



UNESCO



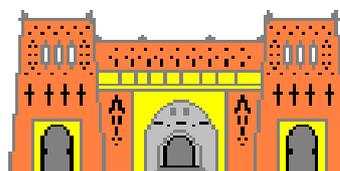
Bourses
du MAB pour Jeunes
Scientifiques

Titre du projet de recherche :

Impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en eau dans l'Oasis de Ferkla (Tinjdad, Goulmima, Errachidia, Maroc).



UNIVERSITÉ MOULAY ISMAIL
BP. 298, Marjane 2, Meknès
Tél : (212) 55 46 73 06/07,
Fax : (212) 55 46 73 05



FACULTE DES SCIENCES ET
TECHNIQUES, BP 509 Boutalamine
52000, Errachidia, Tél. (212) 55 57 44 97/84,
Fax (212) 55 57 44 85

Laboratoire des Formations Superficielles (Sciences du Climat, de l'Eau, de l'Environnement et du Patrimoine) [SCEEP].

E-mail : kabirou@hotmail.com

Lahcen KABIRI

PLAN

INTRODUCTION	3
CONTEXTE D'INTERVENTION ET PROBLEMATIQUE	3
SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	3
a) Les montagnes	5
b) La plaine	5
DONNEES DEMOGRAPHIQUES ET SOCIO- ECONOMIQUES	5
CADRE GEOLOGIQUE	8
<i>Le socle</i>	8
<i>La couverture</i>	9
La couverture éruptive	9
La couverture sédimentaire	9
<u>La couverture paléozoïque</u>	9
<u>La couverture secondaire</u>	10
<u>Le Trias</u>	
<u>Le Jurassique</u>	
- <i>Lias</i>	
- <i>Dogger</i>	
- <i>Malm</i>	
<u>Le Crétacé</u>	
- <i>Infracénomannien</i>	
<u>La couverture quaternaire</u>	10
DONNEES SUR LES PALEOENVIRONNEMENTS QUATERNAIRES	11
MINERALOGIE	12
PEDOLOGIE	12
DONNEES HYDRO- CLIMATIQUES	13
a- Précipitation et Température	13
b- Aridité	14
c- Evaporation	15
d- Vent	15

DONNEES HYDROGEOLOGIQUES	15
Eaux superficielles	
<u>Hydrographie.</u>	
<u>Sources</u>	
Eaux souterraines	
<u>Nappe de l'Ifracénomanién</u>	16
<u>Nappe de Quaternaire</u>	17
<u>Apport de la chimie à la connaissance de la nappe quaternaire et ifracénomaniénne</u>	18
EVOLUTION ET GESTION DE L'EAU A FERKLA : PASSE, PRESENT POUR QUEL FUTUR ?	19
RESSOURCE ET GESTION DE L'EAU A FERKLA DANS LE PASSE	19
GESTION ACTUELLE DE L'EAU A FERKLA	25
CONSEQUENCE	25
PRINCIPAUX PROJETS DU DEVELOPPEMENT REALISES PAR QUELQUES ORGANISMES NON GOUVERNEMENTAUX	28
<u>Titre du projet 1: «Appui à la conservation des Oasis du sud Marocain : cas de l'oasis de Ferkla».</u>	29
<u>Titre du projet 2 : «Réhabilitation et Renforcement des ressources en eau dans l'oasis de FERKLA par l'aménagement d'une khettarat : Palmeraie d'Ithandar (Ferkla El Oullia, Tinjdad, Errachidia, Maroc) ».</u>	29
<u>Titre du projet 3 : « Projet de recherche pour le transfert des responsabilités de la gestion de l'irrigation »</u>	29
ACTIVITÉS DE RECHERCHE REALISEES	29-34
ACTIVITE DE SENSIBILISATION ET DE FORMATION POUR LES ACTEURS	
LOCAUX	35-39
CONCLUSION	40
PERSPECTIVE	43
RECOMMANDATION	43
PHOTOGRAPHIE	44-47
ILLUSTRATION	48-49
BIBLIOGRAPHIE	50-52

INTRODUCTION

Le conseil International de coordination du Programme sur l'Homme et la Biosphère **MAB & UNESCO** a décidé de designer *les OASIS DU SUD MAROCAIN- MAROC* comme **RESERVE DE LA BIOSPHERE DES OASIS DE SUD MAROCAIN (RBOSM)**. Elle a été agréée par l'UNESCO au 10 Novembre 2000 et a été inauguré officiellement à Zagora le 5 Octobre 2001. Elle occupe une aire d'une superficie approximative de 7.200 000 ha, pour une population de 1.200.000 habitants. Les provinces concernées sont : **Errachidia**, Ouarzazate et Zagora.

Cette RBOSM se place chronologiquement au 2^{ème} rang à l'échelle nationale après la Réserve de Biosphère de l'Arganeraie et au 14^{ème} rang à l'échelle du monde arabe. Elle est incluse dans un réseau mondial de plus de 400 réserves de biosphère appartenant à plus d'une une centaine de pays.

Dans ce réseau, les principaux types d'écosystème et de paysages de la planète sont représentés. Il est consacré à la conservation de la diversité biologique, à la recherche et à la surveillance continue ainsi qu'à la définition des modèles de développement durable au service de l'humanité. Ce réseau mondial facilite la coopération et les échanges au niveau régional et International.

L'étude que nous vous proposons ici rentre dans le cadre d'une bourse de recherche qui nous a été allouée [jeunes chercheurs scientifiques] dans le cadre du programme sur l'Homme et la Biosphère **MAB & UNESCO**. Elle a pour objectif principal de contribuer à une mise au point de l'impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en eau dans l'oasis de Ferkla.

Les changements climatiques et leur impact sur les ressources en eau dans l'oasis de Ferkla peuvent être reconstituées d'une part grâce aux archives géologiques et pédologiques, bien conservés avec le temps, et d'autres part aussi grâce aux données récoltées par des enquêtes et des travaux de terrain mais aussi grâce à quelques données disponibles dans les stations hydro- climatiques de la région.

Le choix de cette région d'étude réside d'une part dans le fait qu'elle appartient au domaine de **RESERVE DE LA BIOSPHERE DES OASIS DE SUD MAROCAIN (RBOSM)** et que d'autre part cette belle oasis du sud marocain est menacée de disparaître si des dispositions courageuses ne sont pas prises.

CONTEXTE D'INTERVENTION ET PROBLEMATIQUE SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

L'oasis de Ferkla se situe au Sud du Maroc (figure 1). Elle occupe une superficie totale de 2800 ha [1a]. De point de vue administrative, elle appartient à la région Meknès-Tafilalet, Province d'Errachidia, Cercle de Goulmima.

