

## Pratiques d'irrigation du palmier dattier dans les systèmes oasiens du Tafilalet, Maroc

Renévo<sup>1</sup>, G. A., Bouaziz<sup>2</sup>, T. Ruf<sup>3</sup> et Raki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IRC, Montpellier, <sup>2</sup>IAV Hassan II, <sup>3</sup>IRD, Montpellier

### Résumé

La région du Tafilalet, située au sud-est du Maroc, est une zone subdésertique, qui connaît une situation critique due à la rareté de ses ressources hydriques. L'eau a des origines très différentes: eau de surface (barrage, crue) et eaux souterraines (puits, forage, khettara, source).. Dans ce contexte habituellement aride, le palmier dattier est le pivot de l'oasis, il constitue la première strate, c'est lui qui permet une agriculture oasienne. Cet arbre est aujourd'hui encore mal connu et notamment ses besoins en eau d'irrigation. L'objectif de ce travail est de décrire et analyser les pratiques des irrigants à travers une typologie des systèmes oasiens. Un échantillon d'environ 20 agriculteurs a été concerné par nos enquêtes sur les pratiques d'irrigation, la conduite technique des cultures et leurs rentabilités comparées au sein des exploitations.

Les résultats de la typologie mettent en évidence des agro-écosystèmes différents du nord au sud (système de culture à une, deux ou trois strates de végétation). Dans la palmeraie traditionnelle, le nombre de strates de cultures est lié à la disponibilité de l'eau. De même, les cultures pratiquées, en intercalaire, sont fonction de la qualité de l'eau. La performance économique des systèmes de culture est donc variable au sein de la zone

Elle dépend de la densité du palmier dattier, des variétés utilisées et de l'intensité du système de culture mais aussi du coût des irrigations et donc de l'origine de l'eau et de son débit. Les systèmes oasiens qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation bénéficient des eaux des Khettaras ou de sources. De même les pratiques d'irrigation déployées: cuvette, bassin, billon, planche sont conditionnées par la culture intercalaire pratiquée, l'origine de l'eau et le type d'irrigation (gravitaire, localisé). Le bilan hydrique annuel brut mesuré est globalement non satisfaisant pour la majorité des groupes d'agriculteurs étudiés. Néanmoins, les groupes les moins déficitaires en eau sont ceux situés dans la partie amont de la palmeraie traditionnelle et sur les zones d'extension. Les nouveaux vergers, sur les extensions disposent de stations d'irrigation « modernes », pouvant apporter les volumes hydriques les plus proches des besoins en eau des plantes. Des systèmes d'irrigation à économie d'eau existent et sont fonctionnels sur la zone d'étude, notamment dans les nouvelles extensions (irrigation localisée). L'adaptation de ce type d'irrigation à l'émiettement de la propriété des droits d'eau constitue en fait la principale contrainte à sa généralisation. Des expériences prometteuses sur le terrain sont en cours de réalisation dans la commune rurale de Jorf (coopérative Madania, oasis de Bouya).

D'autres pistes de réflexion semblent possibles pour réduire une partie du déficit hydrique. Des variétés de palmiers dattiers plus tolérants à la maladie du Bayoud ainsi que des cultures alternatives dont les besoins en eau sont plus faibles pourraient être recherchées et développées dans la zone.

Mots clés: palmier dattier, bilan hydrique, pratique d'irrigation, système de culture oasien

## 1. Introduction

L'ensemble de l'espace oasien du sud marocain est peuplé de 1,733 million d'habitants (estimation 2002) sur une superficie de 115.563 km<sup>2</sup>, soit une densité de 15 habitants au km<sup>2</sup>. C'est un chiffre considérable si on considère que la superficie agricole utile ne couvre que 2% de cet espace et que les 98 % restants relèvent du désert quasi-intégral (DAT, 2002). Au sein des oasis, la densité rapportée à la SAU dépasse largement sept cents habitants au km<sup>2</sup>. Mais le plus remarquable est certainement l'évolution de cette population qui a augmenté de moitié en vingt ans, et ce, sur une base économique qui a plutôt tendance à se dégrader en raison de la succession des années sèches qui ont eu lieu avant l'année 2007. Ce paradoxe s'explique par le rôle prédominant des revenus issus de l'immigration. La région ne vit pas de sa base économique propre mais des revenus de transfert. Cet espace oasien a connu des mutations sociales profondes qui ont affecté les activités économiques de cette région (DAT, 2002).

A l'échelle nationale, il y a près de 4.6 millions de pieds de palmier dattier, le Maroc occupe ainsi la 8ème place au niveau du monde. Cela correspond à une superficie de 46 000 ha, soit une densité moyenne de 100 pieds à l'hectare. Le Tafilalet représente à lui seul 28% de la production du Maroc (INRA, 2005). Une Partie de cette production faisait même l'objet d'exportation, notamment sur le marché anglais qui appréciait la qualité des dattes marocaines représentées essentiellement par les variétés Mejhoul et Boufeggous. Actuellement, la production mondiale de dattes est évaluée à près de 3.7 millions de tonnes. Avec une production de près de 10.000 tonnes/an en année normale, le Maroc se place au 8ème rang. Mais il convient de noter que la production fluctue énormément d'une année à l'autre, en raison notamment des conditions climatiques. Au Maroc, la consommation moyenne de dattes est d'environ 3 kg/habitant contre 15 kg/habitant dans les zones de production (INRA, 2005).

Le palmier dattier est une espèce végétale bien adaptée à l'espace subdésertique oasien. Mais les oasis sont soumises aujourd'hui à plusieurs contraintes physiques, environnementales et socio-économiques. On peut citer notamment le manque d'eau, la salinisation et l'érosion des sols, l'ensablement des espaces cultivés, l'analphabétisme, la pauvreté et l'émigration des populations (Margat, 1962; Ruhard, 1977; Riou, 1990; Andriamainty et al., 2002; Belarbi et al., 2004; Hamidi, 2005). C'est aussi une espèce vitale pour ces oasis et ceci pour plusieurs raisons notamment la participation à l'alimentation humaine et des animaux d'élevage (écart de triage des dattes), la fourniture d'une multitude de sous produits, l'apport d'un revenu à l'agriculteur (vente des dattes), la résistance aux conditions climatiques sévères et à la salinité, la lutte contre l'ensablement et la création d'un microclimat qui favorise la pratique des cultures basses ou intercalaires (Munier, 1973; Sedra, 2003). Malgré tous ces avantages, cet arbre est aujourd'hui encore mal connu et notamment ses besoins en eau d'irrigation, car il prélève une part de son alimentation hydrique dans la nappe phréatique. C'est dans ce sens que ce travail vise les objectifs suivants:

- Réaliser une typologie des différents systèmes oasiens (vergers modernes ou monoculture de palmier dattier, palmeraies avec cultures intercalaires) dans la zone phoenicicole du Tafilalet.
- Décrire la conduite des cultures et évaluer la rentabilité économique et le coût de l'irrigation dans les différents systèmes de culture du palmier dattier.
- Réaliser des bilans hydriques dans différents types de palmeraie (vergers modernes de monoculture, palmeraies avec culture intercalaires...) afin de mesurer l'efficacité des pratiques d'irrigation et de confronter aux besoins théoriques du palmier dattier.

