



Interaction between Migration,
Land & Water Management and Resource
Exploitation in the Oases of the Maghreb

Cadre général physique des oasis Tunsiens de Mareth et Fatnassa

Mohamed Moussa¹
Matthias Boer²
Yolanda Cantón²
Albert Solé-Benet²

¹IRA, Médénine (Tunisia)

²EEZA-CSIC, Almería (Spain)

IMAROM Working Paper Series no. 7
February 2000

Institut des Régions Arides (Médénine), Tunisia
Institut des Régions Arides
Route de Djorf km22 EL FJE
Médénine
4119 Tunisia

Estación Experimental de Zonas Aridas (Almería , Spain)
C/. General Segura 1
04001 - Almeria
Spain

IMAROM is a research project
funded by the EC (DG XII)
INCO-DC programme 1994-1998
contract number IC18-CT97-0134
<http://www.frw.uva.nl/IMAROM>
E-mail: imarom@frw.uva.nl

IMAROM project coordinator
AGIDS
University of Amsterdam
Nieuwe Prinsengracht 130
1018 VZ Amsterdam, The Netherlands
Tel. + 31 20 5254063 Fax 5254051

1.- Introduction

Malgré leur faible superficie, les oasis tunisiennes occupent une place non négligeable dans l'économie du pays. Depuis une longue période, elles n'ont cessé d'être l'objet de diverses interventions de modernisation.

Les plus importantes ont été entreprises depuis les trois dernières décennies, durant lesquelles presque toutes ces oasis ont été transformées en chantiers de travaux d'installation de nouveaux ouvrages et forages d'irrigation.

D'importants moyens financiers ont été mobilisés à cette action. Imposé par des considérations économiques et sociales, ce pari sur la modernisation de l'agriculture oasisienne a permis des acquis incontestables (importante extension des oasis, accroissement élevé de la production agricole et des exportations de dattes). Malheureusement, des défis majeurs risquent d'hypothéquer l'avenir de cette agriculture et de mettre en cause ces acquis. Parmi ces défis, la salinisation des sols et la disponibilité d'eau de bonne qualité.

Le projet IMAROM a choisi deux régions d'étude, Mareth et Nefzaoua (oasis de Fatnassa) (Fig. 1). Etant donné la nature, l'espace occupé par ces régions et la durée du projet, une étude du milieu physique basée exclusivement sur des relevés de terrain ne serait pas adéquate. Par contre, on propose de réduire au maximum les observations de terrain à travers l'utilisation optimale des données distribuées spatialement, tels que les cartes topographiques, géologiques, les photos aériennes et les images satellite.

Pour cela, il s'est avéré nécessaire d'établir un cadre général du milieu physique afin de donner des éléments d'interprétation pour la dynamique socio-économique des oasis. Trois approches ont été préconisées:

a.- une recherche et un synthèse bibliographique, incluant les documents cartographiques disponibles (cartes topographiques, géologiques, d'aménagement, plans parcellaires, ...).

b.- un inventaire de la distribution d'unités du paysage à l'échelle régionale pour avoir le maximum d'information sur les relations entre les oasis et leurs milieux environnants, en particulier pour connaître les facteurs qui déterminent les disponibilités en eau, identifier les terres et les sols les plus favorables de ces régions. Cette approche se base essentiellement sur une analyse spatiale de cartes digitalisés, d'images satellite et de photographies aériennes de différentes années. Ceci devrait donner des renseignements sur l'historique de l'utilisation des terres et le statut des ressources naturelles à échelle régionale.

c.- des visites de terrain, pour l'identification des principales unités du paysage et la relevée des données ponctuelles concernant les sols, les eaux et la végétation.

2.- Méthodes

La première approche est développée suivant les méthodes classiques de consultation bibliographique, de recherche aux banques de données notamment *Agricola*, *Geobase*, *Chemical Abstracts*, *ASAE Database*, et la recherche sur le réseau *internet*.

