinémie et de la glycémie

Après prélèvement du cœur, le sang est récupéré dans des tubes eppendorfs contenant de l'EDTA à 0,5 %. Le sang est centrifugé à 3 000 g pendant 10 min à 4 °C. Le plasma est récupéré et stocké à -20 °C jusqu'au moment des dosages. La glycémie est déterminée en utilisant le Kit Glucose Trinder (Sigma; France) et le dosage de l'insulinémie est effectué par la technique radioimmunoassay (Kit, CIS-BIO, France).

Statistiques

Les résultats sont exprimés en moyenne ± erreur standard de la moyenne (SEM). La comparaison statistique entre les trois groupes est faite avec analyse de la variance ANOVA à une seule variable. La différence est considérée significative quand p<0,05.



Résultats

Les paramètres biologiques

Les effets d'un régime enrichi en fructose et/ou en huile d'argane sur les poids corporel et cardiaque, la glycémie, l'insulinémie et la pression artérielle moyenne sont résumés dans le tableau I.

Les résultats obtenus montrent qu'après 8 semaines de traitement, le régime enrichi en fructose induit une augmentation significative du poids corporel et de l'insulinémie en comparaison avec le régime standard du laboratoire ($p < 0,05$ F vs. C).

Le gavage à l'huile d'argane semble avoir une tendance à ramener les valeurs de ces paramètres à la normale ; cependant, il provoque une augmentation significative de la pression artérielle moyenne ($p < 0,05$ FHA vs. C et F) (tableau I).

Tableau I : Effet de l'huile d'argane sur les paramètres biologiques

	Groupe		
	C	F	FHA
N	8	8	8
Poids corporel (g)	342,71 ± 11,02	379,05 ± 9,66*	368,03 ± 5,53
Poids du cœur (g poids frais)	1,25 ± 0,05	1,23 ± 0,08	1,36 ± 0,11
Poids relatif du cœur (g poids frais/100 g du poids corporel)	0,36 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,36 ± 0,02
Glycémie (g/l)	0,91 ± 0,09	1,06 ± 0,09	0,90 ± 0,10
Insulinémie (mUI/ml)	41,25 ± 6,63	81,12 ± 14,56*	59,43 ± 11,59
Pression artérielle moyenne (mm Hg)	125,20 ± 9,08	124,69 ± 4,78	141,42 ± 9,08 \$

Les résultats sont exprimés en moyenne ± ESM. * $p < 0,05$ F vs. C et \$ $p < 0,05$ FHA vs. F et C

Les variables fonctionnelles cardiaques mesurées au cours de la perfusion normoxique

A 20 minutes de perfusion normoxique, le débit coronaire, la pression systolique et la pression développée par le ventricule gauche ne sont pas statistiquement différentes entre les 3 groupes expérimentaux. Cependant, la pression diastolique est significativement inférieure chez le groupe FHA en comparaison avec le groupe F (tableau II).

La figure 1 représente l'évolution de la PDévVG des cœurs isolés des groupes C, F et FHA. Durant toute la période pré-ischémique, cette variable fonctionnelle cardiaque n'est pas différente entre les trois groupes. A 20 minutes de perfusion, les valeurs de la PDévVG sont de 100,09 ± 5,22 mm Hg/g de poids frais du cœur (p.f.) chez le groupe C ; 92,71 ± 8,61 mm Hg/g p.f. chez le groupe F et 88,74 ± 10,76 mm Hg/g p.f. chez le groupe FHA. Tout comme l'activité contractile myocardique, le débit coronaire mesuré au cours de la perfusion normoxique n'est pas affecté par le régime enrichi en fructose et/ou supplémenté en huile d'argane.

Les indices de la contracture ischémique cardiaque

Il semble que le régime enrichi en fructose et/ou supplémenté en huile d'argane ait un effet sur les paramètres caractérisant la contracture ischémique (tableau III). Chez les groupes F et FHA, la contracture maximale des cœurs isolés, soumis à une ischémie globale, est significativement supérieure en comparaison avec le groupe C ($p < 0,05$). D'autre part, le TTOC est significativement plus court chez le groupe F ($p < 0,05$ F vs. C) et le TTMC est réduit chez les deux groupes de rats F et FHA en comparaison avec le groupe C, mais la différence est statistiquement non significative.

Les variables fonctionnelles cardiaques mesurées au cours de la reperfusion

Il semble que la récupération de la fonction cardiaque au cours de la reperfusion soit altérée par le régime enrichi en fructose et que cette altération soit partiellement prévenue par le régime supplémenté à l'huile d'argane (tableau II et figure 1). Les valeurs des variables fonctionnelles des cœurs isolés perfusés enregistrées durant les 30 minutes de reperfusion montrent que la pression développée et la pression systolique sont inférieures chez les groupes F et FHA en comparaison avec le groupe C, la différence est statistiquement non significative (tableau II).

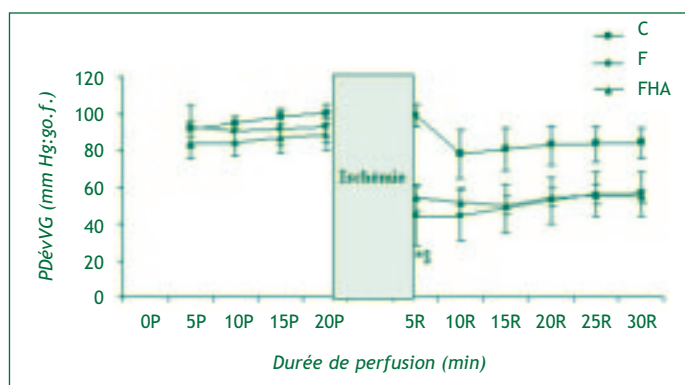


Tableau II : Effet de l'huile d'argane sur les variables fonctionnelles mesurées sur les cœurs isolés à 20 minutes de perfusion pré-ischémique et à 30 minutes de reperfusion

	20 min. de perfusion pré-ischémique			30 min. de reperfusion		
	C	F	FHA	C	F	FHA
N	8	8	8	8	8	8
Débit coronaire (ml/min/g p.f.)	10,66 ± 0,57	10,36 ± 1,11	10,82 ± 1,43	9,37 ± 0,82	8,64 ± 1,19	9,13 ± 1,61
PDiastr (mm Hg/g p.f.)	3,21 ± 0,23	3,44 ± 0,23	2,61 ± 0,34 §	22,11 ± 7,39	31,38 ± 4,69	30,48 ± 9,46
Psyst (mm Hg/g p.f.)	102,79 ± 5,41	96,14 ± 8,82	91,35 ± 10,62	94,59 ± 7,26	79,41 ± 14,73	79,37 ± 8,75
PdévVG (mm Hg/ g p.f.)	100,09 ± 5,22	92,71 ± 8,61	88,74 ± 10,76	84,08 ± 8,31	56,38 ± 12,87	54,87 ± 7,38
Récupération de PdévVG (%)	—	—	—	85,03 ± 4,36	58,31 ± 8,91*	72,21 ± 9,17

Les résultats sont exprimés en moyenne ± ESM. PDiastr : Pression diastolique, Psyst : Pression systolique, PdévVG : Pression développée par le ventricule gauche ; g p. f. : gramme de poids frais du cœur. * p<0,05 F vs. C ; § p<0,05 FHA vs. C.

Figure 1 : Effet de l'huile d'argane sur l'évolution de la pression développée par le ventricule gauche avant et après ischémie des cœurs isolés perfusés. Les résultats sont exprimés en moyenne ± ESM. PDévVG : pression développée par le ventricule gauche ; g p. f. : gramme de poids frais du cœur ; P : perfusion pré-ischémique ; R : reperfusion. * : p<0,05 F vs. C ; § : p<0,05 FHA vs. C.



L'évolution post-ischémique de la PDévVG montre que durant toute la durée de reperfusion ce paramètre est réduit chez les cœurs isolés perfusés des groupes F et FHA en comparaison avec le groupe C (P<0,05 à 5 min de reperfusion). A 30 min de reperfusion, les valeurs de la PDévVG étaient de 84,08 ± 8,31 mm Hg/g p.f. chez le groupe C ; 56,38 ± 12,87 mm Hg /g p.f. chez le groupe F et 54,87 ± 7,38 mm Hg/g p.f. chez le groupe FHA. Par ailleurs, la récupération de la PDévVG est très altérée chez le groupe recevant le régime à 33 % de fructose.

