

Le cactus *opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc

Arba M.

*Laboratoire d'Ecophysiologie Végétale, Département d'Horticulture
Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole d'Agadir
E-mail: arbamohamed@yahoo.fr*

Résumé

Le cactus est une plante xérophyte qui produit des fruits comestibles et du fourrage pour le bétail. Ses raquettes sont riches en eau et en éléments nutritifs. Il peut être considéré comme une espèce adéquate pour une agriculture durable des régions arides et semi arides et ce, grâce à sa résistance à la sécheresse et sa contribution dans l'alimentation de l'Homme et du bétail. Le Maroc est un pays qui est connu par ses aléas climatiques qui peuvent engendrer des périodes successives de sécheresse et par l'aridité d'un grand nombre de ses régions. Le cactus peut être une alternative pour le développement durable de ces régions grâce à son adaptation au climat de ces zones et son importance économique. La situation du cactus au Maroc et son adaptation à la sécheresse vont être présentés et l'importance de cette plante dans la production de fruits comestibles et de raquettes en tant que fourrage sera abordée. La valorisation de cette espèce au Maroc et les possibilités de son développement en milieu rural seront traités.

Mots clés: cactus; sécheresse; agriculture durable; développement durable; valorisation; fruit; fourrage.

Introduction

Le secteur agricole joue un rôle important dans l'économie nationale et les cultures pluviales représentent une part importante de la SAU (90%). Elles sont constituées essentiellement des cultures vivrières comme les céréales, la fève et le cactus et l'agriculture des zones arides est basée sur des espèces qui résistent à la sécheresse, notamment le cactus. C'est une plante qui a l'aptitude de vivre avec une faible quantité d'eau et de supporter une longue période de sécheresse. Et comme le Maroc est un pays qui est connu par la rareté des pluies et des périodes successives de sécheresse et qu'une grande partie de son territoire est constituée de zones arides, le cactus peut être une espèce adéquate pour une agriculture durable dans le pays par sa résistance à la sécheresse et son utilisation dans l'alimentation de l'Homme et du bétail. C'est une plante qui est économiquement importante, mais qui reste très peu exploitée. C'est une plante qui peut être valorisée en produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques qui sont des produits à haute valeur ajoutée pour les agriculteurs et les populations locales. Ses produits de haute valeur ajoutée vont jouer un rôle socio économique important pour les agriculteurs et les populations rurales et vont contribuer au développement durable en milieu rural.

Ce travail a pour objectifs de présenter les adaptations écologiques et physiologiques du cactus à la sécheresse, l'importance économique du cactus et les possibilités de sa valorisation et de son développement en milieu rural.

Importance du cactus dans le monde et sa situation au Maroc

Le cactus *Opuntia* appartient à la famille des cactacées qui est connue par la présence des épines au niveau des nœuds (aréoles) et à la sous famille des opuntiodées qui est caractérisée par la présence de glochides. Il est introduit dans la région méditerranéenne vers la fin du 15^{ème} siècle et en Afrique du Nord vers la fin du 16^{ème} (Monjauze et le Houérou, 1965; (Russel et Felker, 1987). Le cactus est essentiellement développé sur la partie ouest de l'océan méditerranéen: sud d'Espagne et du Portugal, Sicile et Afrique du nord. Il occupe des superficies importantes en Sicile avec plus de 300 000 ha et en Tunisie avec plus de 100 000 ha. Il est depuis longtemps cultivé au Maroc pour ses fruits comestibles et son apport fourrager. Sa superficie a évolué de façon remarquable au cours de ces deux dernières décennies à cause de la sécheresse, elle a passée de 50.000 ha en 1998 à plus de 120.000 ha actuellement. La région de Guelmim-Sidi Ifni occupe la première place avec 50% de la superficie nationale (plus de 50.000 ha) et celle du Haouz-El Kelâa des Sraghnas avec 30% de la superficie nationale (33.000 ha environ). La région de Khouribga vient en troisième place et celle de Doukkala en quatrième. La superficie élevée du cactus au cours de ces deux dernières décennies est due aux opérations de plantation abondantes qui sont menées par les agriculteurs et les établissements agricoles de développement et de vulgarisation et la direction des eaux et forêts, et ce dans le cadre des programmes de lutte contre les effets de la sécheresse et de la mise en valeur agricole des terres en bour et du programme de reboisement des terres forestières et de l'aménagement des parcours.