Pour la deuxième, des visites de terrain ont été programmées, au cours desquelles les principales unités du paysage ont été repérées, décrites et géoréférencées. Des observations ponctuelles des ressources en eaux et en sols ont été faites: elles ont touché surtout des mesures de la conductivité électrique et du pH des eaux d'irrigation et de drainage, ainsi que la description de profils de sols creusés dans les extrémités de gradients topographiques.

La troisième approche comporte trois phases:

a.- assemblage d'information spatialement distribuée sur l'environnement et construction d'un SIG (Système d'Information Géographique). Ce SIG est constitué d'un MDE (Modèle Digital d'Elévations) d'une carte topographique digitalisée, d'attributs du terrain dérivés du MDE et d'images satellite (LANDSAT), datant de 1985 et 1996. Les attributs dérivés du MDE sont de deux types: *primaires* (élévation ELE, pente SLO, orientation ASP, courbature en direction de la pente PROF, courbature perpendiculaire à la pente PLAN, surface drainée par pixel ARE) et *secondaires* (indice topographique W, indice de transport potentiel de sédiments LSF, distance au lignes naturelles de drainage DIST).

Les travaux de cette phase ont concerné l'échelle régionale (1/50 000) aussi bien que l'échelle oasis (plans parcellaires au 1/2 000).

b.- régionalisation physiographique à partir du rassemblement par taxonomie numérique des couches des attributs topographiques suivants : SLO, ASP, PROF, PLAN, ARE, W et LSF. Cette procédure de classification s'est avéré utile pour faire ressortir les unités physiographiques conventionnelles (plateaux, ravinements, piedmonts et autres sections des versants, etc.) ce qui permet de constituer une base solide pour la distribution des propriétés des sols.

c.- analyse et classification des types de couverture à partir des images satellites de 1985 et de 1996, en suivant des procédés standards de classification supervisée des images (Campbell, 1996); à partir de celles-ci, comparaison de types de terrain à deux périodes différentes, ce qui permet de constater les changements de l'occupation des terres et l'état de la surface du sol.

L'analyse de la structure spatiale de ces changements associée avec la distribution des unités physiographiques et de l'infrastructures (routes, zones urbaines, ...), devrait permettre l'identification des moteurs de ces changements, d'une valeur inestimable pour la prédiction des changements futurs.

3.- Résultats

Dans ce que suit, on présente un cadre physique général des oasis de Mareth et de Fatnassa, malgré que pour ce dernier on ne dispose pas de données spécifiques mais globales pour toute la région de Nefzaoua (Gouvernerat de Kébili).

3.1.- Région de Mareth (oasis de Mareth)

La région de Mareth s'étend au SW du golfe de Gabès, entre l'oued Zerkine au N, et l'oued Zegzaou au Sud, qui suivent une direction SW-NE à partir de la chaîne de montagnes de Matmata jusqu'à la plaine alluviale de la Jeffara, dans laquelle se trouvent les ville de Mareth et de Zarat (Fig 2).

Tout le long de la côte, dans une frange large de 5 à 10 km environ, s'alignent plusieurs sebkhas qui drainent la plaine côtière. Les oasis étudiés se trouvent juste dans la limite sud de ces sebkhas.

3.1.1.- Climat

La région de Mareth présente une partie littorale où se succèdent une série de sebkhas, une partie semi continentale encore sous influence de la mer et une partie continentale sous influence du Sahara.

Les travaux et les recherches sur la climatologie en Tunisie, ont montré que cette région se situe dans une ambiance climatique agressive. La pluviométrie est irrégulière et intense. La moyenne annuelle est comprise entre 200 et 230 mm, les pluies d'automne sont importantes.

Les averses sont souvent marquées par leur violence, pouvant atteindre 150 mm en 24h, provoquant des crues catastrophiques et une forte érosion.

Les températures sont généralement élevées avec des amplitudes thermiques considérables. Mais la proximité de la mer modère les températures estivales, en effet elles n'excèdent pas à 28°C en moyenne en été, en hivers elles n'excèdent pas les 13°C.