Cependant, une augmentation de cette récupération est remarquée chez le groupe recevant en plus du régime enrichi en fructose un gavage à l'huile d'argane (5ml/kg/j) ; la différence est statistiquement non significative (figure 2). Par contre, le débit coronaire ne semble pas être affecté par les différents régimes, son évolution chez les trois groupes des cœurs perfusés est similaire. A 30 min de reperfusion, les valeurs du débit coronaire sont de 9,37 ± 0,82 ml/min/g p.f. ; 8,64 ± 1,19 ml/min/g p.f. et 9,13 ± 1,61 ml/min/g p.f. chez les groupes C, F et FHA respectivement.

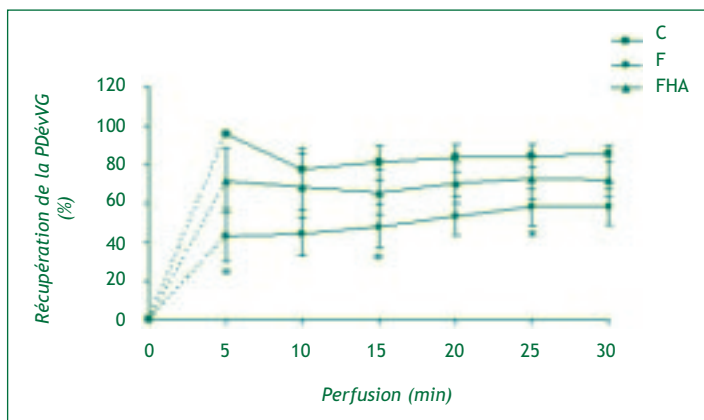
Tableau III : Effet de l'huile d'argane sur les indices de la contracture ischémique cardiaque

	Groupe		
	C	F	FHA
N	6	8	7
TTOC (min)	7,44 ± 1,01	5,28 ± 0,39*	7,23 ± 1,77
TTMC (min)	27,61 ± 2,33	22,91 ± 2,24	22,40 ± 6,51
MC (mm Hg)	36,00 ± 9,60	61,14 ± 7,18*	69,83 ± 8,37 §

Les résultats sont exprimés en moyenne ± ESM. TTOC (time to onset contracture) : durée de l'ischémie au bout de laquelle la pression diastolique est doublée, TTMC (time to maximal contracture) : durée de l'ischémie au bout de laquelle est atteinte l'amplitude maximale de contracture, MC (maximale contracture) : amplitude maximale de la contracture ischémique. * p<0,05 F vs. C ; § p<0,05 FHA vs. C.



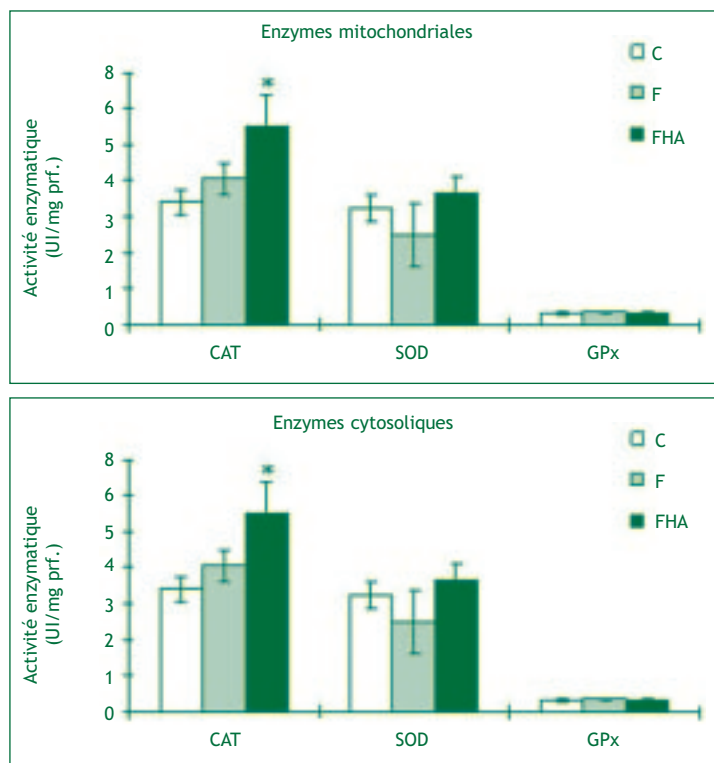
Figure 2 : Effet de l'huile d'argane sur la récupération de la pression développée par le ventricule gauche au cours de la reperfusion. La récupération est exprimée en pourcentage de la valeur pré-ischémique correspondante. Les résultats correspondent à la moyenne \pm ESM. PDévVG : pression développée du ventricule gauche ; g p. f. : gramme de poids frais du cœur. * : $p < 0,05$ F vs. C.



Les activités des enzymes antioxydantes cardiaques

Les activités des enzymes antioxydantes cardiaques ont été mesurées sur les fractions cytosolique et mitochondriale des cœurs isolés perfusés et soumis à une séquence ischémie/reperfusion chez les trois groupes de rats C, F et FHA (figure 3). Les résultats obtenus montrent que l'activité des catalases mitochondriale et cytosolique sont significativement supérieures chez le groupe FHA en comparaison avec les deux groupes non traités à l'huile d'argane C et F, respectivement ($p < 0,05$). Alors que les activités des enzymes SOD et GPx, aussi bien au niveau cytosolique qu'au niveau mitochondrial, ne montrent aucune différence significative entre les trois groupes expérimentaux.

Figure 3 : Effet de l'huile d'argane sur les activités des enzymes antioxydantes mitochondriales et cytosoliques des cœurs isolés, soumis à 30 min d'ischémie globale à débit résiduel de 2 % et à 30 min de reperfusion. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm ESM. CAT : catalase ; SOD : superoxyde dismutase ; GPx : glutathion peroxidase. * : $p < 0,05$ FHA vs. C ; § : $p < 0,05$ FHA vs. F.



Discussion

Dans ce travail, nous étudions l'effet d'un régime supplémenté en huile d'argane sur la fonction du cœur isolé avant et après ischémie et sur l'activité des enzymes antioxydantes chez le rat Wistar recevant un régime enrichi en fructose. Les travaux de Van Den Bergue (1986) ont montré que le régime riche en fructose induit une insulino-résistance due à la diminution de l'activité des enzymes hépatiques impliquées dans le métabolisme du glucose et à l'altération du métabolisme des lipides [15]. En effet, dans notre étude, nous avons trouvé que le taux de l'insuline plasmatique est augmenté par le régime contenant 33 % de fructose. Ce résultat est en accord avec celui de Faure et coll. (1997) qui ont travaillé sur le rat Wistar et avec le même régime (33 % de fructose) durant 6 semaines. Ces auteurs ont en plus démontré grâce à la technique du taux d'infusion du glucose GIR (glucose infusion rate) que ces animaux traités avec ce régime développent une insulino-résistance très marquée [4]. Le gavage à l'huile d'argane semble diminuer l'insulinémie en la ramenant à sa valeur physiologique normale. Un résultat similaire est rapporté par Berrada et coll. (2000) [16].

L'association entre l'insulino-résistance et l'augmentation du risque des maladies ischémiques cardiaques est actuellement bien établie [2]. Les résultats de notre étude vont dans ce sens. En effet, nous avons trouvé que le régime enrichi en fructose n'a pas d'effet sur la fonction cardiaque au cours de la perfusion normoxique, mais il accélère la survenue de la contracture ischémique et augmente l'amplitude maximale de cette contracture cardiaque (MC), indiquant une augmentation de la sensibilité du myocarde à l'ischémie. Chez le groupe FHA, la MC est également significativement augmentée, bien que le TTOC et le TTMC ne soient pas statistiquement différents par rapport au groupe C. Ceci laisse suggérer que régime supplémenté en huile d'argane semble réduire partiellement la sensibilité cardiaque à l'ischémie provoquée par le régime à 33 % de fructose.

Apstein et coll. (1983) ont démontré que la contracture ischémique cardiaque était associée au niveau structural à une altération sévère des cardiomyocytes, affectant largement la récupération fonctionnelle post-ischémique [17]. En effet, nous avons trouvé que la récupération de la fonction cardiaque en termes de pression développée du ventricule gauche au cours de la reperfusion est diminuée chez les cœurs perfusés du groupe traité au fructose en comparaison avec le groupe contrôle. Pris ensemble, ces résultats suggèrent que le régime enrichi en fructose augmente la sensibilité du cœur à l'ischémie et à la reperfusion. La supplémentation à l'huile d'argane semble prévenir partiellement l'altération marquée de la fonction cardiaque induite par le régime riche en fructose. Pourtant, des travaux étudiant l'effet des macronutriments sur la fonction de l'insuline ont montré que les acides gras poly-insaturés (AGPI) diminuent l'insulino-résistance en augmentant la sensibilité des cellules à l'insuline [8]. Néanmoins, Sohal et coll. (1992) ont précisé que plus le degré d'insaturation est élevé plus l'effet est bénéfique et que les AGPI n-3 étaient particulièrement les plus bénéfiques [18]. Or, l'huile d'argane est pauvre en acide gras n-3 (< 0,1% de la fraction glycéridique), une telle composition pourrait expliquer l'absence de l'effet préventif total de l'huile d'argane contre les altérations de la fonction cardiaque dues au régime enrichi en fructose au cours de l'ischémie et de la reperfusion.