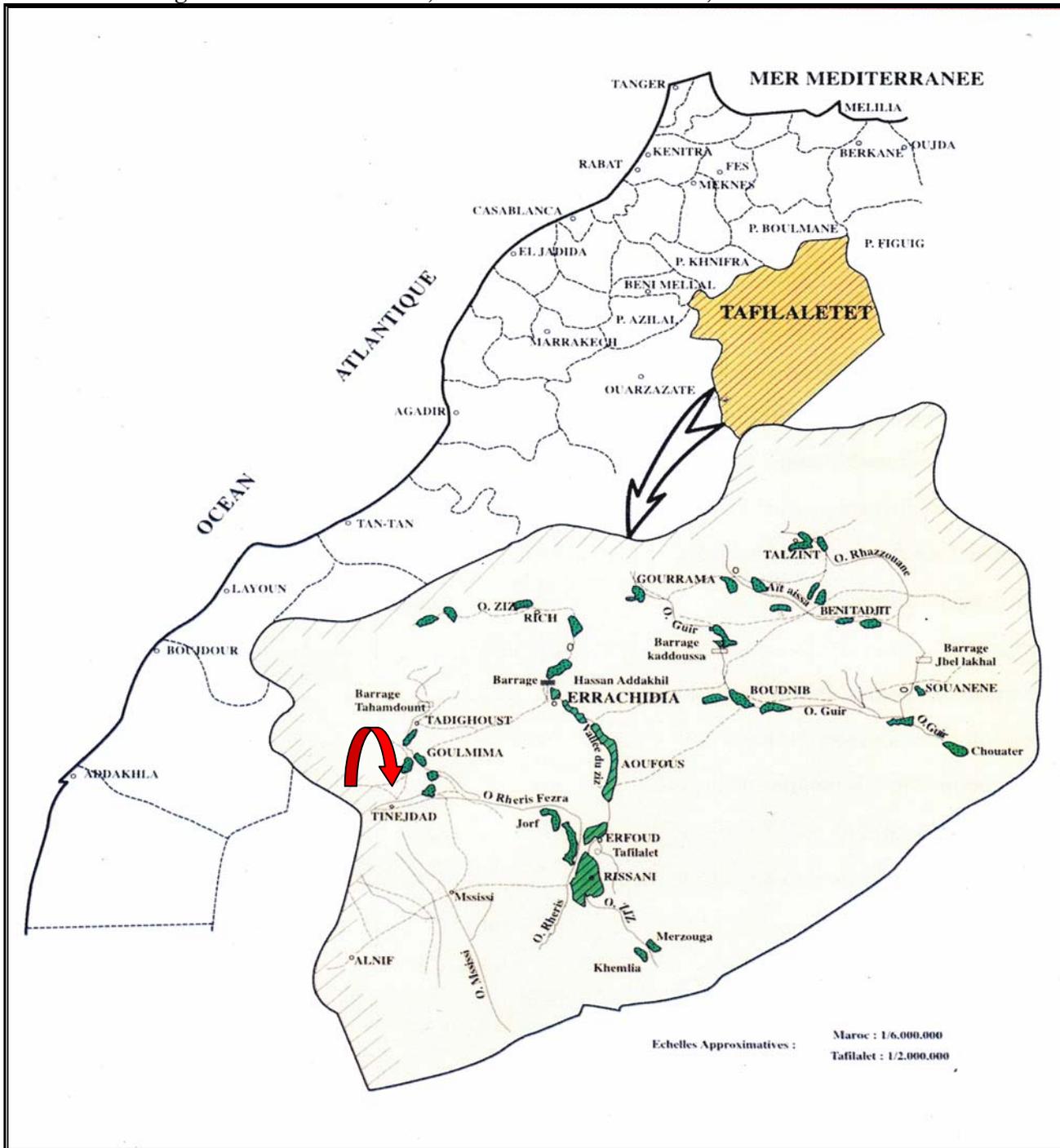


Figure 1 : Localisation générale de l'Oasis de Ferkla.

Elle appartient au Bassin versant de Ghèris (sous bassin Toudgha- Ferkla) [tableau I](#) qui est limité à l'Est par le bassin de Ziz, à l'Ouest par le bassin de Dadès, au Nord par celui de oued El El Abbid et au Sud par ses prolongements sahariens (*figure 2*).

<i>Tableau I : Principales données numériques relatives au sous bassin du Toudgha- Ferkla. (DRH, Errachidia) [21]</i>	
Longueur totale du Toudgha- Ferkla	155 Km
Longueur du cours limiter Toudgha- Ferkla	153 Km
Superficie totale du bassin versant	4997 Km ²
Partie du bassin compris dans le haut atlas	1485 Km ² 29.7%
Pente moyenne du Toudgha- Ferkla	13.44%

Le bassin du Ghèris se caractérise par son climat aride, devenant franchement saharien vers le Sud. Il s'étend largement dans le Haut-Atlas au Nord, ce qui permet d'assurer à ses affluents atlasiques une alimentation en eau pérenne relativement abondante grâce à laquelle peuvent exister les Oasis et les palmeraies de Sud Marocain.

Elle se situe entre les lignes latitudinales 31°30' et 30°45' vers le Nord, et les lignes longitudinales 5° et 5° 15' vers l'Ouest.

Cette oasis est limitée au Sud par l'Anti- Atlas, à l'Est par la plaine de Ghèris et Mellab à l'Ouest et au Nord par le Haut Atlas [Ifgh (Aghbalou- N'kerdous)].