Les vents actifs sont dominants avec des vents de sable et du sirocco. La direction principale est Est et NE, avec une vitesse maximale durant la période Janvier - Avril.

L'ETP reporté à *Ain Zerig* (entre Matmata et Gabes) est de 1400 à 1500 mm par an (Pontanier, 1967).

3.1.2.- Géomorphologie

Sur le plan géomorphologique, la zone fait partie de la plaine côtière de la Jeffara, caractérisée par :

- un paysage de petites collines encroûtées, fortement disséquées par le réseau hydrographique, dont la plus importante est celle de Bou Rouina (Mareth, 1/50 000), qui culmine à 54 m;
- une croûte gypseuse polygonée qui recouvre les argiles gypseuses géologiques du miopliocène;
- un sable limoneux, moyennement calcaire, qui donne un aspect uniforme à la région, il s'agit d'alluvions;
- une croûte gypseuse au Sud Est, avec des endroits couverts parfois par des sables limoneux, l'oued *Zigzaou* marque la limite de cette zone;
- une pente orientée, généralement dans le sens Sud Ouest en direction de la mer.

3.1.3.- Principaux caractères des sols

caractéristiques physiques

- *Texture*

Nous rencontrons principalement trois types de texture:

- sablo-limoneuse avec 60 à 80 % de sables fins, pratiquement pas de sables grossiers, le reste est constitué de limons, sables très fins et d'argile;
- Limono-sableuse : les sables fins, entre 60 et 40 % laissent une place beaucoup plus importante aux limons;
- Texture équilibrée: le pourcentage d'argile augmente au déterimant des limons et du sable fin, (argile > 15 %). C'est une texture assez fréquente et très intéressante sur le plan pédologique.

Ces différentes textures se rencontrent à des profondeurs variables, mais le plus souvent on a l'horizon sablo-limoneux ou limono-sableux en surface, un horizon à texture équilibrée en profondeur, cet ordre peut parfois s'inverser.

- *Structure*

Dans ces sols à texture sablo-limoneuse à limono-sableuse, la structure est mal développée. On peut parfois parler d'une structure polyédrique fine émoussée peu cohérente. Dans la majorité des cas, elle est particulière, il faut cependant noter que les horizons à texture équilibrée, ont une structure mieux définie en général polyédrique fine à moyennement cohérente.

Par contre, la battance est un phénomène général, les irrigations fréquentes glacent la surface du sol d'autant mieux que la texture est légère. Les limons et sables fins, étant assez calcaires, sont à l'origine de la dureté de la croûte de battance.

- *Perméabilité*

La perméabilité est très bonne dans les horizons à texture fine en raison d'une macroporosité assez importante; elle devient pratiquement nulle lorsqu'on est en présence d'un encroûtement ou d'une croûte gypseuse. Cependant, notons que les sols présentent en raison de leur profondeur et de leur texture une bonne porosité d'ensemble (sauf dans la partie NE de l'oasis Mareth-2, caractérisée par une forte hydromorphie).

caractéristiques chimiques

- *Matière organique*

La matière organique est très faible, inférieure à 1%. Dans les sols des oasis on observe parfois un horizon anthropique de 30 à 40 cm pouvant présenter des teneurs en MO voisines de 2 %.

- *Calcaire*

Dans la plupart des cas, le taux de calcaire total varie entre 4 et 20 %, mais nous avons des teneurs de 28 % dans certains horizons surtout quand la texture est plus lourde.

Pour les horizons dont la teneur dépasse 20 % de calcaire total, la teneur en calcaire actif est de l'ordre de 8 % environ.

- *Gypse*

Les sols de Mareth sont non ou très peu gypseux. Les sables gypseux sont localisés au NW de la zone en bordure de la route GP1 où ils ont une teneur de 20 à 30 % de gypse; ailleurs, on rencontre très peu de gypse (0,5 %).