Durant une séquence d'ischémie/reperfusion, les radicaux libres de l'oxygène (RLO) sont générés, ils attaquent et endommagent l'ADN, les lipides et les protéines [19]. En outre, l'altération du métabolisme du glucose par le régime riche en fructose intensifie le stress oxydatif aussi bien par l'augmentation de la production des RLO que par la diminution de l'efficacité du système de défense antioxydant cardiaque [20, 4]. Le dosage des enzymes antioxydantes sur les cœurs clampés en fin de reperfusion a montré que l'activité de la catalase mitochondriale et cytosolique étaient significativement supérieure chez le groupe traité à l'huile d'argane en comparaison avec les groupes non traités. Par ailleurs, ceci pourrait expliquer la préservation de la fonction cardiaque après l'épisode de l'ischémie observée chez le groupe traité à l'huile d'argane et recevant le régime enrichi en fructose. En effet, plus l'activité des enzymes antioxydantes est élevée, plus la protection contre les effets des RLO est efficace [21].

En conclusion, il semble que l'huile d'argane tende à améliorer la fonction cardiaque altérée par le régime enrichi en fructose et à diminuer la sensibilité cardiaque à l'ischémie/reperfusion. Cet effet bénéfique semble être lié à la réduction aussi bien de l'insulino-résistance que de l'action délétère du stress oxydatif.

Remerciements

Les auteurs remercient 'The Third World Academy of Science' (TWAS) et la Région Rhône-Alpes pour le support financier.

Références bibliographiques

- [1] Haffner S.M., Lehto S., Rönnemaa T., Pyörälä K., Laasko M. *Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in non diabetic subjects with and without prior myocardial infarction.* N Engl J Med ; 1998, 339 : 229-234.
- [2] Després J.P., Lamarche B., Mauriège P., Cantin B., Dagenais G.R., Moorjani S., Lupien J.P. *Hyperinsulinemia as an independent risk factor for*



- ischemic heart disease*. N Eng J Med ; 1996, 334 : 952-957.
- [3] Miller A.W., Katakam P.V.G., Ujhelyi M. Impaired endothelium-mediated relaxation in coronary arteries from insulin-resistant rats. J Vasc Res ; 1999, 36 : 385-392.
- [4] Faure P., Rossini E., Lafond J.L., Richard M.J., Favier A., Halimi S. Vitamine E improves the free radical defense system potentiel and insulin-sensitivity of rats fed high-fructose diets. J Nutr ; 1997, 123 : 103-107.
- [5] Storlien L.H., Higgins J.A., Thomas T.C., Brown M.A., Wang H.Q., Huang X.F., Else P.L. Diet composition and insulin action in animal models. British J Nutr ; 2000, 83(1) : S85-S90.
- [6] Storlien L.H., Baur L.A., Kriketos A.D, Pan D.A., Cooney G.J, Jenkins A.B., Calvert G.D., Campbel L.V. Dietary fats and insulin action. Diabetologia ; 1996, 39 : 621-631
- [7] Grunfeld C., Baird K., Kahn C.R. Maintenance of 3T3-L1 cells in culture media containing saturated fatty acids decreases insulin binding and insulin action. Biochem Biophys Res Commun ; 1981, 103 : 219-226.
- [8] Clanidinin M.T., Cheema S., Field C.J., Baracos V.E. Dietary lipids influence insulin action. Annals of the New York Academy of Sciences ; 1993, 683: 151-163
- [9] Curtis M.J., Macloed B.A., Tabritzchi R. An improved perfusion apparatus for small animal hearts. J Pharmacol Methods ; 1986, 15 : 87-94.
- [10] King L.M., Boucher F.R., Opie L.H. Coronary flow and glucose delivery as determinants of contracture in ischemic myocardium. J Mol Cell Cardiol; 1995, 27: 701-720
- [11] Beers R.F., Sizer I.W. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. J Biol Chem ; 1952, 19 : 133-135.
- [12] Markund S.L. Spectrophotometric study of spontaneous disproportionation of superoxide anion radical and sensitive direct assay for superoxide dismutase. J Biol Chem ; 1976, 251 (23) : 7504-7505.
- [13] Flohe L., Günzler W.A. Assays of glutathion peroxidase. Methods Enzymol ; 1984, 105 : 114-121.
- [14] Lowry O.H., Rosnbrough N.J., Faar A.L., Ranrall R.J. Protein measurement with the folin phenol reagent. J Biol Chem ; 1951, 193 : 265-275.
- [15] Van Den Bergue G. Fructose metabolism and short term effect of carbohydrate and purine metabolic pathways. Prog Bioche. Pahramcol ; 1986, 21 : 1-32.
- [16] Berrada Y., Settaf A., Baddouri K., Cherrah A., Hassar M. Experimental evidence of an antihypertensive and hypocholesterolemic effect of oil of argane, *Argania sideroxyylon Therapie*. 2000 ; 55(3) : 375-378.
- [17] Apstein C.S., Gravino F.N., Haudenschild C.C. Determinants of a protective effect of glucose and insulin on the ischemic myocardium. Effects on contractile function, diastolic compliance, metabolism, and ultrastructure during ischemia and reperfusion. Cir Res ; 1983, 52 : 515-526.
- [18] Sohal P.S., Baracos V.E., Clandinin M.T. Dietary omega-3 fatty acids alters prostaglandin synthesis, glucose transport and protein turnover in skeletal muscle of healthy and diabetic rats. Biochemical J ; 1992, 286 : 405-411.
- [19] Freeman B.A., Crapo J.D. Biology of diseases. Free radicals and tissue injury. Lab Invest ; 1982, 47(5) : 412-425.
- [20] Baynes J.W. Role of oxidative stress in development of complications in diabetes. Diabetes ; 1992, 40 : 405-412.
- [21] Ozgocmen S., Kaya H., Fadillioglu E., Yilmaz Z. Effects of Calcitonin, Risedronate, and Raloxifene on Erythrocyte Antioxidant Enzyme Activity, Lipid Peroxidation, and Nitric Oxide in Postmenopausal Osteoporosis. Archives of Medical Research ; 2007, 38 : 196-205.



Effet des composants mineurs de l'huile d'argane sur le cancer de la prostate

Houda Bennani

Laboratoire de recherche sur les lipoprotéines, Université Hassan II, Faculté des Sciences Ben M'sik, Casablanca, Maroc

L'alimentation figure parmi les facteurs environnementaux susceptibles de jouer un rôle important dans le développement ou la diminution du risque des cancers. En effet, de nombreuses études ont montré que trois types de cancer (sein, prostate et digestif) peuvent être fortement influencés par l'alimentation, notamment par l'apport en lipides et en antioxydants.

Le cancer de la prostate est devenu le cancer le plus fréquent et la deuxième cause de mortalité par cancer chez l'homme. Ce problème de santé publique devient de plus en plus important du fait de l'augmentation de la durée de vie [1].

L'utilisation de la phytothérapie dans le cancer de la prostate est devenue aujourd'hui l'un des traitements les plus courants. Ces composés naturels sont dans la majorité des cas des stéroïdes ou des composés phénoliques. En effet, de nombreuses études ont montré le rôle anti-prolifératif des polyphénols extraits de plantes tels que les polyphénols du thé vert, du vin rouge, du soja ou aussi de l'huile d'olive [2,3].

L'une des principales caractéristiques de l'huile d'argane est sa teneur en composants mineurs, notamment en antioxydants [4]. Bien qu'elles soient présentes en petite quantité, ces substances confèrent à l'huile d'argane des propriétés utiles pouvant jouer un rôle très important dans des processus physiopathologiques conduisant au vieillissement tissulaire, à l'athérosclérose et aussi au cancer. Cette composition de l'huile d'argane nous a incités à rechercher l'influence de ses composés mineurs sur la prolifération de trois lignées de cellules épithéliales de prostate (PNT1A, PC3 et LNCaP), comparativement à un témoin positif le 2ME₂, déjà décrit pour son effet anti-proliférateur [5]. Nous avons en effet utilisé deux tests : le test MTT pour évaluer la cytotoxicité de ces molécules et le test d'incorporation à la thymidine tritiée pour évaluer l'influence de ces fractions sur la prolifération cellulaire.