## 2. Méthodologie

La région de l'étude étant étendue, c'est pourquoi elle a été divisée en cinq zones: Rissani, Erfoud, Jorf, Aoufouss puis Errachidia. Celles-ci disposent de différentes ressources en eau (Barrage, crue, puits et forages, ...), utilisent différentes méthodes d'irrigation (gravitaire, localisée) et aboutissent à différents systèmes de cultures. Les enquêtes et interviews ont été

réalisés progressivement des zones les plus au sud (Rissani), vers les zones les plus au nord (Errachidia). Des allers et retours ponctuels sont nécessaires vers les premières zones et exploitations enquêtées pour compléter les informations recueillies et comprendre le bien-fondé des pratiques des agriculteurs (Landais et Deffontaines, 1988; Sebillotte, 1990). Les enquêtes ont permis de comprendre les pratiques culturales et de gestion des irrigations, mais aussi de mieux connaître l'agriculture actuelle. Les enquêtes ont été réalisées avec l'aide des étudiants et des techniciens des CMV de l'ORMVA-TF. Ces collaborations ont permis aussi de bénéficier d'un autre regard et d'une meilleure compréhension des pratiques locales. Des mesures ont été nécessaires pour connaître les doses d'irrigation apportée aux parcelles et pouvoir les comparer aux besoins en eau (Doorenbos et Pruitt, 1976; Doorenbos et Kassam, 1987). Des mesures de débits aux flotteurs, de capacité, et des mesures des hauteurs d'eau dans les parcelles ont été réalisées quand cela a été possible en plus du calcul des besoins par le modèle Cropwat-FAO (Smith, 1992; FAO, 2001).

Quatre exploitations ont été choisies au sein de chacune des cinq zones identifiées auparavant soit 20 exploitations au total. Ces exploitations représentent la plus grande diversité des cinq zones d'étude, origine de l'eau, méthode d'irrigation. La variabilité de ces deux facteurs, met en évidence des systèmes de culture très différents: systèmes à trois strates (une strate supérieure constituée de palmier dattier, une seconde strate d'oliviers et/ou de fruitiers et des cultures basses telles que les céréales, la luzerne, les cultures maraîchères), des systèmes de culture à deux strates (palmiers dattier et cultures basses telles que les céréales et/ou la luzerne) et des systèmes de monoculture de palmier dattier.

Nos enquêtes ont concerné la conduite technique des cultures, les pratiques de l'irrigation et la rentabilité comparée des systèmes de culture au sein des exploitations agricoles

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Typologie des palmeraies

Deux grands types de palmeraies se distinguent: une minorité conduite en irrigation localisée (Groupe 1) et une grande majorité conduite en irrigation gravitaire (Groupe 2). Au sein du groupe 1 on peut distinguer, suivant l'origine de l'eau deux sous groupes différents:

- Les exploitations du groupe A (Tableau 1) qui utilisent principalement l'eau du pompage et ponctuellement les eaux des crues.

- Celles du groupe B (Tableau 2) qui utilisent principalement l'eau des Khetaras, et rarement l'eau de crues. Ces agriculteurs sont localisés exclusivement dans la zone de Jorf et plus exactement dans le village de Monkara. Ils ont bénéficié d'un système d'irrigation localisée grâce à une aide financière attribuée par un projet de coopération japonaise (JICA). Les agriculteurs disposent de droits d'eau sur la Khetara, de 1 à 2 noubas (Une nouba représente un droit de 12 heures d'irrigation). Cette eau est stockée dans deux bassins de 90 m<sup>3</sup> pour être ensuite pompée et injectée dans un réseau d'irrigation localisée disposé sur la parcelle. Ces systèmes permettent d'irriguer de petites surfaces, en moyenne de l'ordre de 0,25 hectares/agriculteur. Ils disposent aussi des eaux de crues certaines années. L'agriculture développée est de type familial, ce sont surtout les cultures maraîchères qui sont privilégiées pour les besoins de la famille et la vente sur le marché local. Le palmier dattier est peu dense, 95 arbres/ha. Les variétés les plus présentes sont des « Khalt ». On observe aussi des variétés de « Boufeggous », et une tendance à replanter des variétés « nobles » lorsque les arbres sont détruits par le Bayoud.

**Tableau 1. Palmeraies en irrigation localisée**

Groupe	A	B
Localisation	Extensions (Errachidia)	Jorf (Monkarâa
Type d'exploitation	Entreprise	Familiale
Surface moyenne (ha)	150	3
Surface moyenne irriguée (ha)	150	0,25
Origine eau d'irrigation	Pompage* Crue	Khettara*
Densité ( Palmiers/ha)	156	95
Variété dominante de palmier dattier	Mejhoul	« Khalt » Bouffegous
Finalité de l'irrigation	Palmier dattier	Maraîchage
Valeur de la production (Dh)	273 000	32 110

Pour le groupe 2 des exploitations agricoles qui irriguent gravitairement, sept sous groupes ont été distingués:

- Les individus du groupe C: composé d'agriculteurs utilisant principalement l'eau des Khettaras, les eaux de pompages, et les eaux de crues. Ces agriculteurs sont situés principalement dans la zone de Jorf. L'eau de la Khettara est privilégiée pour l'arrosage des cultures maraîchères, les eaux provenant des crues ou du pompage sont destinées à l'arrosage de la luzerne et des céréales (Mbarga et Vidal, 2005). Les exploitants possèdent leurs terres (Melk) où ont recours à des associations au 'tiers de la production' (Toulou). Les surfaces irriguées sont en moyenne de 2 hectares. Les variétés de palmiers dattiers, concernées sont par ordre d'importance les « Khalt », et quelques variétés de type « Bouffegous » et « Mejhoul ». Celles-ci sont disposées de manière aléatoire sur les parcelles, La densité moyenne est de 100 arbres/ha. L'éventail des cultures maraîchères produites est très vaste, carotte, navet, oignon, gombo, courge, menthe, chou feuillé, etc. Celles-ci sont rarement vendues sur les marchés locaux à l'exception du gombo et de la menthe. Le reste est autoconsommé par les familles. L'intégralité des cultures de luzerne sert à l'alimentation des ovins. L'effectif moyen est de l'ordre de 5 ovins par famille, une partie est vendue sur le marché local lors des fêtes musulmanes.

L'agriculteur emploie occasionnellement une main d'œuvre temporaire pour les travaux de travail du sol, pollinisation du palmier dattier, récolte des dattes et les moissons. L'équipement est sommaire, il s'agit de petits matériels tels que la sape, d'une araire ou d'une charrue mono soc pouvant être attelée à un âne.