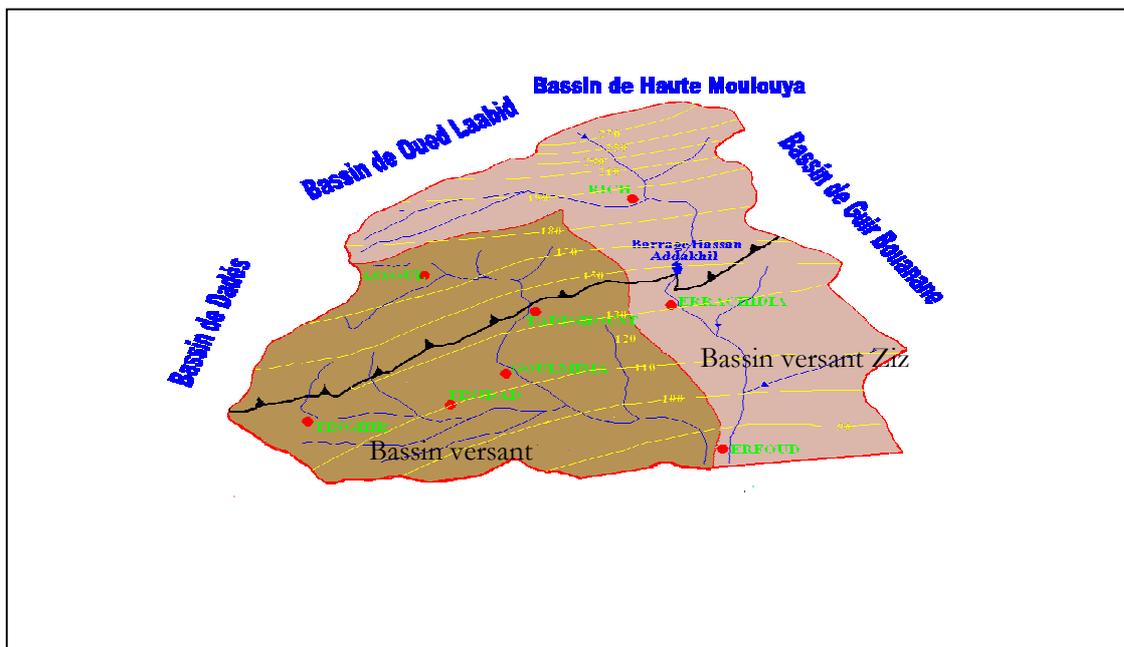


Figure 2 : Localisation du bassin versant de Ghèris

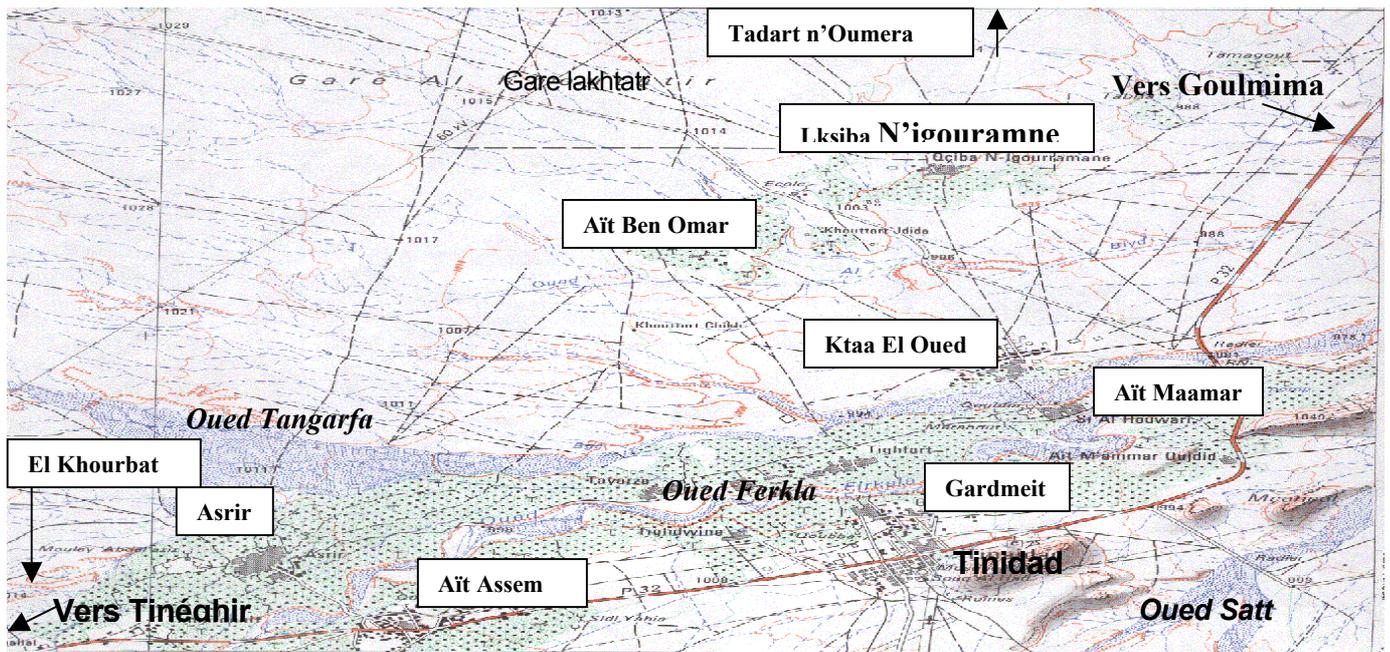


Figure 3 : Localisation précise de l'oasis Ferkla.

De point de vue géomorphologique, cette oasis est formée par deux unités bien distinctes qui sont les montagnes et la plaine.

a) Les montagnes :

Elles sont dominées par deux unités presque parallèles entre elles qui sont le Haut Atlas au Nord [1300 à 2247 m] et l'Anti-Atlas au Sud [1132 m]. Elles occupent environs 15% de la surface totale [environ 18450 ha [1a].

b) La plaine

C'est l'unité la plus importante. Elle occupe plus de 80% de la surface totale. Ce qui correspond environ à 98400 ha [1a]. Elle est caractérisée par une légère pente vers l'Est. le reste (5%) [6150 ha] est occupé par d'autres structures géomorphologiques qui sont des Oueds, des dunes de sable, etc.

DONNEES DEMOGRAPHIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES

La population de Ferkla qui se répartie sur trois communes qui sont : municipalité de Tinjdad et les deux communes rurales (Ferkla El Oullia et Essouffla) est, selon le recensement général de l'habitat et de la population de 1994, 37297 habitants [1a]. Elle représente 7,14% de la population totale de la province d'Errachidia. Cette population est regroupée en 5052 ménages (7,38 habitants/ménage).

L'évolution de cette population de 1960 à 1994 peut être résumée comme suite (figure 4) :

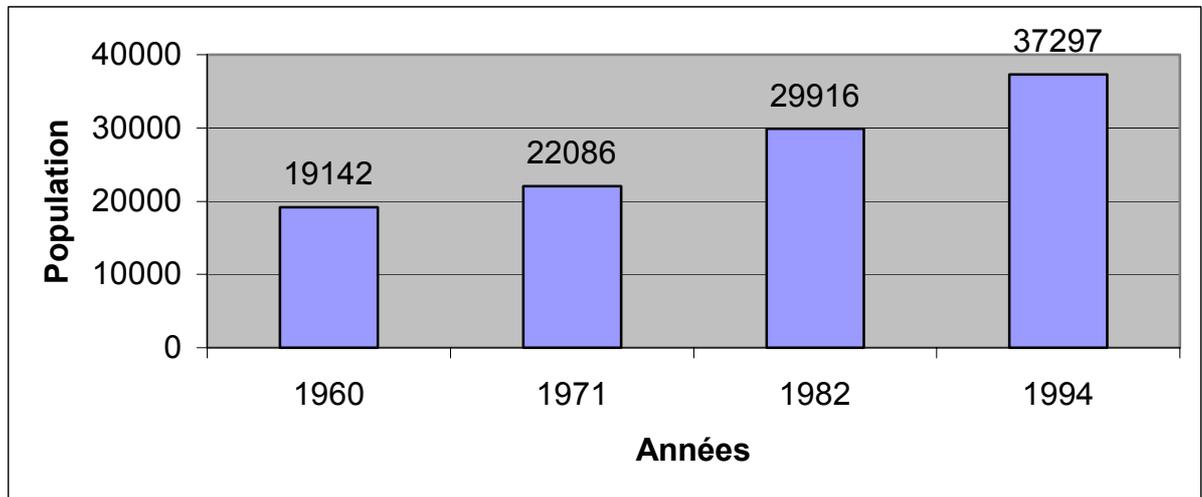


Figure 4: Evolution de la population de Ferkla de 1960 à 1994.