Nos résultats ont montré que les polyphénols, les stéroïdes, les tocophérols et les saponines du tourteau présentent une activité cytotoxique et exercent un effet inhibiteur dose-réponse sur la prolifération des trois lignées tumorales. Ces effets cytotoxique et antiprolifératif varient en fonction des trois lignées. Parallèlement, nos résultats ont confirmé les effets cytotoxique et antiprolifératif du 2ME₂ sur les trois lignées cancéreuses testées (DU145, LNCaP et PC3).

Actuellement, les résultats de plusieurs études épidémiologiques (SU.VI.MAX, SELECT, etc.) [6] démontrent qu'un individu présentant un statut en antioxydants équilibré grâce à une alimentation saine court moins de risque de développer certaines maladies, comme le cancer ou les maladies cardiovasculaires, qu'une personne dont le statut anti-oxydant est très faible. En effet, les résultats de l'étude SU.VI.MAX (étude épidémiologique randomisée) montrent qu'un apport quotidien en anti-oxydants à des doses nutritionnelles induirait une diminution de 31 % du risque du cancer chez l'homme.

L'originalité de la composition chimique de l'huile d'argane, grâce à sa richesse en acides gras poly-insaturés et sa fraction insaponifiable composée de polyphénols, stéroïdes et tocophérols, confère à cette huile de grandes qualités diététiques en tant que source d'anti-oxydants. Dans la présente étude, nous avons montré que les polyphénols, les stéroïdes et les tocophérols extraits de l'huile d'argane exercent un effet anti-proliférateur dose dépendant sur les trois lignées de cellules épithéliales de prostate.

En conclusion, l'huile d'argane pourrait contribuer, grâce à sa teneur en polyphénols, stéroïdes et tocophérols, d'une part, et à sa fraction glycéridique riche en acides gras insaturés, d'autre part, à la prévention du cancer de la prostate.



Références bibliographiques

- [1] Lalani E.N., Stubbs A., Stamp G.W. (1997). *Prostate cancer; the interface between pathology and basic scientific research*. Semin Cancer Biol, 8 : 53-59.
- [2] Adhami V.M., Siddiqui I.A., Ahmad N., Gupta S., Mukhtar H. (2004). *Oral consumption of green tea polyphenols inhibits insulin-like growth factor-I-induced signaling in an autochthonous mouse model of prostate cancer*. Cancer Res, 64 : 8715-8722.
- [3] Lambert J.D., Hong J., Yang G.Y., Liao J., Yang C.S. (2005). *Inhibition of carcinogenesis by polyphenols : evidence from laboratory investigations*. Am J Clin Nutr ; 81 : 84-291.
- [4] Khallouki F., Younos C., Soulimani R., Oster T., Charrouf Z., Spiegelhalter B., Bartsch H., Owen R.W. (2003). *Consumption of argane oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, tocopherols, squalene, sterols and phenolic compounds should confer valuable cancer chemopreventive effects*. Eur. J. Cancer Prev, 12 : 67-75.
- [5] Boyle P., Robertson C., Lowe F., Roehrborn C., (2004). *Meta-analysis of clinical trials or permixon in the treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia*. Urology, 55 : 533-539.
- [6] Hercberg S., Galan P, Preziosi P., Bertrais S., Mennen L., Malvy D., Roussel A.M., Favier A., Briancon S., (2004). *A Randomized, Placebo-Controlled Trial of the Health Effects of Antioxidant Vitamins and Minerals*. Arch Intern Med., 164 : 2335-2342.



L'huile d'argane, intérêts nutritionnels et effets immunomodulateurs

Nadia Meskini, A. Benzaria, A.F. Prigent*, M. Lagarde*

Laboratoire de biochimie, Faculté des sciences et techniques de Mohammedia, Maroc

* INSERM/INSA UMR 585, IMBL, INSA-Lyon, France

1. Introduction

Les observations épidémiologiques ainsi que des études nutritionnelles menées chez l'animal et chez l'Homme ont montré que les lipides alimentaires modulent les fonctions immunitaires et leur régulation (Kelley *et al.*, 2001 ; Calder *et al.*, 2002 ; De Pablo *et al.*, 2002). Ces données ont ouvert des perspectives intéressantes en matière de prévention et de traitement des maladies cardiovasculaires, inflammatoires et lors des transplantations d'organe (Van der Heide *et al.*, 1993 ; Belluzi *et al.*, 1996 ; Grimminger *et al.*, 1996 ; Belluzi, 2002 ; Calder *et al.*, 2004). La supplémentation des régimes alimentaires par divers types de graisses différentes par leur composition en acides gras altère certains paramètres de la réponse immunitaire, notamment la réponse proliférative des lymphocytes aux mitogènes (Zurier *et al.*, 1999 ; Verlengia *et al.*, 2003 et 2004 ; Liu *et al.*, 2003), la production de cytokines (Yaqoob et Calder, 1995. Wallace *et al.*, 2001 ; Verlengia *et al.*, 2003 et 2004), l'activité des cellules Natural Killer (Yaqoob *et al.*, 1994 ; Thies *et al.*, 2001a), la production des eicosanoïdes (Kinsella *et al.*, 1990) et la composition en acides gras des phospholipides membranaires (Valette *et al.*, 1991 ; Calder *et al.*, 1994 ; Yaqoob *et al.*, 1995a et c). Les résultats concernant l'effet des lipides alimentaires sur la réponse proliférative des lymphocytes aux mitogènes rapportés dans la littérature sont souvent contradictoires. Suivant les conditions expérimentales utilisées, certains travaux montrent une augmentation, une diminution ou encore une absence d'effet sur la prolifération des lymphocytes. La quantité et la nature des graisses sont toutes les deux importantes dans l'immunomodulation. Ainsi, les régimes hyperlipidiques sont généralement plus immunosuppresseurs que les régimes pauvres en graisses. De plus, les régimes riches en acides gras insaturés sont plus suppresseurs que ceux riches en acides gras saturés. La composition en acides gras des lipides de la membrane lymphocytaire peut être modifiée en fonction de la teneur en acides gras du régime alimentaire (Valette *et al.*, 1991 ; Calder *et al.*, 1994 ; Yaqoob *et al.*, 1995 a et c). Dans ce cadre, une huile particulièrement intéressante tant par ses propriétés et les vertus qui lui sont attribuées que par son caractère emblématique au Maroc est l'huile d'argane. L'huile d'argane, extraite à partir de l'amandon oléagineux d'*Argania spinosa*, un arbre endémique du Sud-Ouest marocain, se caractérise par sa richesse particulière en acides oléique (45-48 %) et linoléique (32-35%). Cette composition lipidique unique lui confère un effet protecteur bien établi vis-à-vis du système cardiovasculaire, mais son effet sur le système immunitaire n'est pas connu.

L'objectif de la présente étude nutritionnelle est dédiée à cette huile et à l'étude de son éventuel effet immunorégulateur. Notre travail a consisté à comparer les effets immunomodulateurs chez le rat de trois régimes alimentaires enrichis avec de l'huile d'argane, de l'huile d'olive et l'huile de tournesol. L'huile d'argane est une huile de type oléique/linoléique contenant environ 80 % d'AGI dont 32,20 % d'acide linoléique et 45,52 % d'acide oléique, ce qui lui confère un intérêt du point de vue nutritionnel. L'huile d'olive est riche en un acide gras mono-insaturé particulier, l'acide oléique (74,48 %). C'est un élément-clé du régime méditerranéen, préconisé par de nombreux diététiciens. L'huile de tournesol est riche en acide linoléique (63,49 %) est considérée comme contrôle.

Ces différents régimes ont été administrés à des rats pendant 4 semaines. A la fin de la période d'administration, les paramètres biochimiques et fonctionnels suivants ont été étudiés :

- la composition en acides gras des triglycérides et phospholipides plasmatiques ainsi que des phospholipides membranaires des thymocytes de rat ;
- la réponse proliférative des thymocytes de rat ;
- l'activité PLD des thymocytes de rat ;
- l'expression de la PLD au niveau des ARNm et de la protéine dans les thymocytes de rat par RT-PCR et Western blotting (WB).