- Les individus du groupe D: Ils utilisent principalement les eaux des stations de pompage (collectives et/ou privées), et plus aléatoirement, les eaux de crues et les eaux des lâchers du barrage. Ces agriculteurs sont localisés dans les zones de Rissani et d'Erfoud. Ils possèdent des surfaces allant de 4 à 12 ha (Tableau 2). Ils pratiquent comme beaucoup d'autres groupes une double activité et dépendent en plus financièrement d'un membre de leur famille travaillant dans une ville du nord du Maroc ou à l'étranger. La principale ressource en eau provient du pompage, celle-ci est utilisée toute l'année. Les agriculteurs possèdent en général leur propre puits et pour certains, ils font en plus partie d'une coopérative de pompage. Ils associent les eaux de leurs puits aux eaux du forage de la coopérative pour augmenter le débit de l'eau sur la parcelle et pour faire baisser le taux de salinité de l'eau de leur puits, surtout si les cultures sont des légumes, et donc moins tolérantes aux sels. Le propriétaire du puits peut aussi vendre des tours d'eau à un voisin. Sous les palmiers dattier, la luzerne constitue la culture la plus pratiquée, car elle est destinée à l'alimentation du bétail. L'effectif du cheptel est plus ou moins important, il varie de 7 à 20 têtes d'ovins, et en plus parfois d'une vache. Les produits animaux sont destinés à l'autoconsommation et à la vente sur les marchés locaux. Les céréales sont secondaires, leur mise en culture dépend de la disponibilité de l'eau des crues et des lâchers du barrage. Si l'eau

est disponible en octobre - novembre, les blés ou l'orge sont cultivées, si l'eau est disponible au en mars - avril les agriculteurs vont privilégier les semis de maïs. Le palmier dattier est planté de manière aléatoire sur les parcelles et en ligne avec par ordre d'importance les variétés « Khalt », « Mejhoul », « Bouffegous », « Bouslekhan ». La densité du palmier dattier sur les parcelles est en moyenne de 140 arbres/ha. Les céréales sont destinées à l'autoconsommation. Une partie de la récolte des dattes est vendue sur les marchés locaux ou parfois sur pieds pour les variétés comme le « Mejhoul » ou le « Bouffegous », le reste est autoconsommé, les écarts de triages sont gardés pour l'alimentation des animaux. La main d'œuvre est familiale et/ou temporaire pour effectuer les gros travaux, la récolte des dattes, le fauchage des céréales, la moisson, les labours et le nivellement du sol. Un tracteur peut être loué pour labourer certaines parcelles plus accessibles. Une batteuse à poste fixe est parfois louée pour le battage du blé.

**Tableau 2. Palmeraies en irrigation gravitaire**

Origine dominante de l'eau	Khettara Groupe C	Pompage Groupe D	Pompage Groupe G	Source Groupe E1	Résurgences Groupe E2	Crue Groupe F
Localisation	Jorf (Al Bouya)	Erfoud Rissani	S. Bou Abdilah & Ouled Zahra	Zone Nord D'Aoufouss	Douira	Rissani (Ammar, Tinghras)
Type d'exploitation	Familiale	Familiale	Familiale	Familiale	Familiale	Familiale
Surface moyenne (ha)	2	7	5	3	3	5
Surface moyenne irriguée (ha)	2	3	5	3	3	0
Ressources complémentaires en eau	Crue Pompage	Crue barrage	Crue, Barrage Eaux usées	Crue barrage	Crue barrage	Barrage
Densité des dattiers (arbres/hectare)	100	140	50	60	140	20
Variété de palmier dattier dominante	« Khalt »	« Khaft » Bouffegous	« Khaft »	« Khaft »	Vitro plant	« Khaft »
Finalité de l'irrigation	Maraîchage Luzerne céréales	Luzerne Palmier dattier	Luzerne Céréales Olivier	Luzerne Céréale Fruiter	Luzerne Palmier dattier	Palmier dattier
Valeur de la production (Dh)	14.000	47.320	7000	8400	**	2800

- Les individus du groupe E1: Ils utilisent principalement les eaux de sources et de manière plus aléatoire les eaux de crues et les eaux des lâchers du barrage Hassan Addakhil. Ces agriculteurs se situent au cœur de la palmeraie traditionnelle. La source de Meski, juste en amont, est leur principale ressource hydrique, l'accès y est permanent tout au long de l'année. Ils sont

propriétaires de leur parcelle, ils ont de très petites surfaces, 3 hectares en moyenne, avec un parcellaire très morcelé. Les variétés de palmiers dattiers sont les « Khalt ». Celles-ci sont de faible qualité, la production est souvent destinée à l'alimentation du bétail. Les nouvelles plantations se font avec des variétés « nobles », comme le « Mejhoul » ou le « Boufeggous ». Les palmiers dattiers sont plantés de manière aléatoire sur les parcelles, la densité de plantation est peu importante, 60 arbres/ha. Cela est dû au fait que sous les palmiers dattiers des arbres fruitiers (amandiers, oliviers...) sont plantés. Sous ces étages de végétation des cultures basses telles que le maraîchage, les céréales, la luzerne peuvent être plantées (systèmes de culture à deux et trois strates). Le cheptel est en général très important, 40 à 50 ovins/agriculteur. Les surfaces de fourrage mis en culture ne suffisent pas à alimenter ce cheptel. L'agriculteur achète des compléments de paille, tourteaux de tournesol, pulpe de betterave et de son. Les plus importants revenus proviennent de l'élevage. Les agriculteurs disposent d'un petit équipement pour effectuer les travaux agricoles, sape, araire ou charrue. La main d'œuvre est en général familiale et/ou temporaire pour certains travaux comme le travail du sol, les moissons, la pollinisation et la récolte des dattes.

Les individus du groupe E2: utilisant principalement des eaux de source et de manière plus aléatoire des eaux de crues et des eaux des lâchers du barrage. Ces agriculteurs sont localisés dans la zone sud de la zone d'Aoufouss, sur le douar de Douira. Leurs parcelles sont toutes disposées le long de l'oued Ziz. Leur principale ressource en eau provient des eaux des résurgences, celles-ci sont disponibles de façon plus ou moins importante toute l'année. Ils utilisent tous leur propre motopompe pour acheminer l'eau jusqu'à leur parcelle. Ils bénéficient également des eaux de crues et des eaux du lâcher du barrage. La surface exploitée par un agriculteur est de l'ordre de 3 à 6 hectares (Mirkou et Ouliac, 2003). . Tous sont propriétaires de leur terre. Le palmier dattier est la culture qui domine, les variétés présentes sont les variétés « Khalts », « Nejeda » (vitro plant), « Mejhoul » et « Boufeggous ». La densité de plantation des palmiers dattiers est de 140 arbres/hectares. La culture qui est plantée sous les palmiers dattiers est la luzerne, celle-ci permet d'alimenter les animaux d'élevage, ce sont des systèmes de culture à deux strates. L'effectif du cheptel est de l'ordre de 5 à 10 ovins par famille. Les principaux revenus de l'agriculture proviennent des animaux d'élevage et de la récolte des dattes. Les dattes sont vendues soit sur les marchés locaux ou marchés des grandes villes. Elles sont conditionnées dans différents emballages, boîtes en bois de 7 à 15 kg, boîtes cartonnées de 2 à 4 Kg... . La main d'œuvre est familiale et/ou temporaire pour certains travaux.