La distribution de la population est liée à la disponibilité de l'eau. En effet une multitude des ksours longent les principaux points d'eau de cette région. Les Ksours les plus peuplés sont Tizouggarine, Ktaâ El Oued et Tighfert pour la commune de Ferkla Es Souffla. Ici il s'agit d'une répartition liée aux systèmes de *Khettarats*.

Pour la commune de Ferkla El Oulia, les Ksours d'El Khourbat, de Tamerdoult et d'Ait Assem sont les plus peuplés.

La municipalité, quant à elle, est occupée par des commerçants et des salariés [5755].

Une autre catégorie de population, d'ailleurs très importante mais souvent négligée, est celle des nomades. Elle s'est sédentarisée actuellement à cause de la multiplication ces dernières années de périodes de sécheresse et les énormes pertes du cheptel qui se sont produites.

L'agriculture, l'immigration, le commerce et le salariat sont les principales ressources économiques de cette oasis (figure 5). En effet, 55% de la population exerce une activité agricole, 17% du travail à l'étranger (immigrés), 15% pratiquent le commerce, 10% de l'artisanat et environ 3% exercent des activités diverses (industrie, etc.).

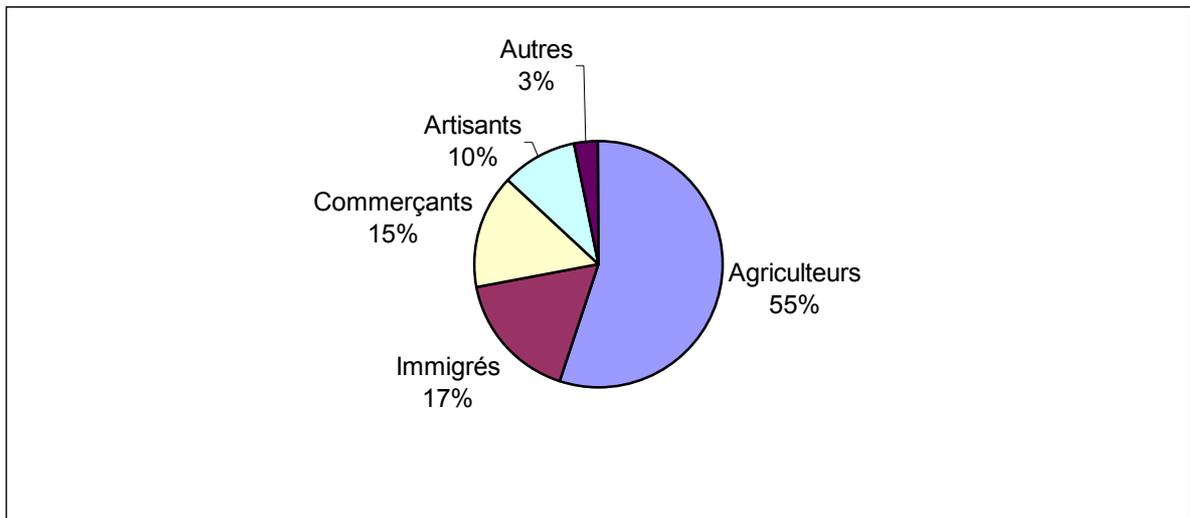


Figure 5 : Répartition des activités de la population de Ferkla.

Pour une superficie totale de 98400 hectares, seuls 6,28% sont cultivées, dont 2,6% sont irriguées. L'élevage compte environ 32355 têtes avec prédominance des caprins et des ovins.

En ce qui concerne le commerce, Ferkla a un Souk très important le dimanche. Il constitue le point de rencontre et d'échange entre les différentes souches de la région immédiate ou même lointaines.

L'effectif des locaux commerciaux à Tinjdad centre est évalué à 250 unités et constitue un lieu d'emploi pour environ 400 personnes.

L'artisanat, quant à elle, contribue au développement de la zone et englobe plusieurs métiers comme la menuiserie, la plomberie, la soudure, la mécanique, etc. Elle emploie environ 500 personnes dans 90 unités environ.

Les principaux équipements socio-économiques qui existent à Ferkla sont consignés dans le (*tableau II*).

Tableau II : Les principaux équipements socio-économiques à Ferkla.

<i>Désignation</i>	<i>Nombre</i>
<u>Autorités locales :</u>	
- Annexe de municipalité	1
- Annexe des communes rurales	1
<u>Les Communes :</u>	
- Municipalité	1
- Communes rurales	2
<u>Agriculture : Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Tafilalt (ORMVA/TF) :</u>	
- Centre de Mise en Valeur (CMV)	1
- Centre d'élevage	1
<u>L'Enseignement : Education Nationale et la Jeunesse :</u>	
- Lycée	1
- Collège	4
- Ecole primaire.	10
<u>L'Entraide nationale :</u>	
- Dar Taleb (bienfaisance)	1
- Maison des jeunes	1
- Club féminin	1
<u>Finances :</u>	
- Agence bancaires (BP)	1
- Western Union	2
<u>Communication</u>	
- Poste PTT.	2
- Ittissalat al Maghrib (Maroc télécom)	1
- Téléboutique	30
<u>Autres administrations :</u>	
- Centre de santé	
- Centre ONE	1
- Centre ONEP.	1
	1

CADRE GEOLOGIQUE

De point de vue géologique, Ferkla appartient au domaine structural de l'Anti Atlas et de son prolongement saharien. Du Nord au Sud, on distingue le sillon préafricain (bassin crétacé d'Errachidia) puis la chaîne de l'Anti Atlas (ss).

Le socle

Le socle de cette oasis [19] affleure dans sa partie méridionale. Il montre des plissements verticaux de direction N45 à Sub méridiennes. La phase tectonique l'ayant façonné avant le dépôt de la couverture appartient à l'orogénèse Panafricaine.

La phase panafricaine majeure B1 a développé un métamorphisme épizonal et la phase tardive B2 a provoqué un faible taux de compression. C'est cette dernière, qui clôt l'histoire de ce socle.

De point de vue pétrographique, c'est un dépôt rythmique de bancs de schistes, de grès et de grauwackes. Plusieurs dykes l'intrudent. Les massifs de granodiorite ont provoqué, sur les schistes et les quartzites du socle, un léger métamorphisme de contact.

Au cours de l'orogénèse hercynienne, la couverture de l'Anti Atlas en général n'a été plissée que très localement et notamment de façon disharmonique en bordure des blocs de socle précambrien.

La tectonique alpine est responsable de la formation des chaînes de montagnes intracontinentales du Haut Atlas dans le domaine structural atlasique dont le socle est paléozoïque.