2. Composition en acides gras des régimes

Le régime de base sans graisse a été additionné à différentes huiles à raison de 8 g de l'huile désirée + 2 g d'huile de tournesol pour 100 g de régime. Le tableau I montre la composition finale en acides gras des différents régimes. Comme attendu, elle reflète celle des huiles utilisées pour leur préparation. Tous les régimes contiennent une quantité suffisante d'acide linoléique, acide gras essentiel de la famille n-6, grâce à l'apport en huile de tournesol (2 % en poids pour chaque régime).

Tableau 1 : Composition en acides gras des régimes expérimentaux

Acides gras	Régimes		
	Tournesol	Argane	Olive
	mole/100 mole d'acides gras		
14:0	0,36 ± 0,01 ^b	0,42 ± 0,01 ^b	0,37 ± 0,05 ^b
16:0	7,45 ± 0,04 ^c	13,49 ± 0,05 ^b	11,44 ± 0,17 ^c
16:1 (n – 9)	ND	ND	0,40 ± 0,11 ^b
16:1 (n – 7)	ND	ND	0,64 ± 0,15 ^b
18:0	3,44 ± 0,07 ^d	5,40 ± 0,08 ^b	2,55 ± 0,06 ^c
18:1 (n – 9)	26,49 ± 0,87 ^e	41,19 ± 0,15 ^b	62,77 ± 0,58 ^c
18:1 (n – 7)	ND	ND	0,72 ± 0,01
18:2 (n – 6)	61,49 ± 0,82 ^e	38,90 ^e ± 0,22 ^b	20,25 ± 0,26 ^c
18:3 (n – 3)	ND	ND	0,72 ± 0,01
20:2 (n – 6)	0,23 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,60 ± 0,08
20:3 (n – 6)	0,55 ± 0,02 ^b	0,21 ± 0,01 ^a	0,19 ± 0,01 ^a
AGS	11,24 ± 0,08 ^d	19,31 ± 0,11 ^b	14,35 ± 0,28 ^b
AGMI	26,49 ± 0,87 ^a	41,19 ± 0,15 ^b	63,88 ± 0,45 ^c
ΣAGPI (n – 6)	62,27 ± 0,82 ^e	39,50 ± 0,22 ^b	21,04 ± 0,33
ΣAGPI (n – 3)	ND	ND	0,72 ± 0,01
(n – 6)/(n – 3)	ND	ND	29,10 ± 0,66
IU3	151,58 ± 0,81 ^d	120,40 ± 0,31 ^b	108,32 ± 0,40 ^b

Sur ce tableau, les valeurs représentent la moyenne ± SEM de 3 déterminations. Les résultats sont analysés par ANOVA et les moyennes comparées par un test de t-protégé. Des lettres différentes indiquent une différence significative, P<0,05. Si aucune lettre n'apparaît dans une ligne, les valeurs ne sont pas statistiquement différentes. Les abréviations utilisées sont : AGS, acides gras saturés ; AGMI, acides gras mono-insaturés ; AGPI, acides gras poly-insaturés. 3IU, indice d'insaturation : somme des « mole % multipliée par le nombre de doubles liaisons.

3. Effets des régimes sur la croissance des rats

Les trois régimes utilisés dans cette étude ont été bien tolérés, et la consommation journalière de nourriture a été similaire dans chaque groupe. Après quatre semaines de régime, aucune variation de gain de poids corporel n'a été observée entre les trois groupes (tableau 2).

Tableau 2 : Influence des différents régimes sur le gain de poids corporel, le poids du thymus et le nombre de thymocytes par thymus

Groupes de régimes	Gain du poids	Poids de thymus	Thymocytes (x 10 ⁶)
Groupe témoin Régime tournesol	175,50 ± 4,12	0,712 ± 0,051	5,46 ± 0,75
Groupe A Régime argane	180,12 ± 5,39	0,652 ± 0,030	6,35 ± 0,85
Groupe O Régime olive	182,81 ± 81	0,652 ± 0,023	7,23 ± 0,87

4. Modifications lipidiques des thymocytes de rat induites par les régimes

Une alimentation de courte durée (4 semaines) avec les différents régimes est suffisante pour induire des modifications importantes dans la composition en acide gras des triglycérides et des phospholipides du plasma et dans celle des phospholipides des thymocytes de rat. Nous montrons ci-dessous les modifications introduites au niveau des phospholipides des thymocytes de rat (tableau 3).

Tableau 3 : Modifications de la composition en acides gras des phospholipides des thymocytes de rat induites par les régimes

Acides gras	Régimes		
	Tournesol	Argane	Olive
	mole/100 mole d'acides gras		
14:0	0,64 ± 0,6	0,69 ± 0,05	0,67 ± 0,05
16:0	27,42 ± 0,16	26,60 ± 0,77	26,91 ± 0,45
18:0	17,81 ± 0,24	18,68 ± 0,31	17,70 ± 0,24
18:1 (n – 9)	8,68 ± 0,16	9,04 ± 0,26	11,29 ± 0,28
18:2 (n – 6)	8,89 ± 0,28	7,09 ± 0,16	5,78 ± 0,12
18:3 (n – 6)	ND	0,17 ± 0,04	0,18 ± 0,03
20:2 (n – 6)	2,71 ± 0,15	1,91 ± 0,08	1,09 ± 0,08
20:3 (n – 6)	0,97 ± 0,08	1,10 ± 0,03	1,09 ± 0,05
20:4 (n – 6)	24,24 ± 0,46	24,09 ± 0,58	24,10 ± 0,35
22:4 (n – 6)	1,94 ± 0,10	2,98 ± 0,30	2,58 ± 0,20
22:5 (n – 6)	0,32 ± 0,09	0,76 ± 0,08	0,34 ± 0,06

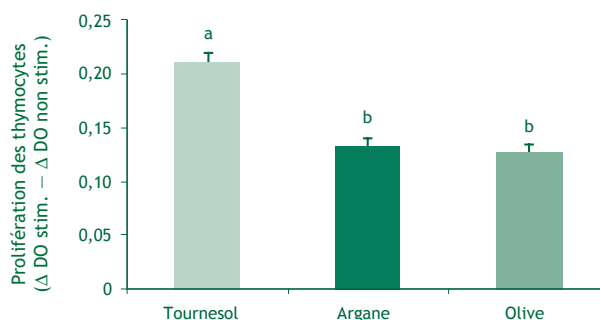
Nous avons montré des modifications importantes dans la composition en acides gras des triglycérides et phospholipides plasmatiques (résultats non montrés). Des résultats similaires mais à un degré moindre dans les phospholipides des thymocytes de rat.

Les phospholipides des thymocytes ont un contenu en acides gras mono-insaturés plus élevé que les phospholipides du plasma. Ceci est dû principalement à la proportion élevée de 18:1n-9 dans les phospholipides des thymocytes par rapport aux phospholipides plasmatiques, quel que soit le régime administré (tableau 3). Les membranes des thymocytes maintiennent des proportions relativement constantes d'acides gras saturés dans leurs phospholipides quel que soit le régime administré. La proportion de 18:2n-6 dans les phospholipides des thymocytes des rats appartenant au groupe olive est faible par rapport à celle observée dans le groupe tournesol (– 35 %), tandis qu'elle est maintenue au niveau des groupes tournesol chez le rat du groupe argane.

5. Effets des régimes sur la réponse proliférative des thymocytes

Pour des raisons pratiques, le sérum de veau fœtal a été utilisé dans tous les tests de prolifération durant cette étude. En absence de mitogène, la viabilité cellulaire des thymocytes est similaire quel que soit le régime administré. A la fin de la période de régime, les thymocytes sont isolés et suspendus dans un milieu complet contenant 10 % de sérum de veau fœtal (v/v), à une densité de 2,5x10⁵ cellules/puits et cultivés pendant 68 h en présence ou absence de ConA. La prolifération cellulaire est mesurée par un test colorimétrique. Les résultats sont montrés sur la figure 1. Les valeurs représentent la moyenne ± SEM de n=14 pour les groupes olive, argane

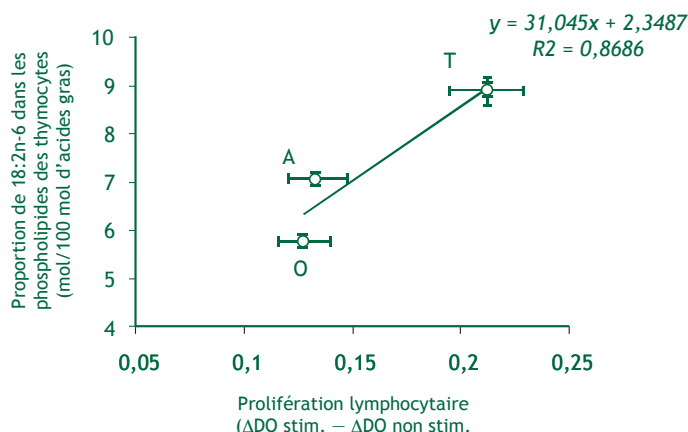
Figure 1 : Effet des régimes sur la réponse proliférative des thymocytes à la ConA



et n=6 pour le groupe tournesol. Des lettres différentes indiquent une différence significative, P<0,05. En présence de ConA, les thymocytes isolés à partir des rats du groupe tournesol ont une réponse proliférative plus élevée que celle observée chez les animaux des groupes olive et argane (P<0,001).