- Les individus du groupe F: utilisant les eaux du barrage et les eaux de crues. Ces agriculteurs sont localisés à l'aval de la plaine du Tafilalet, dans le Douar Ammar et Tinghras. Ils sont confrontés à une grande pénurie d'eau depuis plusieurs années en plus des problèmes de salinité (Margat, 1962). Ils irriguent quand ils le peuvent avec l'eau des lâchers du barrage et l'eau des crues. Certaines années même si un lâcher est programmé, une faible partie des agriculteurs du Douar bénéficiera de l'eau d'irrigation, environ 1/6 ème de la surface totale. Les agriculteurs qui disposent de puits ont depuis quelques années des problèmes d'assèchement ou de salinité trop importante, les puits sont alors abandonnés. L'eau du barrage ou des crues est parfois détournée dans les 'Matfia' qui servaient autrefois à alimenter en eau les familles d'agriculteur et à abreuver les animaux d'élevage. Ces Matfia sont depuis les années 1980 bétonnés et servent parfois à stocker l'eau pour l'irrigation des jeunes palmiers dattiers. Les surfaces des agriculteurs sont en moyenne de 5 hectares pour un seul agriculteur. Ceux-ci sont propriétaires de la terre. Ils ne peuvent aujourd'hui plus vivre de l'agriculture, beaucoup ont abandonné leur terre et migré vers le nord du pays ou à l'étranger, d'autre ont développé des activités de commerce ou dépendent d'un parent travaillant dans les autres villes du Maroc ou à l'étranger. Le palmier dattier est la seule végétation présente, la densité du palmier dattier diminue d'année en année avec la sécheresse récurrente. La densité actuelle est de l'ordre de 20 arbres/ha. Malgré la sécheresse, les palmiers dattiers sont pourtant toujours pollinisés. La maigre récolte qui en résulte est toujours

auto consommée. Les variétés présentes sont « Boufeggous », « Bouslekhan », « Bousserdoun » et « Khalt ». Le « Mejhoul » est en faible quantité car ses besoins en eau sont plus importants comparativement à ceux des variétés citées. Il n'y a pas ou très peu de replantation de rejets. Bien que l'eau soit rare, peu d'aménagements sont réalisés pour retenir et économiser l'eau. Si l'agriculteur peut bénéficier de deux irrigations par an, la mise en culture d'une deuxième strate est parfois tentée. Si l'eau est présente au mois d'octobre, novembre, décembre ou janvier, le blé dur ou tendre est semé. Si l'eau est présente entre mai et juillet c'est le maïs qui va être privilégié, il sera consommé en vert par les brebis en lactation par exemple. Si l'eau est présente en mars, l'agriculteur tentera des semis de sorgho, celui-ci sera récolté d'avril en juin pour le bétail. Le cheptel est peu développé, 2 à 4 ovins par agriculteur. Cela est dû au manque de fourrage, presque tous les aliments doivent être achetés (paille, déchets de datte, etc.

- Les individus du groupe G: Ils utilisent les eaux du barrage, les eaux de crues et les eaux usées. Ces agriculteurs sont localisés au sud de la ville d'Erhoud, dans le Douar d'Ouled Zahra et au sud est de la ville d'Errachidia, Douar de Sidi Bou Abdilah. Ces agriculteurs disposent d'une grande variété d'eaux d'irrigation. Leur principale ressource hydrique est l'eau des pompes qu'ils utilisent toute l'année. Ils bénéficient d'un accès aux eaux usées des villes situées en amont de leur exploitation. Les eaux de crues et du barrage sont plus aléatoires car dépendantes des variations climatiques. L'agriculture est de type familial, la surface moyenne exploitée par agriculteur est de 5 hectares, la totalité des parcelles est en général irriguée. Les palmiers dattiers sont de faible densité, 50 arbres/ha (Mbarga et Vidal, 2005). Cette faible densité est due au fait que les palmiers sont en association avec des oliviers et des cultures de luzerne et/ou céréales. Les variétés de palmier dattier sont des « Khalt », mais dès qu'ils sont attaqués par le Bayoud, on constate une tendance à replanter avec des vitro-plants ou variétés de type « Boufeggous » ou « Mejhoul ».

- Les individus du groupe H: utilisant principalement les eaux de sources et les eaux de crues. Ce groupe est localisé dans la zone d'Aoufouss, Zaouit Aoufouss. Leur principale ressource en eau provient de la source Zaouit Aoufouss. La source est divisée dans deux seguias traditionnelles bétonnées le long du périmètre mis en culture. A partir de ces seguias, l'eau arrive par gravité jusqu'à leur parcelle. A certaines époques de l'année l'irrigation se fait par submersion, lorsque les crues inondent les berges de l'oued Aoufouss. Le palmier ne constitue pas l'espèce dominante, il est présent mais est peu dense, 10 arbres/hectares. Cela est dû au caractère du foncier un peu particulier, terre Habous de Zaouia, les agriculteurs ne sont pas propriétaires de leur terre et les produits du palmier dattier ne leur reviennent pas directement. Les bénéfices sont partagés entre tous les membres de la communauté. Le palmier dattier n'est pas pollinisé et les dattes sont vendues sur l'arbre. Les variétés présentes sont principalement des « Khalt ». Ce sont surtout les cultures de luzernes et de céréales qui sont les plus mises en valeur. Les produits de la récolte de ces cultures reviennent directement à l'agriculteur. Les surfaces sont importantes en moyenne 10 hectares/agriculteur. Chaque famille d'agriculteur possède des animaux d'élevage, on compte de 10 à 20 ovins par famille, ces animaux constituent une source de revenus important. Les agriculteurs sont majoritairement des « Chorfas », ceux-ci emploient une main d'œuvre temporaire pour presque tous les travaux agricoles.

### 3.2. Conduite technique des cultures

Les techniques d'installation du palmier dattier commencent par l'extraction et la préparation du rejet avant la plantation. Ce dernier doit avoir environ un poids de 10-15 Kg. On procède par la suite au piquetage du terrain. Cette opération nécessite deux journées de travail (JT). Les vergers modernes sont uniformes (8 m x 8 m) et ont des densités de 156 arbres/ha, alors que pour les traditionnels les densités varient de 10 à 140 arbres/ha. La préparation du sol et la confection des trous de plantation peuvent durer quant à elle 25 JT. A la plantation, on apporte une fumure minérale et organique. Pour les plantations modernes, la fumure suivante est

généralement appliquée par trou de plantation: 20 Kg de fumier organique bien décomposé, 500 gr d'azote (21%), 1 Kg de phosphore super triple (45%) et 1 Kg de potasse (48%). Ceci nécessite environ 12 JT/ha y compris le comblage des trous. Au sein de la palmeraie traditionnelle, seul le fumier est utilisé.

Pour les techniques d'entretien, on commence par l'élagage qui consiste à l'enlèvement du bois mort après la récolte (spathes et palmes cassées et sèches). La base du tronc est également dégagée des mauvaises herbes et des rejets de plus de 20 Kg, de manière à soulager le pied mère (Tableau 3). Les rejets pourront être plantés sur une autre parcelle ou vendus. Cette opération est longue, seulement 3 palmiers par jour peuvent être élagués et taillés. Soit 52 JT/ha pour une densité de 156 arbres/ha. La fertilisation est précédée de la confection d'une cuvette autour de l'arbre (4 JT/ha) et en même temps on apporte les fertilisants suivants: Ammonitrate: 150 gr/plant/ toutes les deux irrigations, la potasse: 2 Kg/plant/an et le phosphore: 1,5 Kg/plant/an). Pour la pollinisation, on considère qu'un palmier mâle est suffisant pour 50 femelles. Le choix de ce dernier s'effectue en fonction de la précocité, de la qualité et de la quantité de pollen produite. L'inflorescence mâle est récoltée juste avant éclatement, les épillets sont détachés de la hampe par groupe de 3 ou 4 et mis à sécher. Ces opérations nécessitent environ 16 JT/ha (densité: 156 palmiers/ha).