La couverture

La couverture éruptive :

Le précambrien III dit PIII constitue la couverture éruptive de l'Anti Atlas en général et de cette région en particulier [19]. Elle est formée essentiellement d'ignimbrites qui montrent par endroit des niveaux basiques. Cet ensemble peut être constitué parfois de formations volcano détritiques (brèche, poudingue, grès, arkose et tufs).

Ces formations sont subtabulaires et reposent sur le socle soit directement soit par l'intermédiaire d'une brèche sédimentaire et polygénique. Celle ci renferme des éléments de socle (schistes, grauwackes, grès, pelites) et parfois aussi des fragments de granodiorite.

La couverture sédimentaire :

La couverture paléozoïque :

Le Paléozoïque affleure plus au Sud du flanc sud du bassin crétacé d'Errachidia- Tinéghir [19] (*photographie 1, tableau III*).

Carbonifère	Schistes et grès.
Dévonien	Schistes, marnes, grès et calcaire.
Silurien	Schistes noirs et bitumineux parfois rougeâtres et grisâtres, calcaire.
Ordovicien	Schistes, grès ferri-oolithique, grès, quartzite.
Cambrien	Conglomérat, grès grossiers, grès fins quartzeux, pélites, calcaire dolomitique, brèche, grès-argileux.

La tectonique hercynienne est de type cassante. Elle montre plusieurs directions. C'est une tectonique souple, responsable des megaplis bien visible par endroit.

La couverture secondaire

Au Nord de l'oasis, dans le sillon préafricain, et le flanc sud du Haut Atlas central (*photographie 1*).apparaissent les formations suivantes [3, 19] :

Le Trias : (Marnes rouges, basalte doléritique).

Le Jurassique :

- *Lias* :

- * Sinémurien, (calcaire dolomitique).
- * Carixien, (calcaire).
- * Dommerien (calcaire dolomitique +/- marneux).
- * Toarcien (marnes vertes fossiles).

- *Dogger* :

- * Aalenien (alternance de marne et de calcaire dolomitique).
- * Bajocien (alternance de calcaire et marne).
- * Bathonien (calcaire dolomitique massif).

- *Malm* : Continental (conglomérats, argiles rouges et grès grossiers).

Le Crétacé

Les dépôts crétacés sont de l'Infracénomien. Ce sont des sables fins, des argiles sableuses et des grès rouges.

La couverture quaternaire

Les formations quaternaires [19] qui reposent indifféremment sur les terrains, précédents, précambrien, paléozoïques et secondaires, comportent des formations du Pléistocène et d'Holocène (*photographie 2, tableau IV*).

Post Holocène	Actuel		Limon + argile + galet
Holocène	Rharbien		Travertin + limons
Pléistocène	Supérieur	Tensiftien et Soltanien	Conglomérats + limons
	Moyen	Amirien	Conglomérats + encroûtement carbonatés
	Inférieur	Moulouyen	Conglomérats

DONNEES SUR LES PALEOENVIRONNEMENTS QUATERNAIRES

Les "archives" pédologiques et sédimentologiques bien répartis le long des oueds de la région et leur affluent ont pu garder la mémoire des modifications des changements climatiques du passé. Ces "archives" doivent être, toutefois, considérés avec plusieurs hypothèses chronologiques possibles [12, 13, 19].

Ces formations montrent une succession de couches très probablement holocène (Rharbien). Une coupe assez complète a été identifiée dans la localité dite "*Chaboura*" le long de oued Ferkla au niveau des palmeraies d'Ait Assem [19] et d'Asrir. Cette coupe fait plus de 7 mètres de hauteur sur la rive gauche de oued Ferkla (*photographie 2*).

Une dizaine d'échantillons ont été prélevés [12, 19] et sont nommés (Fer. 1 à Fer. 10). Ce dépôt montre une texture essentiellement argilo- limoneuse avec surtout un niveau, noir à gris, continue et bien visible (échantillon : 8). Ce niveau est riche en coquille de mollusque (gastéropodes) et de quelques débris de charbon. Quelques échantillons de charbons et de coquilles y ont été prélevés dans le but d'en faire des analyses radiométriques au ^{14}C à Gif sur Yvette en France (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, France).

L'origine et la dynamique de la mise en place de ces dépôts, nécessitent des études sédimentologiques encore plus détaillées qui devraient concerner d'autres coupes dans d'autres sites. Les résultats, actuellement, disponibles sont la granulométrie et la minéralogie. Ils indiquent une hétérogénéité des apports et traduisent un mélange de matériel d'origine éolienne et fluviatile dans des proportions souvent variables.

La fraction granulométrique sableuse présente d'importantes variations dans les différentes couches. C'est le niveau grisâtre noirâtre qui présente le taux le plus faible, probablement à cause de l'hydromorphie du milieu (euxinique).

La variation du taux des carbonates le long de cette coupe est très homogène. Le pourcentage le plus élevé est marqué au niveau des échantillons de base. Quant au pH, il montre une évolution inverse de celle des carbonates.

L'étude préliminaires des minéraux lourds confirme une alimentation multiple du matériel (allo- autochtonie). En effet, on note un mélange de matériel frais et fragile à un autre plus résistant et/ou altéré. : Zircon, Rutile, Anatase, hornblende, Augite, Epidote, Tourmaline, Sphène, Zoïsite, Biotite, Grenat.

La confrontation de ces résultats par rapports à ceux connus dans les régions avoisinantes [6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19] permettent de confirmer qu'au passé, les ressources en eau étaient plus abondantes mais surtout que le couvert végétal était beaucoup plus dense.

MINÉRALOGIE

La diffractométrie sur quelques échantillons bruts de l'Infra-Cénomanién, indique la présence du quartz, de calcite, de dolomite, de gypse et d'anhydrite [19].

La fraction inférieure à 2 microns (argile + limon) de quelques formations du Haut Atlas contiennent du quartz, la calcite, la pyrite, et quelques traces d'argiles. L'hématite et la goethite sont en trace. Les argiles déterminées sont illite, kaolinite, smectite, palygorskite et chlorite [12].

Une étude minéralogique systématique des formations quaternaires est nécessaire.

PÉDOLOGIE

Les sols sont en général peu évolués, souvent pierreux ou salins. Les conditions climatiques qui ont régné dans cette région n'ont pas favorisé une activité pédogénétique [7, 19]. On peut davantage parler de morphogénèse que de pédogénèse. Il s'agit souvent de minces couches sédimentaires alluviales à fertilité facilement épuisable, qui ont été déposées dans les fonds de vallées et les lits d'oueds par les crues (*tableau V*).

Elles ont peu évolué et ont donné des sols isohumiques que l'on rencontre à l'intérieur des palmeraies et qui sont le support de toute l'agriculture oasienne.

On rencontre, en dehors des palmeraies, des sols minéraux bruts, sableux ou limono- sableux. Des sols squelettiques se trouvent sur le pourtour des palmeraies.