Par ailleurs, une corrélation positive a pu être observée comme indiqué sur la figure 2, entre la réponse proliférative au mitogène et la proportion de 18:2n-6 présent dans les phospholipides des thymocytes.

Figure 2 : Corrélation positive entre la réponse proliférative et la proportion de 18:2n-6 présent dans les phospholipides des thymocytes de rat

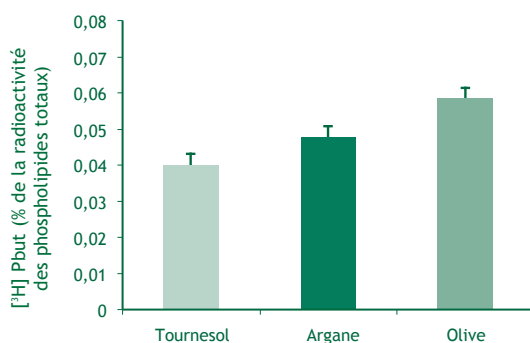


6. Effets des régimes sur l'activité de la phospholipase D

L'activité PLD mesurée dans les thymocytes activés par la ConA. Les résultats sont présentés sur la figure 3. Les cellules marquées avec une dose traceuse d'acide arachidonique tritié sont incubées en présence ou absence de butanol— 1 à 1 %, puis stimulées ou non par la ConA (1-9/10⁶/10⁶ cellules). La réaction est arrêtée par extraction des lipides totaux puis les phospholipides sont fractionnés par CCM. La radioactivité associée au phosphatidylbutanol est exprimée en pourcentage de la radioactivité associée aux phospholipides totaux. Les résultats représentent la moyenne ± SEM de n=14 pour le groupe argane ; n=15 pour le groupe olive et n=6 pour le groupe tournesol.

L'effet des différents régimes sur l'activité PLD des thymocytes a été étudié. Comme indiqué sur la figure 3, on remarque que l'activité PLD mesurée dans les thymocytes activés par la ConA est la plus faible dans le groupe tournesol. Dans les groupes argane et olive, l'activité PLD des thymocytes est similaire et présente une valeur supérieure à celle du groupe tournesol.

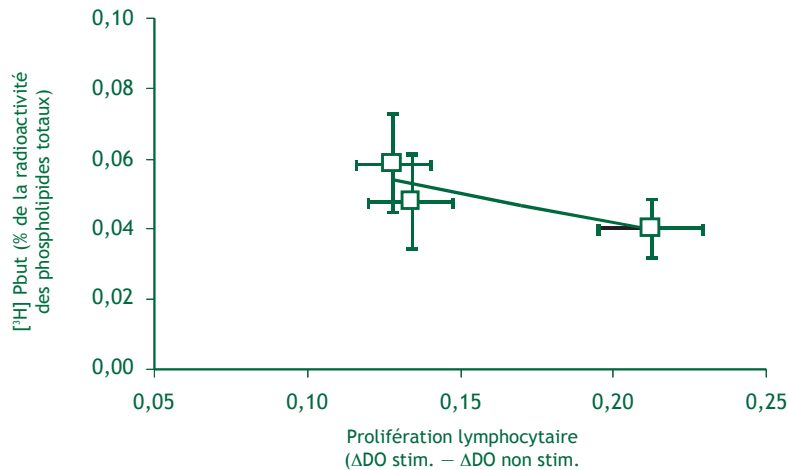
Figure 3 : Effets des régimes sur l'activité PLD stimulée par la ConA des thymocytes de rat



Une corrélation négative a pu être établie entre l'activité PLD et la réponse proliférative des thymocytes de rat (P<0,05, r=0,880, n=5) comme indiqué sur la figure 4.



Figure 4 : Corrélation inverse entre l'activité PLD et la réponse proliférative des thymocytes à la ConA

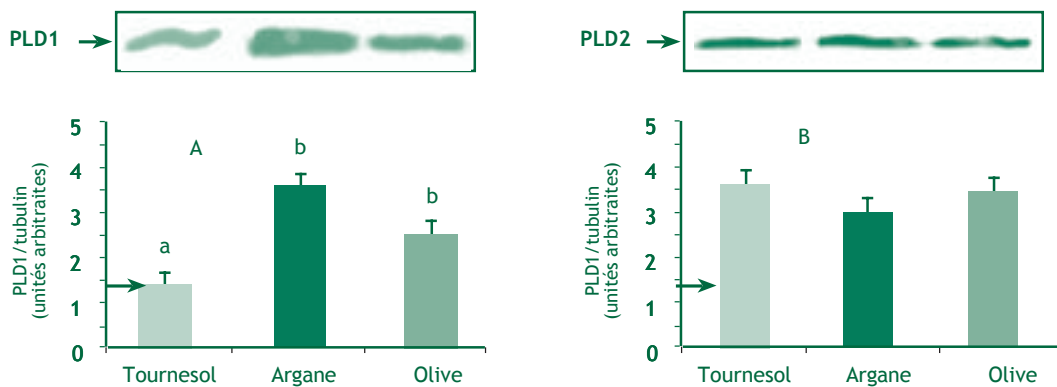


Ce résultat est en accord avec le fait que PLD soit un marqueur d'immunosuppression dans les cellules lymphoïdes.

7. Effets des régimes sur l'expression de la PLD des thymocytes de rat

Le niveau d'expression des protéines PLD1 et PLD2 a été évalué par Western blotting à l'aide d'anticorps polyclonaux spécifiques de chaque isoforme à la fin de la période de régime. La quantité de la protéine PLD1 thymocytaire apparaît plus élevée dans les groupes argane et olive par rapport au groupe tournesol (figure 5 A). La quantité de la protéine PLD2 est significativement similaire pour les trois groupes (figure 5 B).

Figure 5 : Effets des différents régimes sur l'expression des protéines PLD1 (A) et PLD2 (B) dans les thymocytes de rats



Il est intéressant de noter que les variations d'activité PLD mesurée dans les thymocytes activés reflètent globalement les variations d'expression de la protéine PLD2.

8. Discussion

De nombreuses études nutritionnelles et épidémiologiques ont montré que les lipides alimentaires sont capables de moduler les fonctions immunitaires (Calder *et al.*, 2002 ; Yaqoob, 2003a ; Stulnig, 2003). Plusieurs facteurs interviennent dans l'immunomodulation et, particulièrement, l'équilibre entre les acides gras insaturés (AGI) des séries n-6 et n-3, ainsi que le rapport acides gras saturés (AGS)/AGI du régime alimentaire. L'huile d'argane, une des ressources naturelles du Maroc, se caractérise par sa richesse en acides oléique et linoléique, ce qui lui confère une composition en acides gras unique parmi les huiles végétales. Elle possède des propriétés hypolipémiantes et antioxydantes qui pourraient s'avérer bénéfiques dans la prévention des maladies cardiovasculaires (Berrougui *et al.*, 2003 ; Drissi *et al.*, 2004). Par contre, son rôle potentiel sur les fonctions immunitaires n'est pas encore connu. Ainsi, le travail présentée ici a consisté à mener une étude nutritionnelle