Adaptation du cactus à la sécheresse

Du point de vue écologique, le cactus s'adapte à la sécheresse par la transformation des feuilles en épines et des stipules en glochides (épines fines en hameçon qui s'attachent de façon désagréable aux mains) et ce afin de diminuer la surface foliaire des feuilles et de réduire l'évapotranspiration au niveau des feuilles. Les tiges, qui sont des organes photosynthétiques transformées en raquettes, sont également couvertes d'une cuticule dure imperméable qui les protège de l'évapotranspiration. Leurs stomates sont fermés le jour grâce au cycle particulier de photosynthèse du cactus et autres plantes grasses. Ce qui diminue d'avantage l'évapotranspiration au niveau des tiges.

Du point de vue physiologique, l'adaptation du cactus à la sécheresse se fait par la fermeture des stomates pendant le jour afin de réduire les échanges avec l'atmosphère et ce, grâce à son cycle particulier de photosynthèse qui diffère de celui des plantes normales ou mésophytes. Chez ces dernières, les stomates sont ouverts le jour et fermés la nuit. Les échanges gazeux avec l'atmosphère se font pendant le jour et le processus normal de photosynthèse se déroule également pendant le jour. Chez les cactus et autres plantes succulentes, qui sont des plantes xérophytes, les stomates sont fermés le jour et ne s'ouvrent que pendant la nuit. Les échanges avec l'atmosphère se font pendant la nuit et le CO₂ qui est nécessaire au processus de photosynthèse qui va se dérouler normalement le jour, moment où l'énergie solaire est disponible, est pénétré la nuit. Il est fixé dans les tissus de la plante par des acides organiques (principalement les acides maliques et iso citriques) qui proviennent du métabolisme des hydrates de carbone qui se trouvent dans les tissus de la plante. Pendant le jour, moment où l'énergie solaire est disponible, ces acides organiques délibèrent le CO₂ qui est nécessaire au processus de photosynthèse. Ce cycle particulier de photosynthèse des cactus et autres plantes succulentes est appelé 'Crassulacen Acid Metabolism' ou Métabolisme Acide des Crassulacées qui est désigné par CAM et les plantes qui font la photosynthèse de cette manière sont appelées

plantes à CAM. L'adaptation physiologique du cactus à la sécheresse se fait également par le stockage de l'eau au moment de sa disponibilité pour les périodes de son besoin. Ce stockage se fait dans un tissu spécial qui est appelé parenchyme aquifère. Ce dernier est un tissu en éponge avec des cellules de grande taille qui lui permettent de stocker une grande quantité d'eau.

Une autre manière d'adaptation du cactus à la sécheresse réside dans l'utilisation efficace de l'eau par la plante et ce, en absorbant le maximum d'eau au moment de sa disponibilité et le stocker pour les périodes de son besoin. L'absorption de l'eau se fait par les racines superficielles de la plante et des racines primordiales qui sont émises au moment des pluies. L'eau stockée dans les tissus peut maintenir la plante vivante pour une longue période sans qu'il y ait de l'eau disponible aux racines dans le sol. Au moment de la sécheresse, les racines primordiales qui sont émises lors des pluies vont disparaître et les racines latérales vont émettre une gaine qui les protège de la dessiccation.

Importance économique du cactus

1) Production de fruits comestibles

La première importance économique du cactus dans le monde réside dans la production de fruits comestibles (Pimienta Barrios et al., 1993). Ces fruits sucrés et juteux sont riches en vitamine C et leur valeur nutritionnelle est semblable à celle de la plupart des fruits comme les oranges, les pommes, les poires, l'abricot, les cerises, etc. (Barbera et al., 1992; Sepulveda et Saenz, 1990). Leur production est importante dans plusieurs pays: Mexique, Italie, Israël, Afrique du sud, etc. et le marché de leur commercialisation est bien organisé dans ces pays (Barbear et al., 1992). Un certain nombre d'espèces et variétés sont décrites dans le monde et plus qu'une trentaine ont été décrites au Mexique, qui est leur pays d'origine (Russel et Felker, 1987).