**Tableau 3. Description des itinéraires techniques du palmier dattier**

	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Elagage et taille	_____											
Récolte du pollen et pollinisation	_____											
Irrigation	Selon les disponibilités en eau											
Traitement phytosanitaire	_____											
Tuteurage des régimes	_____											
Ensachage des régimes	_____											
Récolte et conditionnement	_____											

L'application des pesticides n'est réalisée que pour les vergers modernes. Des traitements préventifs contre la pourriture des inflorescences « Khamej » sont réalisés deux fois par an, après la récolte et au début de la sortie des spathes. Des applications d'insecticide « Décis » sont également effectuées quand cela est nécessaire, pour lutter en particulier contre les attaques de cochenille blanche « *Perlatoria blanchardi* », ce parasite s'attaque aux palmes. L'ensemble de ces traitements nécessite 10 JT/ha. L'éclaircissage ou la limitation des régimes opération spécifique aux vergers modernes et pour les variétés « nobles » de type « Mejhoul ». Cette action est effectuée si cela est nécessaire, l'objectif est de maintenir un nombre maximum de 10 régimes par pied, soit un poids total de 80 Kg/pied. (El Haoui Hassan, domaine Borouk, communication orale, 2006). Cette opération nécessite 24,6 JT/ha (Densité de 156 arbres/ha). L'ensachage est spécifique pour les vergers modernes. Cette opération est réalisée avant la récolte, cela consiste à couvrir avec des sacs perforés par de petites mailles les régimes de dattes, pour les protéger contre les insectes et les moineaux. Cette opération nécessite 24,6 JT/ha et une densité de 156 arbres/ha. Le tuteurage des régimes de dattes commun aux deux types de vergers consiste à mettre des supports aux régimes trop lourds afin d'éviter la casse de ceux-ci sous leurs poids ou à cause du vent. Cette opération nécessite 7 JT/ha. La récolte débute trois à quatre ans après la plantation. La récolte d'un palmier en production à lieu suivant la variété, de fin Août à Octobre. Cette opération se fait à la main selon deux techniques: i. Le 'grapillage', cette technique consiste à cueillir les dattes à l'état frais au fur et à mesure de leur

maturité. L'opération est réalisée sur la zone d'étude uniquement pour les variétés de « Mejhoul » oubien ii. la récolte totale, c'est la technique la plus pratiquée dans la palmeraie traditionnelle. Le régime est coupé à la base de la hampe fructifère. Le 'grapillage' nécessite 12 JT/ha alors que la récolte totale qui fait appel aux femmes chargées de ramasser les régimes et les fruits tombés demande 21 JT/ha. La récolte est combinée au transport des dattes, qui est réalisé par des hommes à dos d'animaux (ânes ou mulets) et demande environ 12 JT/ha de palmier dattier. Le travail de triage est très souvent réalisé par les femmes (10 JT/ha ou pour une tonne de dattes.

### 3.3. Les pratiques d'irrigation

Les méthodes d'irrigation pratiquées dépendent du mode déployé (gravitaire, localisé). Les agriculteurs irriguant en localisé vont réaliser des cuvettes autour des arbres, les agriculteurs irriguant par gravité vont surtout employer la méthode d'irrigation par planche ou billon (Tableau 4). La méthode dépend aussi du débit de l'eau et donc de l'origine de l'eau d'irrigation, pour les eaux des lâchers du barrage et des crues ayant des débits importants, l'irrigation va se faire par bassin, l'objectif étant de stocker un maximum d'eau gratuite dans la parcelle. Avec des débits plus faibles, l'agriculteur utilise des méthodes qui économisent l'eau, (planche, billon). La méthode dépend aussi du type de culture. Pour les cultures maraîchères, ce sont surtout les méthodes du billon ou de la planche qui vont être développées. Pour la luzerne et les céréales, c'est la méthode du bassin qui est utilisée, mais si l'eau vient du puits privé ou de la station de pompage collective, les hauteurs d'eau se situent entre 6 et 10 cm (entretien avec agriculteurs, 2006).

**Tableau 4. Les méthodes d'irrigation pratiquées**

<b>Modes d'irrigations</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénient</b>
Cuvette	Economie d'eau Limite la progression du « Bayoud »	Exigence en MO pour la réalisation des cuvettes N'est utilisé qu'en monoculture
Bassin	Préparation simple du sol Lessivage important des sels du sol en profondeur Alimenter la nappe phréatique	Inadapté pour certaines cultures (si hauteur d'eau trop importante) Nécessité des débits très importants Tendance à tasser le sol
Planche	Adapté pour les systèmes à plusieurs étages de végétation Nivellement facile Utilisation possible de faibles débits	Exigence en MO: Présence continue de l'irrigant Inadapté aux gros débits
Billons	Arrosage facilité Bon ameublissement du sol Adapté pour les plants qui craignent la submersion (plan situé en haut du billon)	Difficile à mettre en œuvre dans sol légers (écrasements des billons) Exigence en MO. Risque de brûlure des plants en sols salés à cause des remontées salines importantes

Les doses d'irrigation annuelles varient de 2256 mm (groupe A, extension) à 150 mm (groupe F, zone de Rissani, la plus en aval de la palmeraie traditionnelle). Ces doses d'irrigation varient suivant l'origine de l'eau (sources, crues, pompage...) et la saison (Tableau 5). On note des pics

d'irrigation importants durant les mois d'octobre et d'avril pour presque la totalité des groupes, cela est lié aux crues automnales ou printanières. Pour chaque groupe, excepté F, l'irrigation croît à partir du mois de janvier, pour atteindre un pic au printemps et en été et décroît progressivement vers les derniers mois d'automne. Pour certains groupes les irrigations ne sont pas présentes durant les mois de décembre. La dose varie aussi avec l'évapotranspiration, elle est plus forte en été, les besoins en eau sont donc plus forts. Les apports dépendent aussi du type de cultures sous-jacentes, la luzerne n'est presque pas irriguée durant les mois de l'hiver. On observe une grande hétérogénéité entre certains groupes, notamment le groupe B et F. Le groupe B pratique des irrigations mensuelles très élevées, durant les mois les plus chauds, les irrigations ont lieu tous les jours, les mois les plus froids hivers et fin de l'automne les cultures sont irriguées en moyenne tous les trois jours. Il est à noter que ce groupe dispose d'un système d'irrigation localisée, disposant de goutteurs de faibles débits, 2l/h. Le groupe F, est celui qui dispose de moins d'irrigation par an, il se situe dans la zone la plus en aval et n'a accès qu'au lâcher du barrage et au crue qui ont lieu dans cette zone une fois par an, pour chaque type de ressources hydriques. Globalement, le nombre d'irrigation augmente progressivement à partir de janvier pour atteindre un pic durant le mois le plus chaud et décroît progressivement vers les mois les plus froids. Les cultures pratiquées dépendent dans un premier temps de l'origine de l'eau (quantité mobilisable et qualité), ces cultures ont des besoins variables, les cultures maraîchères sont les plus demandeuses en eau