visant à déterminer les effets d'un régime enrichi en huile d'argane sur certains paramètres de la fonction immune chez le rat, comparativement à deux autres régimes enrichis en huiles d'olive et de tournesol. Les résultats de ce travail indiquent qu'une alimentation qui varie par ses sources de lipides induit des modifications importantes dans la composition en acides gras des phospholipides des thymocytes. Bien que les thymocytes soient connus pour contrôler efficacement leur propre composition en acides gras (Yaqoob et al., 1995a ; Sasaki et al., 1999), nous avons observé des modifications significatives dans la composition en acide gras de leurs phospholipides à la fin de la période de régime. Les principales différences entre les groupes argane et olive concernent la proportion des acides gras mono-insaturés et des acides gras n-6 dans les phospholipides des thymocytes. Chez les rats du groupe argane, on remarque une proportion de mono-insaturés (16:1n-9, 16:1n-7, 18:1n-9 et 18:1n-7) plus faible que chez les animaux du groupe olive. Inversement, on note un niveau plus élevé des acides gras n-6 (18:2n-6, 20:2n-6 et 22:5n-6). On note aussi que la proportion de 18:2n-6 dans les phospholipides varie entre les différents groupes. La quantité la plus élevée est observée dans le groupe tournesol, la plus faible dans le groupe olive. En revanche, la proportion de 20:4n-6 est maintenue relativement constante dans tous les groupes. Les modifications induites par les différents régimes au niveau des phospholipides des thymocytes s'accompagnent de modifications de leur réponse proliférative aux mitogènes. La réponse proliférative à la ConA la plus élevée est observée dans le groupe tournesol. Ce résultat montrant que les thymocytes des rats nourris avec un régime enrichi en huile de tournesol ont une réponse proliférative élevée est en accord avec les données de la littérature montrant que les acides gras de la famille n-6 augmentent l'index de prolifération des cellules immunitaires (Miles et Calder, 1998 ; Yaqoob, 2002). En outre, nous observons une corrélation positive entre la prolifération des thymocytes et la proportion de 18:2n-6 présent dans leurs phospholipides, ce qui renforce l'hypothèse d'un lien entre acides gras n-6 et la réponse proliférative. Cette réponse tend aussi à être corrélée négativement au rapport 18:1n-9/18:2n-6 dans les phospholipides. Des relations similaires ont été rapportées par Jeffery *et al.* (1997), qui ont observé une corrélation négative entre la prolifération des splénocytes et le rapport 18:1n-9/18:2n-6 des régimes. Par ailleurs, certaines études ont rapporté une diminution de la réponse lymphoproliférative chez des rats nourris avec un régime riche en huile d'olive, comparativement à des animaux nourris avec un régime riche en huile de tournesol, spécialement aux faibles concentrations de ConA (Yaqoob *et al.*, 1995b). Chez les rats nourris avec le régime argane, qui contient des quantités élevées et équivalentes d'acides oléique et linoléique et chez les rats nourris avec le régime olive, les réponses prolifératives sont significativement diminuées par rapport à celles notées chez les rats du groupe tournesol. Ces résultats sont en accord avec ceux de Jeffery *et al.* (1996a) montrant que la consommation de régimes enrichis en huile d'olive ou enrichis en huile de tournesol plus olive diminue la réponse proliférative des splénocytes aux mitogènes, comparativement à un régime enrichi en huile de tournesol ou à un régime pauvre en graisse. De la même façon, Sierra *et al.* (2005) ont montré récemment que la réponse lymphoproliférative de rats nourris avec un régime riche en acide oléique plus linoléique est diminuée par rapport à celle de rats nourris avec un régime enrichi seulement en acide linoléique. Les différents régimes utilisés dans cette étude modifient en parallèle l'activité PLD des thymocytes. Le résultat le plus marquant concerne la corrélation négative obtenue entre activité PLD et réponse proliférative. Ces résultats sont en faveur de l'hypothèse selon laquelle la PLD pourrait médier des signaux antiprolifératifs dans les cellules lymphoïdes. Cette hypothèse est également confortée par plusieurs études conduites dans les lymphocytes B (Gilbert *et al.*, 1998 ; Fernando *et al.*, 1999). La question se posait alors de savoir quelle isoforme de PLD était plus particulièrement affectée par ces modifications lipidiques. Dans les lymphocytes humains (Diaz *et al.*, 2002), l'incorporation de DHA stimule l'activité PLD1. Il a tout récemment été confirmé le rôle antiprolifératif de PLD1 dans le lymphocyte humain par des expériences montrant que la surexpression de PLD1 dans les lymphocytes T de Jurkat diminue l'expression de l'interleukine-2 en réponse à l'ester de phorbol TPA et à l'ionophore calcique ionomycine (Diaz *et al.*, 2005). Cependant, l'activité hPLD2 recombinante peut aussi être stimulée par les acides gras insaturés apportés dans le milieu réactionnel sous forme de sels de sodium (Kim *et al.*, 1999 b).

9. Conclusion

De l'ensemble du travail présenté dans cet article, plusieurs points forts peuvent être soulignés. Le premier concerne l'absence d'effet néfaste de l'huile d'argane vis-à-vis de la fonction lymphocytaire. L'huile d'argane, une des ressources naturelles du Maroc, se caractérise par sa richesse en AGI constituant plus de 80 % de la fraction glycérique (essentiellement l'acide oléique et l'acide linoléique) et par la présence de composés antioxydants comme les tocophérols, des stérols, des polyphénols, des carotènes dans la fraction insaponifiable. Cette composition chimique confère à l'huile d'argane, en plus de sa qualité nutritionnelle, des vertus pharmacologiques intéressantes dans la prévention des maladies cardiovasculaires. Sa consommation peut être recommandée sans restriction puisqu'elle est dépourvue d'effets secondaires néfastes au niveau du système immunitaire.



Le deuxième point concerne l'effet antiprolifératif de la PLD. Cet effet antiprolifératif semble être une particularité du modèle lymphocytaire. Nos résultats ont montré que l'activité PLD stimulée par la ConA est négativement corrélée à la réponse proliférative. Nous avons montré tout récemment que la surexpression de la PLD1 dans la lignée lymphocytaire T Jurkat entraîne une inhibition de la prolifération spontanée des cellules et une inhibition de l'expression de l'ARNm de l'IL-2 en réponse au TPA et à l'ionomycine. Ceci suggère fortement que la PLD est impliquée dans l'inhibition de l'activation lymphocytaire. Un nouveau mode de régulation impliquant l'inclusion/exclusion de la PLD1 dans les radeaux lipidiques a été mis en évidence dans le lymphocyte humain.

Pour compléter cette étude, il serait intéressant d'étudier les effets des régimes sur la composition en acides gras et l'activité PLD d'autres organes (rate, foie, cœur, tissu adipeux). Il serait aussi important de confirmer nos résultats obtenus chez le rat par une étude clinique. Cette étude pourrait prendre en compte des paramètres supplémentaires fonctionnels comme la production de cytokines ou l'activité des cellules NK ou biochimiques comme la production d'eicosanoïdes et l'expression des molécules de surface.