<i>Tableau V : Caractéristiques des sols de la région de Ferkla</i>					
Type de sol	Profondeur en (cm)	Caractéristiques morphologiques			
		Couleur	Structure	Texture	Présence de calcaire
Sol d'apport d'irrigation ancien	0- 45	Brun - clair	Grumeleuse	Limoneuse	+ +
	45- 81	Brun-	Grumeleuse à	Limoneuse	+ +
	81- 131	rougeâtre	grenue	Sablo- limoneuse	+ + +
	131- 200	Brun- rouge Rouge		Sablo- limoneuse	
Sol peu évolué sur dépôts quaternaires	0-34	Brun- clair	Grumeleuse	Limono- sablo - graveluse	+ + +
	+34			Gravier et limon	+ + +
Sol d'apport alluvial	0- 22	Brun- clair	Grands	Limono-sableuse	+ + +
	22- 52	Brune	grumeaux	Limoneuse	+ + +
	52- 100	Brun- clair	Grumeleuse	Limoneuse	+ + +
	100- 154	Brun - rougeâtre	Grumeleuse Prismatique	Limono- sablo- argileuse	
	154- 200	Brun - rougeâtre	Prismatique	Limono- sablo- argileuse	

DONNEES HYDRO- CLIMATIQUES

a- Précipitation et Température

Les précipitations sont marquées par des irrégularités annuelles et des variabilités annuelles très marquées (*figure 6*). La moyenne des précipitations annuelles (*figure 2*) est inférieure à 150 mm et diminue du Nord vers le Sud [3, 6, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

La région a connu plusieurs périodes de sécheresses : 1913-1918, 1927-1931, 1933-1939, 1945-1947, 1955-1957, 1973-1976, 1979-1984, 1987-1988, 1993-1995 et 1998-2001[1c, 2a, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 21].

L'observation des différentes stations météorologiques dans tout le bassin versant de Ghèris montre que seules quelques unes ont fonctionné assez régulièrement au cours du temps. En effet, on note ici un(e) :

- manque terrible de mesures,
- manque de matériel technique de mesure,
- mauvaise localisation des stations, etc.

Les données les plus complètes sont dans la station de Tinjdad mais surtout celle d'Ait Bouijane qui se trouve en dehors de l'oasis de Ferkla (dans Todgha à Tinghir). Les résultats disponibles de 1982 à 2001 sont ainsi (*tableaux : VI, VII, VIII*).

D'une manière générale, le climat de la région est caractérisé par des précipitations faibles et très irrégulières dans le temps et dans l'espace, par une moyenne annuelle qui varie de 40 à 283 mm/an et par une moyenne de 125,18 mm/an. Pour la station de Tinjdad, on constate que les fortes précipitations qui ont eu lieu au cours des dix dernières années sont enregistrées pendant l'année 1995-1996 (295.3 mm) et que les précipitations les plus faibles ont eu lieu, par contre, pendant l'année 2000-2001 (34 mm).

Tableau VI : Précipitation moyenne annuelle en (mm) de la station Ait Boujane 1982-2001(DRH, Errachidia).

Année	82-83	83-84	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91
Précipitations (mm)	40	54.3	136.1	62.9	105.7	158.8	277.3	251.6	155.1

Année	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01
Précipitations (mm)	149.4	70.8	100.4	144.6	283.2	84.3	152.4	87.1	81.7	82.8

Tableau VII : Précipitations enregistrées dans la station de Tinjdad de 1990 à 2001 (CMV 712- Tinjdad)

Période	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00	00-01
Précipitations(mm)	119.2	103.5	64.3	144.6	123.1	259.3	85.3	115.8	71.8	123.5	34

b- Aridité :

Le diagramme ombrothermique montre l'existence d'une longue période sèche durant toute l'année, et qu'il n'y a pas de période humide et que le mois le plus sec est Juillet (*figure 6*).

Tableau VIII : Température et précipitation moyenne mensuelle de la station d'Ait Bouijane 1982-2001 (D.R.H, Errachidia)

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
P	9.26	22.6	14.76	14.7	8.39	17.63	13.7	8.42	8.24	9.63	3.28	9.9
T	23.69	17.53	13.29	9.36	8.26	10.62	14.44	19.86	20.53	24.48	28.2	27.95

P : Précipitation en (mm), T : Température en (°c).

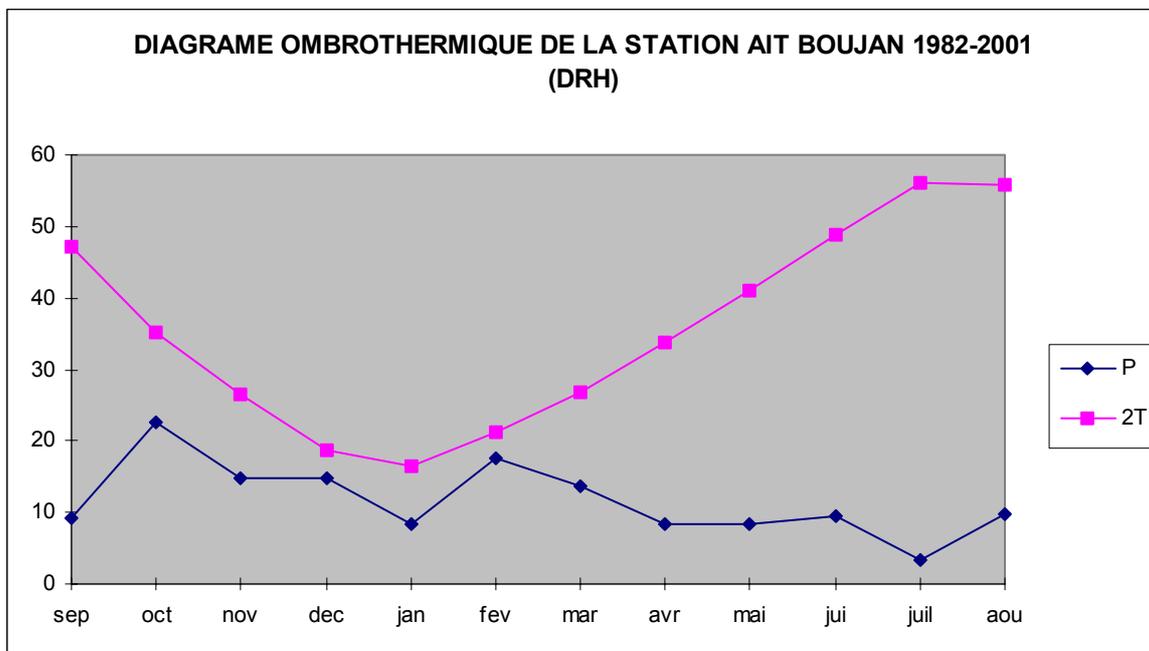


Figure 6: Evolution de la température et des précipitations moyennes mensuelles de la station d'Ait Bouijane (D.R.H, Errachidia)

c- Evaporation

Elle est intense sous l'effet conjugué de l'intensité de l'insolation, de la violence des vent et de l'air sec.

d- Vent

L'observation du régime du vent à Ferkla montre que le secteur Ouest -Est (*photographie 3*) constitue la direction dominante pendant toute l'année. Elle est accompagnée par celle de Sud –Est/Nord- Ouest et celle du Sud- Ouest/ Nord- Est. Une étude systématique et plus complète est indispensable.

DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

Eaux superficielles

Hydrographie.

Le réseau hydrographique de cette région est constitué de trois artères majeures : qui sont du Sud vers le Nord : Satt (Ichm), Ferkla et Tangarfa (*figure 3*). Oued Satt prend naissance aux sommets du Jbel Saghro dans l'Anti Atlas oriental, alors que oued Ferkla (*photographie 4*), qui correspond à oued Todgha au niveau de l'oasis de Ferkla et oued Tangarfa, ont leur origine aux sommets du Haut Atlas.

Sources

Cette oasis disposait d'un nombre non négligeables de sources qui servaient à l'alimentation en eau potable et pour l'irrigation des palmeraies. Actuellement, très peu de ces sources existent encore comme celle de Kasr Izelf par exemple qui est toujours vivante. Elle est remarquable et bien connue par la qualité de son eau. Elle permet d'alimenter encore quelques familles en eau potable mais surtout elle contribue à l'irrigation de la palmeraie.

Des sources gazeuses existent également à Ferkla, il s'agit de la source dite Lalla Mimouna sur la rive gauche de Oued Ferkla. (bien visible sur la route qui ramène de Tinjdad à Tinghir) et de la source dite Tassabalbate dans la rive droite de Oued Satt. Leur présence est due à un système de faille qui affecte le Paléozoïque.

Eaux souterraines

Dans la plaine de Ferkla, seule la nappe phréatique existe. Le synclinal crétacé d'Errachidia –Tinghir (sillon préafricain) abrite en plus l'aquifère infra-Cénomaniens [2a, 3, 11, 13, 16, 17, 19, 21]. Ce bassin est actuellement rechargé par le Jurassique [Haut Atlas] et par les faibles pluies [2, 3, 19, 21]. Ce synclinal est dissymétrique et s'approfondit du Sud vers le Nord (*figure 8*).

L'alimentation et l'existence de ces deux aquifères sont en étroite relation avec le flanc sud du Haut atlas central (Jurassique) au Nord et le flanc nord de l'Anti Atlas oriental (Ougnat- Saghro) au Sud (*figure 8*). Autrement dit ce sont des **châteaux d'eau de ces régions** [16, 19].

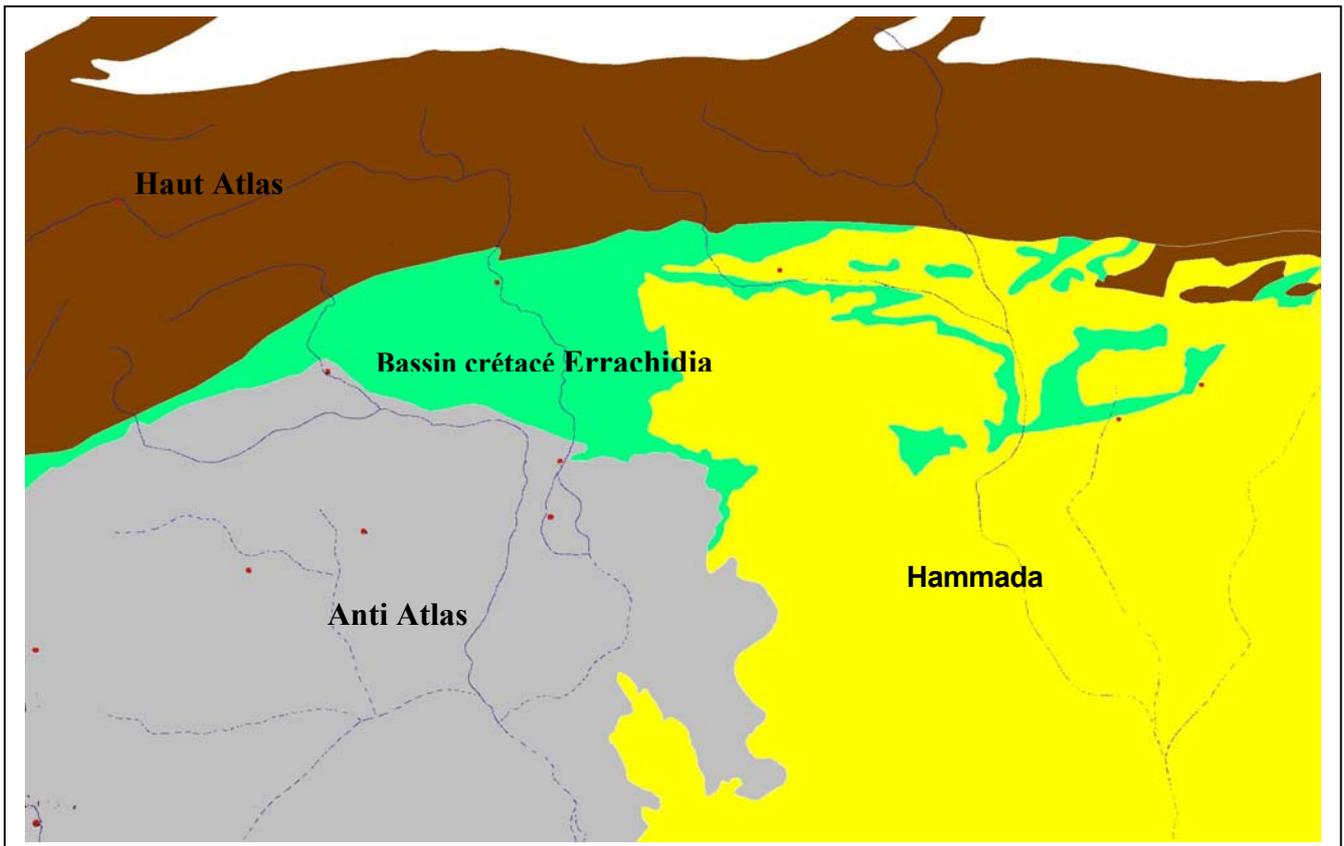


Figure 7 : Cadre géologique général de la région

Nappe de l'Ifracénomanien

L'aquifère infracénomanien est situé dans les grès et des sables avec des intercalations parfois d'anhydrite. Cette nappe est libre et contribue à l'irrigation des palmeraies et des superficies des particuliers par le système des *khettarats*¹ et des *motopompes* [1a, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

La population de Tinjdad et de Goulmima (à l'Est) est alimentée en eau potable par l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) à partir d'un puits dans

¹ *Khettarats* : Galerie drainante qui ramène par gravité de l'eau de la nappe jusqu'à la surface du sol.

l'Infracénomanien [16, 19]. celui ci se situe dans la localité dite **TADART NOUMEIRA** au nord de Ferkla (*figure, 3*).