Au Maroc, le cactus *Opuntia* est doté d'une diversité génétique importante et un certain nombre d'espèces et variétés ont été décrites. Il y a des espèces qui sont épineuses, avec des épines de couleur variable, et d'autres qui sont inermes. L'espèce *Opuntia megacantha* Salm-Dyck qui est fréquente au Maroc a des épines blanches à pointe noire, la variété d'Essaouira *Opuntia shumannii* Weber a des épines fortes de couleur jaune et la variété 'Dellahia' *Opuntia robusta* Wendland qui est naturalisée au nord, dans la région d'El Hoceima a des épines qui sont également (Arba et al., 2002; Arba, 2006). *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. ou le vrai figuier de barbarie est une espèce qui est très cultivée dans la région sud où elle se présente en différentes variétés: variétés 'Aissa' et 'Moussa' qui ont des fruits à pulpe jaune orangé à maturité, variété 'El Bayda' à pulpe vert clair et variété 'El Akria' à pulpe rouge carmin (Arba et al., 2002; Arba, 2006). Il y a des variétés qui sont précoces, d'autres de saison et celles qui sont tardives. L'espèce *O. megacantha* est une variété de saison, la variété 'Aissa' est une espèce qui est précoce et les variétés 'Dellahia' au nord et 'Moussa' au sud, sont des variétés tardives. Les fruits des opuntias ont une forme qui est souvent ovoïde à sub-ovoïde, mais ils peuvent être parfois circulaire ou en forme de petite poire comme la variété d'Essaouira. La couleur des fruits varie selon les variétés, il y a celles qui ont une pulpe jaune orangé: *O. megacantha* Salm Dyck et variétés 'Aissa' et 'Moussa' d'*O. ficus indica* (L.) Mill., d'autres qui ont une pulpe verte à verdâtre: variétés 'Dellahia' et 'El Bayda' d'*O. ficus indica* et celles qui ont une pulpe rouge pourpre (variété d'Essaouira) à rouge carmin: variété 'El Akria' d'*O. ficus indica*. Le goût et la saveur des fruits varie également d'une espèce à l'autre, il y a celles qui sont plus sucrées et juteuses: variétés 'Aissa', 'Moussa', 'Dellahia', etc. et d'autres qui sont plus acides: variété d'Essaouira. Les caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits de certaines variétés au Maroc sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1: Caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits de certaines variétés au Maroc

Caractères pomologiques et physico-chimiques des fruits à maturité	Variétés			
	Variété 'Moussa' à Sidi Ifni	Variété 'Draibina' à Jnanat (Khouribga)	Variété 'Mles' à Oued Zem (khouribga)	Variété 'Dellahia' au nord
Couleur de la peau	jaune	Jaune verdâtre	Jaune verdâtre	verte
Couleur de la pulpe	Jaune orangé	Jaune orangé	Jaune orangé	Vert citron
Couleur des glochides	jaune	Jaune	jaune	blanche
Longueur du fruit (cm)	6,49± 0,16	6,91±0,22	6,67±0,2	6,74± 0,19
Largeur du fruit (cm)	4,92± 0,16	1,97±0,07	4,52±0,1	4,40± 0,09
Épaisseur de l'écorce (cm)	0,41± 0,07	0,354±0,03	0,35±0,03	0,35± 0,06
Poids frais du fruit (g)	81,37± 2,22	78,33±7,42	66,31±3,84	99,52± 2,96
Poids frais de la pulpe (g)	48,65± 0,87	50,17±2,93	39,14±3,47	53,08± 2,04
Poids sec de 100 g de pulpe	21,8± 0,36			18,7± 0,32
Teneur en jus	18,82± 0,40 (ml/ 100g de pulpe)	57,3±2,2%	49,9±2,8%	24,80± 0,91 (ml/ 100g de pulpe)
Teneur en sucre	14,43± 0,28 (g/l de jus)	12,3±0,3 °Brix	12,5±0,5 °Brix	13,98± 0,27 (g/l de jus)
Acidité titrable (%)		0,041±0,010	0,069±0,005	
Vitamine C (mg/ 100g de pulpe)		18,0±0,8	17,3±1,1	
Graines viables	3,65± 0,05 (/g de pulpe fraîche)	53,18±2,23 %	70,22±5,94%	2,14± 0,09 (/g de pulpe fraîche)
Graines avortées	1,46± 0,13 (/g de pulpe fraîche)	46,82±2,23 %	29,78±5,94%	3,38± 0,28 (/g de pulpe fraîche)