- *pH*

Le pH de ces sols est élevé et reste toujours compris entre 8,3 et 8,9.

- *Salinité*

Si elle est faible dans la plupart des zones des oasis de Mareth, elle se manifeste dans les parcelles mal drainées, où la nappe est près de la surface. La salure dépend essentiellement des facteurs suivants :

- mode de culture et travail du sol : les parcelles non ou peu travaillées sont souvent salées en surface ;
- eau d'irrigation : avec des eaux ayant un résidu sec de 2,6 g/l en moyenne ; on a, lors des irrigations, un apport continu de sel, mais l'irrigation a, aussi, une action favorable de lessivage ;
- texture : d'une façon générale les horizons, à texture lourde, ont tendance à se saler d'avantage ;
- drainage et nappe phréatique : la nappe est la cause principale de la salinité. Abaisser la nappe est, en effet, une des conditions essentielles pour dessaler un sol. De même, un drainage efficace évite la concentration des solutions sur place donc il défavorise la précipitation des sels.

3.1.4.- Hydrologie

L'oued El Guemir, long de 2 km, joue un rôle important dans le drainage de Mareth-1, et la « cuvette » *Garaat El Hadjel*, située au NE de Sedria, dans les phénomènes d'hydromorphie de Mareth-2

Les nappes de Gabès - Jorf font partie du système hydrogéologique multicouches de la Jeffara maritime; elles se décomposent en deux types, les nappes superficielles et les nappes profondes:

Les nappes superficielles

La nappe phréatique de Gabès Sud est captée dans les dépôts alluvionnaires (cônes de déjection et terrasse alluviales) des oueds El ferd, Zerkine, Segui, Mareth, Zigzaou). Ces ressources sont évaluées à 300 l/s et se répartissent comme suit :

- zone de Mareth : 88 l/s
- zone de Kettana : 43 l/s
- les autres zones : 199 l/s

Cette nappe est exploitée depuis fort longtemps. L'exploitation a atteint 6,6 Mm³, soit 70 % environ des ressources qui sont de l'ordre de 9,4 Mm³ (schéma directeur d'aménagement de la zone sensible Gabès- El Jorf,1998)

Les nappes profondes

On trouve principalement deux nappes: celles de Gabès-sud et celle de Zeuss-Koutine:

- nappes de Gabès sud : elles gisent dans deux niveaux, le premier est au niveau des secteurs Mareth-Arram, se trouvant à une profondeur de 300 m, le second plus étendu, se caractérisant par une forte épaisseur de l'ordre de 100 à 150 m. La salinité de ces nappes est estimée de 2 à 2,7 g/L et les ressources sont évaluées à 950 L/s.
- nappe de Zeuss-Koutine: l'épaisseur de cette nappe atteint parfois 200 m, les ressources sont estimées à 350 L/s et le résidu sec varie de 2 à 2,7 g/L à l'amont et passe à 5 g/L du côté aval autour de Sebkhath Mejessar.

3.1.5.- Végétation

L'inventaire général et la description de la flore de la Tunisie méridionale ont décelé dans la zone comprise entre Gabès et El Jorf deux types de couvertures:

- une végétation halophile de type azonal dont la concentration, la diversification et l'abondance sont essentiellement dépendantes des conditions hydro-géomorphologiques;
- une végétation caractéristique des milieux à hivers tempérés et doux, occupe les collines et les plateaux littoraux.