**Tableau 5. Doses et fréquences des irrigations**

Groupe	A	B	C	D	E	F	G	H
Type d'irrigation	Localisée		Gravitaire					
Irrigation totale en mm/an	2256	1660	1310	1726	2120	150	1787	2000
Nombre d'irrigation	50	262	38	46	23	2	31	21
Pluie mm/an	104	23	23	23	64	23	63	104
ETM mm/an	1970	1626	2463	2562	2455	271	2342	1639
bilan hydrique mm/an	390	58	-1130	-812	-271	-97	-491	464
Origine de l'eau	FO	Kh	Kh+P	FO	S	C+Br	P+EU	S
Cultures associées	-	M	M,L,B	L	F,L,B	-	LBO	L et B

M : Maraîchage, L : Luzerne, B : Blé, F : Arbres Fruitières, O : Olivier, FO : Forage, Kh : Khettara, P : Pompe, S : Source, C : Crue, EU : Eaux usées

Le bilan hydrique annuel brut mesuré est globalement non satisfaisant pour la majorité des groupes étudiés. Néanmoins, les groupes les moins déficitaires en eau sont ceux situés dans la partie nord et sur les zones d'extension (groupe A). Ceux-ci bénéficient de précipitations moyennes annuelles plus importantes que les groupes situés dans la partie sud, ils disposent de station d'irrigation « moderne », pouvant apporter les volumes hydriques les plus proches du besoin en eau des plantes (groupe A), les autres disposent d'eaux pérennes (Khettaras, sources), disponibles en quantité plus ou moins importante toute l'année.

### 3.4. Résultats économiques

Le revenu à l'hectare des palmeraies modernes représente 12 fois celui de la moyenne des groupes situés dans les palmeraies traditionnelles. L'importance de cet écart est dû en premier lieu au fait que les dattes produites dans les plantations modernes sont des variétés nobles de type « Mejhoul ») et se vendent très chères. La densité de palmier dattier par hectare est plus

importante que dans la palmeraie traditionnelle (156 arbres/ha contre une moyenne de 77 arbres/ha). De plus, les rendements sont aussi plus importants (35 kg/arbre dans la palmeraie d'extension, contre 20 Kg/arbre). Dans la palmeraie traditionnelle, la faiblesse de la productivité de la terre des groupes F, G et H est due à la faiblesse de la densité du palmier dattier (20 pieds par hectare en moyenne). De plus, les faibles ressources hydriques dans ces zones permettent difficilement d'entreprendre des cultures sous jacentes au palmier. Ainsi pour le groupe G, c'est la faible densité du palmier dattier (50 arbres/ha) et les coûts élevés d'irrigation qui sont responsables de cette faible productivité, les cultures produites ne permettent pas de rentabiliser les coûts d'irrigation qui s'élèvent à 6 568 Dh/ha/an. Pour le groupe H, c'est aussi la faible densité du palmier dattier qui est responsable de cette faible productivité de la terre, mais aussi les cultures sous-jacentes produites qui dégagent de faibles marges à l'hectare. A l'intérieur des groupes qui composent les palmeraies traditionnelles, on peut distinguer deux ensembles: le premier obtient un revenu compris entre 30 000 et 45000 dh/ha et le second réalise un revenu inférieur à 10000 dh/ha. La supériorité du premier ensemble s'explique par l'importance de la densité de palmiers dattiers et par l'existence sur la même parcelle de plusieurs cultures. Le palmier dattier est la culture qui rapporte le plus selon l'importance de la densité plantée. Ces résultats économiques s'expliquent également par le niveau d'intensification. Les plantations modernes sont très intensives en terme d'utilisation d'intrants contrairement aux pratiques des agriculteurs dans les oasis traditionnelles.

**Tableau 6. Récapitulatif des résultats économiques par groupe d'exploitation (palmier dattier et cultures sous-jacentes en dh/ha)**

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Palmier dattier	273 000	32 110	14 000	47 320	8 400	47 320	2 800	7 000	1 400
Maraîchage	-	28 843	28 843	-	-	-	-	-	-
Luzerne	-	-	-	3 800	-	3 800	-	3800	1 900
Céréale	-	-	7 875	-	7 875	-	-	7 875	3918
Olivier	-	-	-	-	-	-	-	4 800	-
Fruitiier	-	-	-	-	23 180	-	-	-	-
Produit Total	273 000	60 953	50 718	51 120	39 455	51 120	2 800	23 475	7 218
Charges des cultures	6141	10 189	12 500	11 190	6 670	11 190	1 108	7 093	5 584
Frais d'irrigation	33 628	6 740	6 800	7873,7	920	5 273,7	80	6568,2	840
Charges totales	39 769	16 929	19 300	19 063,7	7 590	16 463,7	1 188	13 661,2	6 424
Revenu agricole (RA)	233 231	44 024	31 418	32 056,3	31 865	34 656,3	1 612	9 813,8	794
RA/journée de travail (RA/Nj)	598,8	146,3	80,5	74,7	181,5	80	53,7	37,5	6,1
RA/m <sup>3</sup> d'eau	6,9	2,6	4,6	4,07	34,6	6,6	20,1	1,5	1

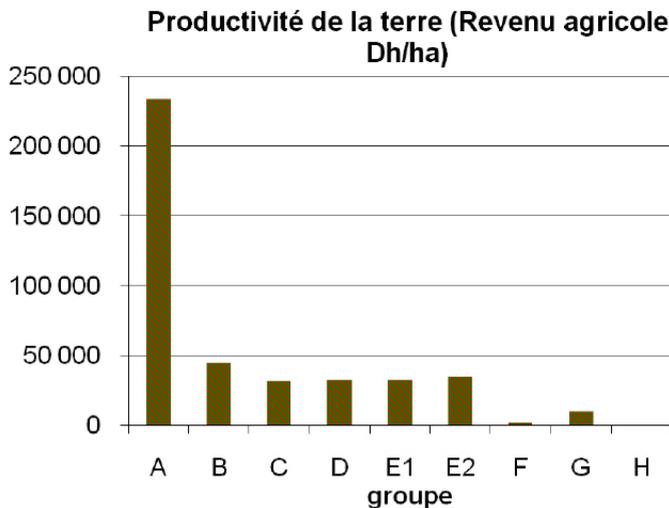
Ces derniers considèrent que les fertilisants apportés aux cultures basses bénéficient aussi aux palmiers dattiers. Les différences observées dans les résultats économiques proviennent également de l'importance de la densité du palmier dattier qui varie de 10 à 156 arbres par hectare, mais aussi de la qualité des dattes produites et donc de leur prix de vente. A l'intérieur des palmeraies traditionnelles, ces différences sont dues à la nature des cultures sous-jacentes au palmier dattier. Les plus rémunératrices sont les cultures maraîchères suivies de l'arboriculture

fruitière. Les coûts d'irrigation constituent les charges les plus importantes dans les charges totales. Ils sont très variables d'un groupe à un autre. Ils dépendent principalement de l'origine de l'eau, des volumes dérivés et des modes d'irrigation (gravitaire ou localisé). Ils s'élèvent à 33 628 Dh par ha dans les plantations modernes contre 80 à 7873,7 dans les palmeraies traditionnelles. Les agriculteurs possédant leur propre matériel de pompage ont des charges environ deux fois plus élevées que celles des autres intrants (engrais et autres).