Références bibliographiques

- BELLUZZI, A. *N-3 Fatty Acids for the Treatment of Inflammatory Bowel Diseases*. Proc Nutr Soc., 2002, vol. 61(3), p. 391-395.
- BERROUGUI, H., ETTAIB, A., HERRERA GONZALEZ, M. D., ALVAREZ DE SOTOMAYOR, M., BENNANI-KABCHI, N., HMAMOUCI, M. *Hypolipidemic and Hypocholesterolemic Effect of Argan Oil (Argania Spinosa L.) in Meriones Shawi Rats*. J Ethnopharmacol., 2003, vol. 89(1), p. 15-18.
- CALDER, P. C., YAQOUB, P., THIES, F., WALLACE, F. A., MILES, E. A. *Fatty Acids and Lymphocyte Functions*. Br J Nutr., 2002, vol. 87 (1), p. S31-48.
- CALDER, P. C. *N-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease : Evidence Explained and Mechanisms Explored*. Clin Sci (Lond.), 2004, vol. 107(1), p. 1-11.
- DE PABLO, M. A., PUERTOLLANO, M. A., ALVAREZ DE CIENFUEGOS, G. *Biological and Clinical Significance of Lipids as Modulators of Immune System Functions*. Clin Diagn Lab Immunol., 2002, vol. 9(5), p. 945-950.
- DIAZ, O., BERQUAND, A., DUBOIS, M., DI AGOSTINO, S., SETTE, C., BOURGOIN, S., LAGARDE, M., NEMOZ, G., PRIGENT, A. F. *The Mechanism of Docosahexaenoic Acid-Induced Phospholipase D Activation in Human Lymphocytes Involves Exclusion of the Enzyme from Lipid Rafts*. J Biol Chem., 2002, vol. 277(42), p. 39368-39378.
- DIAZ, O., MEBAREK-AZZAM, S., BENZARIA, A., DUBOIS, M., LAGARDE, M., NEMOZ, G., PRIGENT, A.F. *Disruption of lipid rafts stimulates phospholipase D activity in human lymphocytes: implication in the regulation of immune function*. J Immunol., 2005, vol. 15; 175(12), p. 8077-8086.
- DRISSI, A., GIRONA, J., CHERKI, M., GODAS, G., DEROUICHE, A., EL MESSAL, M., SAILE, R., KETTANI, A., SOLA, R., MASANA, L., ADLOUNI, A. *Evidence of Hypolipemiant and Antioxidant Properties of Argan Oil Derived from the Argan Tree (Argania Spinosa)*. Clin Nutr., 2004, vol. 23(5), p. 1159-1166.
- FERNANDO, K. C., GARGETT, C. E., WILEY, J. S. *Activation of the P2z/P2x7 Receptor in Human Lymphocytes Produces a Delayed Permeability Lesion: Involvement of Phospholipase D*. Arch Biochem Biophys., 1999, vol. 362(2), p. 197-202.
- GILBERT, J. J., PETTITT, T. R., SEATTER, S. D., REID, S. D., WAKELAM, M. J., HARNETT, M. M. *Antagonistic Roles for Phospholipase D Activities in B Cell Signaling : While the Antigen Receptors Transduce Mitogenic Signals Via a Novel Phospholipase D Activity, Phosphatidylcholine-Phospholipase D Mediates Antiproliferative Signals*. J Immunol., 1998, vol. 161(12), p. 6575-6584.
- GRIMMINGER, F., GRIMM, H., FUHRER, D., PAPAVALSILIS, C., LINDEMANN, G., BLECHER, C., MAYER, K., TABESCH, F., KRAMER, H. J., STEVENS, J., SEEGER, W. *Omega-3 Lipid Infusion in a Heart Allograft Model. Shift in Fatty Acid*.
- JEFFERY, N. M., SANDERSON, P., SHERRINGTON, E. J., NEWSHOLME, E. A., CALDER, P. C. *The Ratio of N-6 to N-3 Polyunsaturated Fatty Acids in the Rat Diet Alters Serum Lipid Levels and Lymphocyte Functions*. Lipids., 1996a, vol. 31(7), p. 737-745.
- JEFFERY, N. M., CORTINA, M., NEWSHOLME, E. A., CALDER, P.C. *Effects of Variations in the Proportions of Saturated, Monounsaturated and Polyunsaturated Fatty Acids in the Rat Diet on Spleen Lymphocyte Functions*. Br J Nutr., 1997, vol. 77(5), p. 805-823.
- KELLEY, D. S. *Modulation of Human Immune and Inflammatory Responses by Dietary Fatty Acids*. Nutrition., 2001, vol. 17(7-8), p. 669-673.
- KIM, J. H., KIM, Y., LEE, S. D., LOPEZ, I., ARNOLD, R. S., LAMBETH, J. D., SUH, P. G., RYU, S. H. *Selective Activation of Phospholipase D2 by Unsaturated Fatty Acid*. FEBS Lett., 1999b, vol. 454(1-2), p. 42-46.
- KINSELLA, J. E., LOKESH, B., BROUGHTON, S., WHELAN, J. *Dietary Polyunsaturated Fatty Acids and Eicosanoids: Potential Effects on the Modulation of Inflammatory and Immune Cells: An Overview*. Nutrition., 1990, vol. 6(1), p. 24-44.
- LIU, Y., GONG, L., LI, D., FENG, Z., ZHAO, L., DONG, T. *Effects of Fish Oil on Lymphocyte Proliferation, Cytokine Production and Intracellular Signalling in Weanling Pigs*. Arch Tierernahr., 2003, vol. 57(3), p. 151-165.
- MILES, E. A., CALDER, P. C. *Modulation of Immune Function by Dietary Fatty Acids*. Proc Nutr Soc., 1998, vol. 57(2), p. 277-292.
- SASAKI, T., KANKE, Y., KUDOH, K., MISAWA, Y., SHIMIZU, J., TAKIYA, T. *Effects of Dietary Docosahexaenoic Acid on Surface Molecules Involved in T Cell Proliferation*. Biochim Biophys Acta., 1999, vol. 1436(3), p. 519-530.
- SIERRA, S., LARA-VILLOSLADA, F., OLIVARES, M., JIMENEZ, J., BOZA, J., XAUS, J. *Increased Immune Response in Mice Consuming Rice Bran Oil*. Eur J Nutr., 2005, vol. 44(8), p. 509-516.
- THIES, F., NEBE-VON-CARON, G., POWELL, J. R., YAQOUB, P., NEWSHOLME, E. A., CALDER, P. C. *Dietary Supplementation with Eicosapentaenoic Acid, but Not with Other Long-Chain N-3 or N-6 Polyunsaturated Fatty Acids, Decreases Natural Killer Cell Activity in Healthy Subjects Aged >55 Y*. Am J Clin Nutr., 2001a, vol. 73(3), p. 539-548.
- VALETTE, L., CROSET, M., PRIGENT, A. F., MESKINI, N., LAGARDE, M. *Dietary Polyunsaturated Fatty Acids*



- Modulate Fatty Acid Composition and Early Activation Steps of Concanavalin a-Stimulated Rat Thymocytes.* J Nutr., 1991, vol. 121(11), p. 1844-1859.
- VAN DER HEIDE, J. J., BILO, H. J., DONKER, J. M., WILMINK, J. M., TEGZESS, A. M. *Effect of Dietary Fish Oil on Renal Function and Rejection in Cyclosporine-Treated Recipients of Renal Transplants.* N Engl J Med., 1993, vol. 329(11), p.769-773.
- VERLENGIA, R., GORJAO, R., KANUNFRE, C. C., BORDIN, S., DE LIMA, T. M., CURI, R. *Effect of Arachidonic Acid on Proliferation, Cytokines Production and Pleiotropic Genes Expression in Jurkat Cells—a Comparison with Oleic Acid.* Life Sci., 2003, vol. 73(23), p. 2939-2951.
- VERLENGIA, R., GORJAO, R., KANUNFRE, C. C., BORDIN, S., MARTINS DE LIMA, T., MARTINS, E. F., CURI, R. *Comparative Effects of Eicosapentaenoic Acid and Docosahexaenoic Acid on Proliferation, Cytokine Production, and Pleiotropic Gene Expression in Jurkat Cells.* J Nutr Biochem., 2004, vol. 15(11), p. 657-665.
- WALLACE, F. A., MILES, E. A., EVANS, C., STOCK, T. E., YAQOUB, P., CALDER, P. C. *Dietary Fatty Acids Influence the Production of Th1- but Not Th2-Type Cytokines.* J Leukoc Biol., 2001, vol. 69(3), p. 449-457.
- YAQOUB, P., NEWSHOLME, EA., CALDER, PC. *The effect of dietary lipid manipulation on rat lymphocyte subsets and proliferation.* Immunol., 1994, vol. 82, p. 603-610.
- YAQOUB, P., CALDER, P. C. *The Effect of Dietary Lipid Manipulation on the Production of Murine T-Cell Derived Cytokines.* Biochem Soc Trans., 1995, vol. 23(2), p. 279S.
- YAQOUB, P., NEWSHOLME, E. A., CALDER, P. C. *Influence of Cell Culture Conditions on Diet-Induced Changes in Lymphocyte Fatty Acid Composition.* Biochim Biophys Acta., 1995a, vol. 1255(3), p. 333-340.
- YAQOUB, P., NEWSHOLME, EA., CALDER, PC. *The effect of fatty acid on leucocyte subsets and proliferation in rat whole blood.* Nutrit Res., 1995b, vol. 15, p. 279-287.
- YAQOUB, P., SHERRINGTON, E. J., JEFFERY, N. M., SANDERSON, P., HARVEY, D. J., NEWSHOLME, E. A., CALDER, P. C. *Comparison of the Effects of a Range of Dietary Lipids Upon Serum and Tissue Lipid Composition in the Rat.* Int J Biochem Cell Biol., 1995c, vol. 27(3), p. 297-310.
- YAQOUB, P. *Monounsaturated Fatty Acids and Immune Function.* Eur J Clin Nutr., 2002, vol. 56 Suppl 3, p. S9-S13.
- YAQOUB, P. *Fatty Acids as gatekeepers of immune cell regulation.* Trends Immunol., 2003a, vol. 24, p. 639-645.
- YAQOUB, P. *Lipids and the immune response : from molecular mechanisms to clinical applications.* Curr Opin in Clin Nutr and Metab Care., 2003b, vol.6, p. 133-150.
- ZURIER, R. B., ROSSETTI, R. G., SEILER, C. M., LAPOSATA, M. *Human Peripheral Blood T Lymphocyte Proliferation after Activation of the T Cell Receptor: Effects of Unsaturated Fatty Acids.* Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids., 1999, vol. 60(5-6), p. 371-375.



Ce travail est publié avec la contribution du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur, de la Formation des Cadres et de la Recherche Scientifique et du CNRST.



www.association-ibnalbaytar.com