2) Production de fourrage pour le bétail

La production de fourrage pour le bétail représente la deuxième importance économique du cactus dans le monde. L'utilisation de cette espèce dans l'alimentation du bétail représente également la deuxième importance de cette plante au Maroc. Le cactus est utilisé depuis longtemps dans l'alimentation du bétail des zones arides et sa production dans ces zones est plus rentable que celle de certaines autres espèces fourragères comme le maïs et le sorgho (Russel, 1986). Il est cultivé comme espèce fourragère dans plusieurs pays dans le but d'assurer un stock alimentaire pour le bétail dans le cas d'une situation critique de sécheresse (Pimienta Barrios et al, 1993). Un certain nombre de pays: Mexique, USA, Brésil, Pérou, Chili, etc. produisent des quantités importantes de raquettes en tant qu'aliment pour le bétail (Nobel et al., 1987). Des rendements élevés de 400 à 500 T de matière fraîche par hectare (40 à 50 t de matière sèche/ha) sont obtenus avec une densité élevée de 24 plants/m² (Cortazar et Nobel, 1992). Les raquettes du cactus sont appréciées par le bétail car elles sont riches en eau, en fibres, en protéines et en éléments minéraux (Nefzaoui et Ben Salem, 2000; Le Houérou, 2002). Leur consommation permet d'améliorer la saveur du lait et la couleur du beurre (Russel et Felker, 1987). Les raquettes sont broutées directement sur le champ par le bétail de pâturage comme ce qui se fait dans les pays (Mexique, USA) où il y a de grands ranchs de cactus pour le pâturage ou récoltées en les coupant pour les distribuer au bétail domestique comme ce qui se fait dans certains pays de l'Afrique du Nord (Maroc, Tunisie) où les plantations de cactus qui sont destinées à la production de fruits sont utilisées dans l'alimentation du bétail. En comparaison avec d'autres éléments fourragers, la valeur énergétique des raquettes est proche

de celle de la luzerne avec 0,12 UF (unité fourragère)/kg. La composition chimique du cactus en comparaison avec d'autres éléments fourragers est présentée dans le tableau 2 et la composition chimique de deux variétés inermes qui sont cultivées au sud du Maroc est présentée dans le tableau 3. Avant de les donner au bétail, les raquettes sont déshydratées pour quelques jours afin d'éviter les diarrhées aux animaux et qui sont dues à la consommation des raquettes qui sont gorgées d'eau. Avant de les déshydrater, les raquettes des espèces épineuses peuvent passer sous un coup de feu afin de les débarrasser des épines. Les raquettes sont données au bétail en leur totalité ou après avoir les couper en petits morceaux, à elles seules ou en mélange avec un autre aliment fourrager comme la paille, l'atriplex, le foin de luzerne, les tiges de maïs, etc. Des rations alimentaires à base de cactus sont élaborées pour le bétail dans certains pays de l'Afrique du nord (Maroc, Tunisie) (tableau 4).