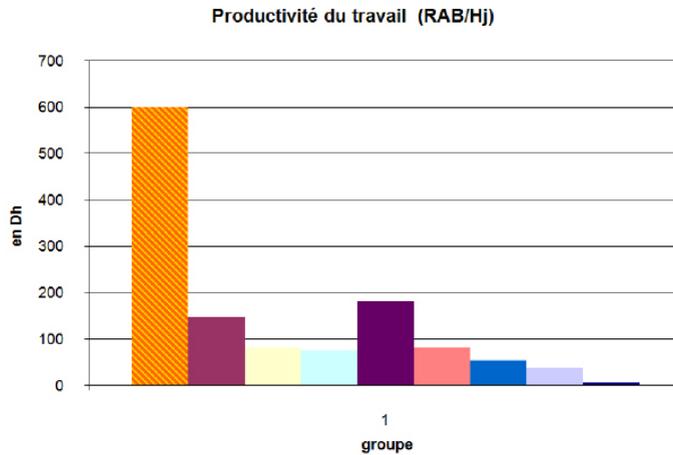
**Tableau 7. Nombre de journées de travail par ha**

	Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E1	Groupe E2	Groupe F	Groupe G	Groupe H
Conduite des cultures	113	216	244	360	152,5	360	28	175	108
Irrigation	276,5	85	146	69	23	73	2	100	21
Total	389,5	301	390	429	175,5	433	30	275	129

L'observation du tableau ci-dessus montre à la fois l'importance de l'effort exigé par les cultures dans tous les groupes d'exploitation ainsi qu'une forte hétérogénéité des besoins en travail des différents groupes. Dans les palmeraies d'extension, les temps de travaux pour l'irrigation sont très élevés (près de 280 journées de travail par ha) et représentent 70% de la totalité des besoins en main d'œuvre, cela est lié au temps de contrôle et d'entretien de la station de pompage et des goutteurs. Dans la palmeraie traditionnelle, les temps de travaux nécessaires à l'irrigation oscillent entre 6,6 et 37 % des besoins totaux en main d'œuvre, ces différences sont liées principalement aux débits des eaux d'irrigation. Plus le débit est faible et plus le temps d'irrigation est élevé. Les eaux de source ont un débit plus élevé que celui des puits ou des forages. Pour la conduite des cultures, on remarque que les groupes C, D, G et E2 sont les plus demandeurs en main d'œuvre, tous cultivent de la luzerne qui demande un fort besoin en main d'œuvre pour les coupes.



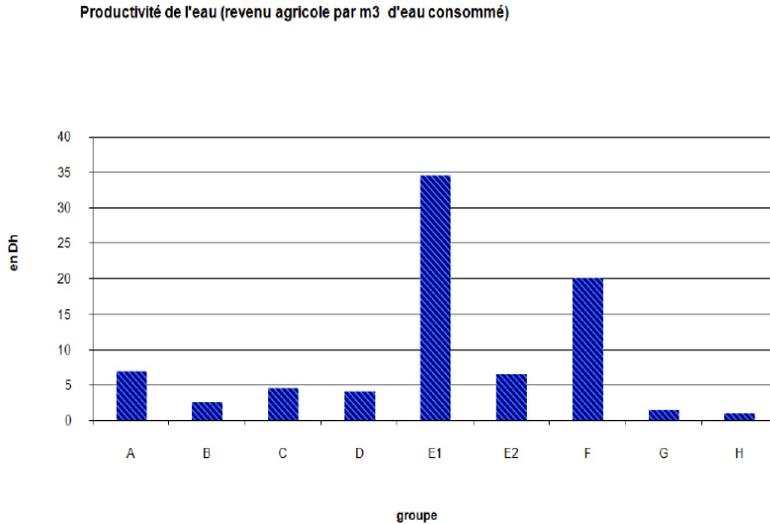
**Figure 1. Revenu Agricole (Dh/ha)**



**Figure 2. revenu agricole par journée de travail**

Pour la productivité du travail, l'équilibre de l'histogramme reste approximativement le même. La plus grande productivité du travail est obtenue par le groupe A. Même si les charges en main d'œuvre sont importantes, en particulier pour l'irrigation, la valeur produite permet d'atténuer ces charges. Les groupes H et G, ont une productivité du travail presque nulle, cela est dû à l'emploi d'une main d'œuvre importante et pour de faibles revenus/ha. Les groupes C, D, E2 et F ont une productivité du travail qui oscille entre 80,5 et 53,7 Dh/an. Le groupe F, même s'il a une faible production brute, les charges liées à la main d'œuvre sont quasiment nuls. Les groupes. Les groupes B et E1 ont une productivité un peu plus importante que tous les autres groupes, cela est lié d'une part à leur système de culture qui est intensif et d'autre part au débit des eaux d'irrigation, ils bénéficient des eaux de la source leur apportant en peu de temps des volumes plus importants que pour les autres groupes. Les autres groupes ayant des débits moins grands, passent plus de temps à irriguer leurs parcelles et ont donc des charges de main d'œuvre plus importantes. La productivité du travail dépend d'une part des cultures produites et donc du temps de travail passé sur les cultures et d'autre part de l'origine de l'eau et donc du nombre d'irrigation par an et du débit de l'eau.

En terme de valorisation du mètre cube d'eau, ce sont les palmeraies traditionnelles qui sont les plus performantes. La productivité de l'eau la plus élevée s'observe dans le groupe E ( 34,6 dh dans le groupe E1 et 6,6 dh dans le groupe E2) et dont l'eau d'irrigation provient essentiellement de la source. Les coûts d'irrigation sont quasiment nuls, parce que les agriculteurs de ce groupe disposent de droits d'eau souvent hérités et que les frais d'entretien ne représentent pas une dépense importante sur l'année



**Figure 3. Productivité de l'eau (revenu agricole en DH/m<sup>3</sup> d'eau consommée)**

Le groupe F qui suit a une productivité à l'hectare très faible (1600dh/ha contre 32000 à 34000 pour le groupe E), mais l'eau d'irrigation mobilisée sur l'année est très faible et est gratuite (eau du barrage et crues). Les autres palmeraies traditionnelles les plus efficaces en terme de valorisation de l'eau d'irrigation sont composées des groupes B, C (productivité moyenne de l'eau de 3,6 Dh/m<sup>3</sup>), qui bénéficient des eaux des khattara et dont les charges d'irrigation sont très faibles. De plus, la qualité de l'eau y est moins saline que pour l'ensemble des autres groupes leur permet de développer des cultures maraîchères plus rémunératrices que les céréales ou la luzerne. Les palmeraies traditionnelles des groupes D et E2 ont également une bonne productivité moyenne de l'eau (5,3 Dh/m<sup>3</sup>) parce qu'elles disposent de systèmes de culture à deux strates et de bonnes variétés de palmier dattier (30 % des variétés sont des Boufeggous). Par contre, les groupes G et H ont une productivité de l'eau très faible du fait que leur système de culture est basé sur la céréaliculture associée à des palmiers qui donnent des dattes de mauvaise qualité.