Deux types de couvertures sont distingués :

a) celle qui comprend les salicornes (*s. Arabica, Fruticosa, perennis et radicaux*), *Atriplex postulacoïdes*, *Halocnemum strabilacum*, *Limoniastrum gyuanianum*. A côté de ces derniers on peut trouver des plantes peu adaptées au milieu salin comme le *Tamarix* et le *Juncus*. L'existence de ces espèces est souvent liée à des résurgences d'eau douce et à certains cours d'eau (oued El Ferd). Les salicornes, le *Halocnemum*, l'*Atriplex*, et le *Limoniastrum* occupent les sebkhas. Du côté continent apparaissent d'autres espèces comme *Reatam reatem*, *artémisia compestrus*, *Rhanthérium s.*, *Nitraria retusa*, *Asphodelus Refractus* et *Stipa tenacissima*. Dans les plaines alluviales et les zones d'épandage se développe une association gypsohalophile formée de *Ziziphus lotus* et *Nitraria Retusa*, qui occupent les zones d'alluvionnement à texture moyenne et assez riches en gypse; elle domine l'Oued el Ferd et Zarat.

b) Dans les collines et plateaux littoraux, on trouve un champ d'extension des groupements gypsocoles et psamnophiles: à *Zygophyllum Album* et *Anarrhinum Brevifollum*, se présentant sous forme de steppes à chamephytes aux taux de couverture compris entre 15 et 20 %; elles occupaient les fonds de dépressions à Kettana et Mareth.

3.2.- Région de Nefzaoua (oasis de Fatnassa)

Le Nefzaoua est limité vers le N, le NE et l'E par un relief montagneux formé par le Jebel Tébaga et les monts de Matmata qui constituent une barrière isolante de l'influence maritime (la mer est à 120 km). Le Nefzaoua est limité au Nord et à l'Ouest par le chott d'El Jerid, vers le Sud et le SE par Sahara septentrional (Erg oriental) (Fig 3).

3.2.1.- Climat

La région de Nefzaoua est soumise à une influence climatique continentale; froide en hiver et chaude en été.

Quatre principaux facteurs conditionnent le climat:

a.- la température

la température moyenne est de l'ordre de 20,9° C. La saison chaude est représentée par les mois de juin, juillet, août et septembre, avec une température moyenne qui varie de 28 à 32 °C. La saison froide est représentée par les mois de janvier, février et décembre où la température moyenne ne dépasse pas 13,1 °C.

b.- Les vents

La région de Nefzaoua subit l'influence des vents suivants :

- Le vent chaud (sirocco) en été du secteur Ouest
- Le vent froid et sec du secteur Ouest et Nord-Ouest en hiver.
- Les vents de sable du secteur E et NE au printemps, ils sont les plus fréquents et soufflent sur Kébili avec une fréquence de 120j/an; ils sont à l'origine de l'ensablement des points d'eau et des cultures. La vitesse du vent dépasse parfois 110 km/h pendant la période allant de mars à juin (à Ksar Ghilane).

c.- les pluies

La moyenne pluviométrique annuelle est de 89,4 mm ; elle présente la valeur la plus faible du sud tunisien sur une série de mesure de plus que 70 ans (de 1901 à 1976).

d.- l'évaporation et l'évapotranspiration

L'évapotranspiration potentielle annuelle atteint 1158 mm/an à Kébili (intérieur de l'oasis) ; le déficit annuel dépasse 1000 mm/an. L'évaporation est comprise entre 2520 et 2550 mm/an). En dehors des oasis, elle devient plus importante quand la couverture végétale fait défaut; elle atteint 4300 mm à Ksar Ghilane et dépasse parfois 5000 mm/an au Sahara.

3.2.2.- Géomorphologie

Du fait de son extension entre les dunes de grand Erg oriental et les dépressions du chott El Djerid d'un côté et la chaîne de Tébaga et les monts de Matmata de l'autre, le Nefzaoua présente les paysages géomorphologiques les plus caractéristiques de la Tunisie saharienne. On y rencontre ainsi un relief qui évolue en cuesta, en piedmonts et en hammadas.

- les cuestas

les formes monoclinales constituent les cuesta celle de la chaîne de Tébaga qui est formée par une seule corniche au niveau du Jébel Aziza et qui se débouche en allant vers l'ouest pour former une première corniche (476 m) à foug El Argoub et une seconde située plus au nord qui ne fait que 422 m.