Tableau 2: Composition chimique des raquettes du cactus en comparaison avec d'autres éléments fourragers (Chriyâa, 1998)

Élément fourrager	Protéines brutes	ADF	NDF	Digestibilité <i>in vitro</i>
	% de matière sèche			
Raquettes de cactus	4,8	27,5	15,8	78,7
Paille de blé	5,2	69,6	42,4	45,5
Foin de luzerne	13,8	47,1	31,3	59,4
Feuillage d'atriplex	13,4	34,2	14,4	63,1

Tableau 3: Composition chimique des variétés inermes 'Aissa' et 'Moussa' d'*Opuntia ficus indica* (L.) Mill. dans la région de Sidi Ifni

Constituant chimique (en %)	Variété 'Moussa' dans la zone de Sboya	Variété 'Aissa' dans la zone de Mesti
eau	86,62	88,76
N	0,96	0,89
P	0,15	0,09
K	1,37	1,25
Ca	4,03	3,96
Na	0,035	0,032
Mg	1,47	1,23

Tableau 4: Rations alimentaires à base de cactus élaborées pour ovins en Afrique du Nord

Élément fourrager	Rations élaborées au Maroc (Chriyâa, 1998)				Rations élaborées en Tunisie (Nefzaoui et Ben Salem., 1996)			
	R1	R2	R3	R4	g MS/ jour	R1	R2	R3
Cactus (kg MF/jour)	2,5	3,5	5,5	4,5		197	353	550
Atriplex (kg MF/jour)	1,5	1,0	0,6			554	391	236
Paille (g/jour)	200	200	200	600*		160	159	167
CMV (g/jour)	30	30	30	30				

MF: Matière fraîche, MS: Matière sèche

Valorisation du cactus et possibilités de son développement en milieu rural

1) Production de légume

Les jeunes cladodes sont consommés en tant que légume car ils sont tendres et fibreux. Leur valeur nutritive est similaire à celle d'un grand nombre de légumes feuilles, ils sont moins nutritifs que les épinards et plus nutritifs que la laitue. Ils sont riches en eau, en hydrates de carbone, en protéines, en vitamine C et en β -carotène qui est un précurseur de la vitamine A (Rodriguez Felix et Cantwell, 1988; Cantwell, 1991). Ces jeunes cladodes sont appelés 'Nopalitos' au Mexique où ils sont considérés comme un légume traditionnel depuis des siècles. Ils sont consommés à l'état frais ou après avoir été cuits en tant que légume vert. (Russel et Felker, 1987; Pimienta Barrios, 1993). Ils sont conseillés pour les diabètes à diabétisme indépendant de l'insuline car leur consommation peut améliorer le contrôle du sucre chez ces patients et peut réduire le taux du cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1990; Frati et al., 1988). Du fait que la gastronomie traditionnelle marocaine est connue par une diversification des salades, les 'Nopalitos' peuvent être introduits facilement dans les traditions alimentaires des marocains, rien que dans la préparation de salades fraîches qui peuvent être composées d'un mélange de jeunes cladodes cuits et de légumes verts ou cuits: oignon, tomate, poivron, etc. D'autre part, c'est un produit qui peut être exporté sur les marchés où il y a une population qui consomme ce produit, notamment aux USA où les exportations mexicaines n'arrivent pas à satisfaire les besoins de ce pays en 'Nopalitos'.

2) Produits agro-alimentaires

Les jeunes cladodes peuvent être valorisés par leur conservation en petits morceaux dans des boîtes de conserve. Des usines modernes de mise en boîte des 'Nopalitos' existent dans les pays (Mexique, USA) où il y a une tradition alimentaire de ce produit. Des essais de conservation des jeunes cladodes sont également en cours de réalisation au sud du Maroc par des ONG et des boîtes de conserve sont présentées dans les manifestations nationales et régionales pour faire connaître le produit au public. Les fruits du cactus peuvent être valorisés en confiture, en jus, en miel, en marmelade, etc. (Russel et Felker, 1987; Barbera et al., 1992). La teneur en sucre qui est relativement élevée chez les fruits de la plupart des variétés leur permet de se transformer favorablement en produits agro-alimentaires (Sepulveda et Saenz, 1990). Les fruits fermentés sont utilisés pour produire des boissons alcooliques ou l'eau de vie (Hegwood, 1990; Sijelmassi, 1996). Au Maroc, des essais de transformation des fruits en confiture sont également actuellement en cours de réalisation par ces ONG du sud qui font l'exposition de leurs produits dans des manifestations internationales. Le séchage des fruits au soleil est utilisé au sud du Maroc pour la conservation de la production qui n'est pas vendue à l'état frais et de celle qui n'est pas autoconsommée.