## Conclusion

Deux grands types de palmeraies se distinguent: une minorité conduite en irrigation localisées, qui dégage des revenus/ha élevés et qui consomme le moins d'eau/ha grâce à l'utilisation des variétés Majhoul et des technologies d'irrigation localisées modernes. Une grande majorité conduite en irrigation gravitaire, dont la consommation en eau enregistre une grande variabilité et des revenus modestes qui ne présentent qu'environ 15% des revenus/ha de l'irrigation localisée (35.000 au lieu de 250.000 Dh/ha). Cependant, les systèmes traditionnels oasiens les mieux dotés en eau (Khattara et source) valorisent le mieux le m<sup>3</sup> d'eau d'irrigation (40 pour les traditionnels au lieu de 15 DH/m<sup>3</sup> pour l'irrigation localisée).

On observe aussi un gradient de végétation en allant des oasis du nord vers celles du sud. Le nord est, d'une manière générale, plus intensifié que le sud. La pluviométrie y est plus élevée et les ressources hydriques sont globalement plus abondantes et de meilleures qualités. Dans la partie sud, les oasis sont très dégradées, les palmiers qui restent produisent de maigres rendements, les cultures basses ne peuvent plus être produites du fait de la disparition progressive de cet arbre du désert.

Les conditions de sécheresse récurrentes des dernières décennies ont considérablement baissé la nappe phréatique et augmenter la salinité des eaux de pompage. Ce phénomène a fortement dégradé la palmeraie traditionnelle et le phénomène de désertification semble s'accroître en direction des zones les plus au nord, cette situation devient aujourd'hui problématique.

Les populations rurales habitant l'oasis ont pourtant toujours su s'adapter à ces années de sécheresse, en produisant des plantes adaptées au milieu et en mettant en œuvre des pratiques d'irrigation économes en eau. Pour pallier aux maigres revenus de l'agriculture que cela engendre, ils ont toujours trouvé une alternative en développant d'autres activités, où en migrant ponctuellement vers d'autres zones plus fertiles, aujourd'hui cela ne suffit plus à maintenir les populations en place et à freiner la désertification. Dans les zones les plus dégradées, le tourisme remplace progressivement l'agriculture et parfois au détriment de l'oasis.

Des systèmes d'irrigation économes en eau existent mais ceux-ci sont peu adaptés aux palmeraies traditionnelles. Des variétés de palmiers dattiers de bonnes qualités et résistantes à la maladie du bayoud ainsi que des cultures alternatives dont les besoins en eau sont faibles peuvent aussi être implantées à condition que celles-ci s'intègrent bien dans l'organisation socio-économiques actuelle des populations rurales.

Des systèmes traditionnels, telles que les khetaras permettent une eau de bonne qualité (moins saline), ces systèmes qui ont été très performants s'effondrent et se dessèchent petit à petit en réduisant les quantités d'eau mobilisables. Ces systèmes ne peuvent être réhabilités et entretenus aujourd'hui que grâce à une aide extérieure et à une nouvelle gestion.

Des pistes de réflexion semblent possibles pour solutionner une partie du déficit hydrique. Celles-ci doivent rester à la portée des populations rurales, et doivent être concertées entre les acteurs concernés. Des études sont encore nécessaires afin de déterminer rapidement quels sont les choix possibles qui permettent de freiner la destruction de l'oasis.

La grande question qui se pose aujourd'hui est celle de la durabilité de ces systèmes qui est liée à la gestion de la ressource en eau et à la façon dont on envisage de relever les autres défis: le Bayoud, l'ensablement, la salinisation des sols.

## Bibliographie

Andriamainty J.M., Djeddou, R., Merzoug, S. N. et Van Tinh, N. (2002), Analyse des systèmes de production oasiens et des stratégies dans la province d'Errachidia au Maroc. ICRA/INRA, 152 p

Belarbi A., Boayad A., Diaou M., Kaassis N., Tidjani Miliki M. 2004. Agrobiodiversité et durabilité des systèmes de production oasiens dans la palmeraie d'Aoufouss, Errachidia-Maroc, ICRA, INRA, Maroc, 167 p

Doorenbos J. et W.O. Pruitt. 1976. Les besoins en eaux des cultures, bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°24, Rome, 197 p.

Doorenbos J. et A.H Kassam. 1987. Réponse des rendements à l'eau, bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°33, Rome, 235 p.

FAO. 2001. Crop evapotranspiration, guideline for computing crop water requirements, bulletin FAO N°56, Rome, 280 p

Hamidi M. H. 2005. Dynamiques agraires et perspectives d'actions de développement rural des bassins versants des oasis de Tafilalet, province d'Errachidia, Maroc, mémoire d'Ingénieur des techniques agricoles de Clermont Ferrand, 116 p.

INRA, 2005. Recueil des communications des cadres de l'ORMVA du Tafilalet, Symposium international sur le développement agricole durable des systèmes oasiens, 07-10 mars 2005, Erfoud, Maroc, 113

Landais E. et Deffontaines J.P. 1988. Les pratiques des agriculteurs: point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. E.R., janv.-mars 1988, 109, pp. 169-188.

- Margat J. 1962. Mémoire explicatif de la carte hydrogéologique au 1/50 000 de la plaine du Tafilalet, édition du service géologique du Maroc, Rabat, 275 p.
- Mbarga S. et Vidal H. 2005. Ajustement entre les systèmes irrigués et des systèmes de cultures diversifiés, fonctionnement de deux oasis du Tafilalet – Maroc, mémoire de fin d'étude CNEARC de Montpellier, 160 p.
- Mirkou Y. et Ouliac B. 2003. Diagnostic agraire comparé de deux qsour oasiens voisins, cas de R'bit et Zrigat dans la moyenne vallée du Ziz, Tafilalet, Maroc, mémoire ESAT1, CNEARC. 118 p
- Munier P. 1973. Le palmier dattier, Techniques agricoles et productions tropicales, édition Maisonneuve & Larose, Paris, 217 p ORMVA/TF. Monographies des Centre de Mise en Valeur de l'ORMVA/TF, des zones d'étude.
- Riou Ch. 1990. Bioclimatologie des oasis. Option Méditerranéennes, série A/N°11, 1990- Les systèmes agricoles oasiens, p: 207- 213
- Ruhard J.P. 1977. Le bassin quaternaire du Tafilalet, ressources en eau du Maroc, tome 3, domaine atlasique et sub-atlasique, Ed. du service géologique du Maroc. 415 p.
- DAT. 2002. Stratégie d'aménagement et de développement des oasis au Maroc, Rapport de première, deuxième et troisième phase.
- Sebillotte M.1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In Les systèmes de culture, Combe L., et Picard D., Ed. Paris, INRA, pp. 165-196.
- Sedra M. H. 2003. Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, Techniques phœnicoles et création d'oasis, Edition INRA, 270 p.
- Smith M. 1992. CROPWAT, un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation, Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N°46, Rome, 131 p.