- les piémonts

ils se présentent sous la formes des glacis emboîtés et se terminent vers l’aval par les talwegs. Autour du *chott*, ils sont souvent sous forme de buttes disséquées.

- *la hamada*

elle constitue le paysage caractéristique de la région, limitée par la Tébaga au Nord, le Dahar à l’Est, les dunes du grand Erg au Sud et par le Nefzaoua à l’Ouest. Elle est formée de dalles et de blocs très fissurés qui se développent sur les formations sénoniennes.

Le réseau hydrographique descend de la chaîne de Tébaga et des monts de Matmata jusqu’aux dépressions fermées de la région (Garaet ou de chott). Certains Oueds arrivent à rejoindre le chott El Jérid. Actuellement seuls les oueds descendant des monts de Matmata sont actifs.

Les chotts sont des dépressions fermées qui constituent les zones basses de la région avec une formation argilo-gypseuse en surface (chott El Jérid). Il est caractérisé par sa grande dimension, sa surface plane, par la couche de sel présente en surface et par l’absence de la végétation. Les autres dépressions sont, considérées comme des Sebkhass ou des Garaets.

On rencontre aussi des formations éoliennes telles que les dunes de sables qui sont réparties dans toute la région et deviennent plus denses vers le sud du côté du grand Erg oriental. Elles sont alignées et orientées SW-NE en concordance avec la direction des vents dominants et elles recouvrent généralement les hamadas.

3.2.3.- Hydrogéologie

Dans la région de Nefzaoua, trois nappes sont exploitées, elles se distinguent suivant des critères d’ordre géologique, chimique, et selon les zones d’alimentation :

- La nappe souterraine du complexe terminal: elle s’alimente dans les formations senoniennes et du miopliocène à partir des eaux de pluies et des eaux de ruissellement; leur débit est de l’ordre de 9,6m³/s et la salinité est variable entre 1 et 3g/L selon un gradient N-S dans les Nefzaoua.
- La nappe superficielle du Quaternaire localisée dans la formation argilo-gypseuse et sableuse du Quaternaire des chotts El fejej et El Jerid.
- La nappe souterraine du complexe intercalaire est alimentée par l’intermédiaire des failles d’El Hamma, Gabès et Médenine; son débit est de 5,3 m³/s et sa salinité moyenne est de 4 g/L.

	Profondeur (m)	Salinité (g/l)	Ressources Mm ³ /an	Exploitation Mm ³ /an	Nombre de forage
Continental intercalaire	1000-2300	2-4	31,5	30,9	32
Complexe terminal	150-300	1-3	142	304	186

Source : (ODS, 1999)

3.2.4.- Les sols

Située en bordure du Chott El Jerid, les sols de la Nefzaoua présentent parfois une croûte saline à la surface. La salinité croît vers la direction du chott; mais dans le sens vertical, la salinité est plus élevée dans les horizons de surface qu’en profondeur. Néanmoins, les observations faites sur le terrain lors de la dernière prospection, contredisent cette information

à cause des apports de sable récents; mais ceci étant, il fournit une idée sur la quantité du sable apporté en surface: il s'agit d'un sol artificiel.

La texture est généralement sableuse à sables fins. La matière organique est très faible, elle ne dépasse pas le 1 % dans la majorité des cas.

Le gypse est abondant, à une forte teneur sous différentes formes (amas, microcristaux, tâches, croûte, encroûtement,...)

Le pH est généralement compris entre 8 et 9.

Les sols de la Nefzaoua sont gypso-salins, de texture sableuse, et nécessitent une irrigation intense pour éviter la salinisation et accroître la production végétale; ceci devrait être accompagné par un entretien continu du réseau de drainage, ce qui est malheureusement n'est pas le cas.