3) Produits cosmétiques et pharmaceutiques

En plus de la valorisation des raquettes dans l'alimentation du bétail et des jeunes cladodes dans l'alimentation de l'Homme, le mucilage des raquettes est utilisé dans la fabrication des champoings, des assouplissants des cheveux, des crèmes dermiques et des laits hydratants (Pimienta-Barrios, 1994). Il est également utilisé depuis longtemps par les femmes rurales au Maroc pour assouplir leurs cheveux. Ce mucilage permet également de réduire le taux de cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1990). La poudre séchée des raquettes ou poudre de nopal a également un effet sur le contrôle du sucre et du cholestérol dans le sang (Fernandez et al., 1994). Elle a aussi un effet amincissant et antiglycémique la pectine de la poudre diminue le plasma (Roman-Ramos et al., 1995). Le thé aux fleurs des opuntias est utilisé en Sicile comme remède aux maux des reins (Meyer et McLaughlin, 1981). Des capsules qui sont faites à partir des fleurs séchées sont utilisées comme régulateur diurétique et comme remède au

disfonctionnement de la prostate (Pimienta Barrios et al., 1993). Le bouillit des fleurs séchées des opuntias est utilisé en pharmacopée traditionnelle au Maroc comme remède aux douleurs gastro-intestinales, aux brûlures et coups de soleil. L'huile essentielle des graines des fruits du cactus sont riches en acides gras poly-insaturés, en stérols et en vitamines, elle est utilisée comme antiride naturel et pour la fabrication des crèmes dermiques antirides (Ennouri et al, 2005; Coskuner et Tekin 2003). L'huile essentielle des graines est actuellement extraite et commercialisée par des ONG et des petites sociétés privées dans certaines régions du Maroc, les bouteilles d'huile sont exposées dans les manifestations nationales et régionales et le marketing du produit pour le marché étranger se fait par site web.

4) Production de carmin

Le carmin est un colorant naturel de couleur rouge carmin. Il est actuellement de nouveau très recherché par les industries alimentaires et cosmétiques pour ses caractères biochimiques (Pimienta-Barrios et al., 1993). Il est produit par l'élevage des cochenilles *Dactylopius coccus* et *Dactylopius opuntiae* qui sont des insectes hôtes du cactus (Wang et Nobel, 1995). Les cochenilles sont collectées sur le cactus, elles sont séchées à l'air libre pour obtenir un produit brut qui est appelé Grana à partir duquel on peut extraire 10 à 26% de carmin (Pimienta-Barrios, 1993). Il a été très demandé sur le marché international au début du 19^{ème} siècle, moment où l'élevage de la cochenille à carmin a été pratiqué au sud du Maroc par la colonisation espagnole. Il est disparu par la suite à cause des colorants synthétiques et il est actuellement de nouveau recherché sur le marché international à cause de ses qualités naturelles et biochimiques.

6) Utilisation du cactus dans l'apiculture

Le cactus est une plante à floraison abondante et son cycle de floraison peut s'étendre de 3 à 6 mois selon la région et la variété. Sa floraison attire les abeilles en masses par leurs grandes fleurs de couleur jaune, leur pollen abondant et leur nectar. Elle assure l'activité des abeilles pour une certaine période et les autres espèces mellifères assurent leur activité pour les autres périodes de l'année. Dans la région sud, le cactus se trouve dans un écosystème qui est riche en espèces mellifères de qualité, notamment les euphorbes qui sont endémiques de la région: *Euphorbia officinalis* qui attire les abeilles par son nectar abondant qui est très nutritif pour les abeilles et *E. regis-jubae* qui attire les abeilles par ses fleurs jaunes abondantes qui sont riches en pollen et en nectar. Les écosystèmes de ces espèces sont favorables pour la pratique de l'apiculture dans le but de produire un miel naturel de grande qualité et de haute valeur marchande. Ce qui améliore le revenu des agriculteurs et la rentabilité des populations locales.

Conclusion

Le cactus *Opuntia* occupe une superficie importante au Maroc et sa culture se développe de plus en plus. La production de fruits comestibles et de fourrage pour le bétail représente également la première importance économique de cette espèce au Maroc. Sa résistance à la sécheresse et son utilisation dans l'alimentation de l'Homme et du bétail font du cactus une culture vivrière de premier rang au Maroc. Cette espèce fruitière et fourragère qui résiste à la sécheresse convient pour une agriculture durable au Maroc qui est connu par des périodes successives de sécheresse et l'aridité d'un grand nombre de ses régions. Le cactus est doté d'une diversité génétique non négligeable, avec des variétés de couleurs différentes et des périodes de récolte qui varient d'une variété à l'autre et d'une localité à l'autre. Ses fruits sucrés et juteux sont de plus en plus vendus sur le marché local car ils sont appréciés par le consommateur marocain et les possibilités de leur exportation sur le marché extérieur existent. Le séchage des fruits au soleil est une méthode de conservation qui est très ancienne au Maroc. Des essais de leur transformation en confiture sont déjà en cours dans la région sud et les possibilités

de leur valorisation en jus existent. La valorisation du cactus dans l'alimentation du bétail se développe de plus en plus et des rations alimentaires à base de cactus sont élaborées pour les animaux. La valorisation du cactus dans la production de jeunes cladodes pour l'exportation est possible et leur introduction dans les traditions alimentaires des marocains, rien que dans la préparation des salades, peut être réussie, d'autant plus que leur consommation réduit le taux du cholestérol dans le sang. La poudre de nopal et l'huile essentielle des graines sont les principaux produits de valorisation du cactus en produits cosmétiques et pharmaceutiques au Maroc, ces produits sont déjà en production et en commercialisation dans la région sud. Dans cette zone, le cactus contribue avec sa floraison abondante à la pratique de l'apiculture pour la production de miel naturel de qualité qui est recherché par le consommateur marocain pour ses qualités nutritionnelle et pharmaceutiques. La valorisation du cactus en produits de haute valeur ajoutée, notamment les produits agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques va améliorer le revenu des agriculteurs et le niveau de vie des populations locales. Il va également générer de l'argent et des emplois en milieu rural. Ce qui va entraîner un développement durable en milieu rural et faire face au problème de l'exode rural.

Références bibliographiques

- Arba M 2006: 'Dellahia' a cactus pear cultivar from the Mediterranean coast of Northern Morocco. *Acta Horticulturae*, 728, 37-41.
- Arba M; BenIsmail M C and Mokhtari M 2002: The cactus pear (*Opuntia spp.*) in Morocco: Main species and cultivar characterization. *Acta Horticulturae*, 581, 103-109.
- Barbera G; Carimi F et Inglese P 1992: Past and present role of the indian fig prickly pear (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill., Cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Economic botany*, 46 (1), 10-20.
- Cantwell M 1991: Quality and post harvest physiology of 'Nopalitos' and 'Tunas'. *Proc. Second Annual Texas Prickly pear Conference*. Texas Prickly Pear Council, Mc Allen, Texas, p. 50-66.
- Chriyâa A 1998: Techniques culturales du cactus et de son utilisation dans l'alimentation des ovins en zones arides. Première journée nationale sur la culture du cactus, El Kelâa des Sraghnas, p. 7-11.
- Cortazar V G et Nobel P S 1992: Biomass and fruit production for the prickly pear cactus *Opuntia ficus indica*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117 (4), 558-562.
- Coskuner Y et Tekin A 2003: seed composition of prickly pear fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 846-849.
- Ennouri M; Evelyne B; Laurence M et Hammadi A 2005: Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. *Food Chemistry*, 93, 431-437.
- Fernandez M L; Trejo A and McNamara D J 1990: Pectin isolated from Prickly pear (*Opuntia sp*) modifies low density lipoprotein metabolism in cholesterol-fed guinea pigs. *J. Nutr.*, 120, 1283-1290.
- Fernandez M L.; Lin E C K.; Trejo A. et McNamara D J 1994: Prickly Pear (*Opuntia sp.*) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. (Biochemical and Molecular Roles of Nutrients). *Journal of Nutrition*. 124, (6), 817-823
- Fрати A C; Gordillo B E; Altamirano P et Ariza C R 1988: Hypoglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lemaire in non-insulin-dependent diabetes. *Diabetes Care*, 11, 63-66.
- Hegwood D A 1990: Human health discoveries with *Opuntia sp* (prickly pear). *Hortscience*, 25 (12), 1515-1516.