3.2.5.- Végétation

L'inventaire de la végétation dans la région de Nefzaoua a décelé deux types de couverture végétale :

- une végétation adaptée à l'ensablement telles que *Limoniastrum guyonianum*, *tamarix pauciovulata*, *Suaeda fruticosa*
- une végétation plus adaptée à la salure et à l'hydromorphie : *Zygophyllum album*, *Halocnemum stabilacum*, *Salicornia Arabica*, *Nitraria retusa*,...

Dans le chott où il ya un affleurement superficiel du sel, la végétation est quasi inexistante.

4.- Discussion et conclusions

La géomorphologie de la région de Mareth et plus précisément la plaine de la Jeffara, ainsi que la localisation des oasis irrigués en bordure des sebkha, expliquent les conditions d'accumulation de sédiments et de sels. Leurs répercussions sur les sols agricoles sont connues. Si l'effet de l'accumulation de sédiments lors d'une crue, bien que nocifs à l'immédiat, sont plutôt bénéfiques à long terme (apport d'éléments nutritifs et renouvellement de l'horizon de surface), l'accumulation de sels, au contraire, dégrade progressivement les sols, surtout si on tient compte de l'ETP relativement élevée qui caractérise la région.

Dans la région de Fatnassa, l'apport artificiel de sable, dont l'objectif de s'éloigner de la nappe phréatique et de lutter contre les remontées salines, ne peut pas se pratiquer sans faire allusion aux impacts négatifs sur le réseau de drainage.

Quant aux disponibilités en eau, elles sont très réduites (d'après les agriculteurs) et comme on irrigue d'une façon irrégulière, on assiste donc à une remontée des sels qui affecte les rendements. Si on irrigue trop, avec un réseau de drainage qui n'est pas bien entretenu, on assiste, aussi, à la remonté de la nappe et par conséquent l'asphyxie des plantes.

Pour assurer donc une bonne productivité de ces oasis, il serait intéressant d'instaurer un système de suivi scientifique, continu, de certains paramètres comme le pH, CE, SAR, etc ..., ceci est valable pour le sol et pour l'eau. Il serait aussi adéquat de faire, en parallèle, le suivi de certains paramètres météorologiques pour prévoir l'adéquation des nouvelles techniques comme les cultures sous serres, sous tunnel ou les cultures géothermiques.

Bibliographie consultée

- BRL - STUDI 1999. Diagnostic et avant-projet du réseau d'irrigation tertiaire et du drainage. Oasis : Fatnassa. Ministère de l'Agriculture, Commissariat régional au développement agricole de Kébili.
- CNEA 1998. Planification des aménagements de conservation des eaux et du sol dans le gouvernerat de Gabès.
- Floret, C. & Pontanier, R. 1984. Aridité climatique, aridité édaphique, actualité botanique. 1984. pp. 265-275
- Istituto Aronomico per l'Oltremare - Firenze 1986. Revista di agricoltura subtropicale e tropicale, Speciale Tunisia.
- Kadri, Sartori 1989. Etude pédologique d'un nouveau périmètre irrigué à Ailet dans la région de Nefzaoua, Tunisie.
- Moore, I.D., P.E. Gessler, G.A. Nielsen, & G.A. Peterson. 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57:443-452.
- Mtimet. 1995. Salinisation et hydromorphie dans les oasis tunisienne. *Sécheresse*.
- Pontanier, R. 1968. Etude pédologique des oasis de Gabès sud (Arram, groupe Zerkine, groupe Kettana) ORSTOM.
- Pontanier, R. 1967. Etude pédologique des oasis de la zone Mareth - Zarat, ORSTOM.
- Pouget, M. 1964. Etude pédologique des oasis de Gabès.
- Salah, B. 1966. Etude pédologique du périmètre de Teboulbou.
- Sghaier, M. 1989. Etude monographique des oasis de Nefzaoua,
- URAM 1997 Schéma directeur d'aménagement de la zone sensible de Gabès-El Jorf, rapport de première phase, version minute
- URAM 1997. Schéma directeur d'aménagement de la zone sensible de Gabès - El Jorf, 1^{ère} phase - rapport cartographique.