- Le Houérou H N 2002: Cacti (*Opuntia spp.*) as a fodder crop for marginal land in the Mediterranean Basin. *Acta Horticulturae*, 581, 21-46.
- Meyer N B et McLaughlin J B 1981: Economic uses of *Opuntia*. *Cactus and Succulent J.*, 53, 107-112.
- Monjauze A et Le Houérou H N 1965: Le rôle des *Opuntia* dans l'économie agricole nord africaine. *Bull. Eco. Nat. Sup. Agr. de Tunis*, 8-9, 85-165.
- Nefzaoui A et Ben Salem H 2000: *Opuntia*: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. *Cactusnet FZAO International Cooperation Network on Cactus Pear News Letter*, p. 2-24.
- Nefzaoui A et Ben Salem H 1996: Nutritive value of diets based on spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var *inermis*) and *Atriplex* (*Atriplex nummularia*). In *Native and exotic fodder shrubs in arid and semi arid zones, Regional training workshop, 27 october-2 november 1996*.
- Nobel P S, Russel C E, Felker P, Medina J G et Acuna E 1987: Nutrient relations and productivity of prickly cacti. *Agro. J.*, 79, 550-555.
- Pimienta Barrios, E; Barbera G et Inglese P 1993: Cactus pear (*Opuntia spp, Cactacea*) International Network an effort for productivity. *Succulent journal (US)*, 65, 225-229.
- Pimienta-Barrios E 1993: Vegetable cactus (*Opuntia*). In *Underutilized Crops: Pulses and Vegetables*, p. 177-191. Ed J. Williams. London, UK.
- Pimienta-Barrios E 1994: Prickly pear (*Opuntia spp*) a valuable fruit crop for the semi arid lands of Mexico. *J. of Arid Env.*, 28, 1-11.
- Rodriguez felix A et Cantwell M 1988: Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (*Cactus pearitos*). *Plant Food Human Nutrition*, 38, 83-93.
- Roman-Ramos R; Flores-Saenz J L.; Alarcon-Aguilar F J. 1995: Anti-hyperglycemic effect of some edible plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 48, 25-32.
- Russel C E 1986: Cactus, ecology and range management during drought. *Proceeding of the symposium on livestock and wild life management during drought (R D Brown ed)*. Caesar Kleberg wildlife researches Institute, Univ. Kingsville, Texas, p. 59-69.
- Russel C.E. et Felker P 1987: The prickly pears (*Opuntia spp, Cactaceae*): A source of Human and Animal food in semiarid regions. *Economic botany*, 41 (3), 433-445.
- Sepulveda E et Saenz C 1990: Chemical and physical characteristics of prickly pear (*Opuntia ficus indica*) pulp. *Revta Agroquim Tecnol Aliment*, 30, 551-555.
- Sijelmassi A 1996: *Les plantes médicinales du Maroc*. 4^{ème} édit. Edit. Lefenec, Casablanca.
- Wang N et Nobel PS 1995: Phloem exudate collected via scale insect styles for the CAM species *Opuntia ficus indica* under current and doubled CO₂ concentrations. *Ann. Bot.*, 75, 525-532.