Nappe de Quaternaire

Cette nappe est dite Quaternaire, ou nappe alluviale ou nappe phréatique. Elle se rencontre au Nord dans le bassin crétacé d'Errachidia (Infra-Cénomanien) et au Sud dans l'Anti Atlas. Elle est surtout plus étendue le long de l'axe central de Ferkla (le long de oued Ferkla). Les roches réservoir [19, 21] sont surtout des sables et des conglomérats qui se déposent en discordance sur les schistes du Paléozoïque (bien connue ici par "*Salça*") et parfois sur le Précambrien mais plus au Sud (*figures 7 et 8*).

Son écoulement est très variable. Elle a une étendue très limitée car elle reste cantonné aux lits majeurs des oueds. Son hydrodynamisme est très variable du fait de l'hétérogénéité des alluvions et elle est très vulnérable aux changements climatiques et aux actions anthropiques [5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

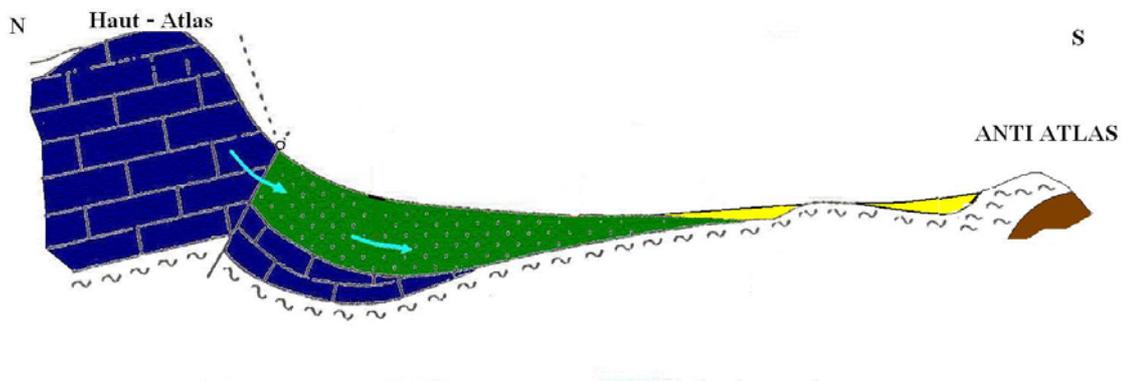
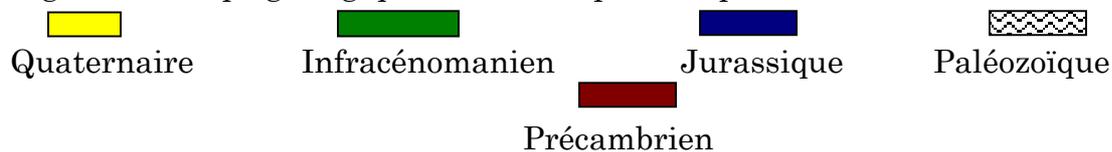


Figure 8 : Coupe géologique Nord -Sud passant par Ferkla.



Echelle : ----- 10 km

Apport de la chimie à la connaissance de la nappe quaternaire et infracénomaniennne

Dans le cadre du programme de surveillance de la qualité de l'eau, la Direction Régionale d'Hydraulique d'Errachidia (DRH) organise des campagnes de mesures [21] pour des analyses in-situ, et des prélèvements des échantillons pour les analyses chimiques (*tableau IX*). Cette opération tient compte du sens des écoulements.

Dans le cadre de cette bourse et d'autres collaborations avec la DRH d'Errachidia, nous participons à ces campagnes dans le but de définir les caractéristiques physiques de l'eau (T°, pH, etc.), les ions majeurs mais aussi les isotopes dans le but de bien définir l'origine précise de l'eau.

Dans quelques endroits à Ferkla, la salinité est importante car la nappe est en contact avec des formations schisto-gréseuse du Paléozoïque et/ou du Précambrien (PII) mais surtout de l'Infracénomaniennne qui renferment des évaporites.

Deux autres paramètres peuvent expliquer également cette augmentation de la salinité en aval de l'oasis [19] :

* le paramètre climatique : l'évaporation qui augmente suite à l'augmentation de la température vers le Sud et,

* la texture fine et la nature des éléments qui renferment l'aquifère dans ces plaines non favorable à un bon écoulement (Porosité faible).

Les nitrates apparaissent au cours de la phase de nitrification du cycle de l'azote organique. D'après les normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'ion NO_3^- est considéré nocif à partir de 45 mg/l.

Dans notre cas, le taux des nitrates est variable d'un puit à un autre mais quelques uns montrent tout de même des valeurs assez élevées, il s'agit surtout du puit 1358/56 (*tableau III*).

Ces taux assez élevées de nitrates sont à lier très probablement aux activités domestiques (fosses septiques) ou à des contacts probables avec des formations paléozoïques (schiste bitumineux du Silurien en particulier). Pour les puits 1360/56 et 1449/56, l'origine est probablement agricole car ces régions connaissent une activité agricole assez intense (engrais azotés).

Les eaux du bassin de Ferkla sont caractérisées chimiquement par les faciès suivants :

- *chloruré sulfaté calcique et magnésien et chloruré sulfatés sodique et potassique.*
- *bicarbonaté calcique et magnésien.*

Les principaux résultats obtenus (*tableau IX*) vont être confrontés à d'autres résultats obtenus dans d'autres régions du bassin versant de Ghèris et vont faire l'objet d'une publication dans une revue internationale, très probablement le Compte Rendu de l'Académie des Sciences (CRAS) et d'une soutenance de thèse nationale marocaine que nous co-encadrons.

Tableau IX: Données Hydrochimiques (en mg/l).

N° IRE	Nom	T°C (eau)	pH	Cond Us/cm	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	TA C (°F)
1445/56	El Khorbate	20,1	7,2	1235	0,048	92,9	2,97	135	51	186	<0,031	59,2	398	0	100	32,62
1449/56	Asrir	19,3	7,11	3615	0,134	399,9	35,15	208	150,7	706	0,174	54,4	610	0	415	50
1476/56	Gardmeit	20,2	7,14	2235	0,056	163,7	7,3	244	107	386	0,033	70,5	410	0	341	33,61
1357/56	Sidi Houari	20,7	7,75	1500	0,102	194,5	8,55	93	61,2	266	<0,031	14,9	444	0	167	36,39
1438/56	Sat	21	7,56	1100	0,058	69,3	2,01	139	43,4	213	<0,031	31,8	220	0	139	18,03
1360/56	Izelf	21,2	6,95	1840	0,128	192,8	30,65	172	65,6	168	0,328	54	1088	0	78	89,18
1358/56	Igli	20,6	6,46	3100	0,044	320	15,14	284	114	383	0,134	150,8	1113	0	386	91,23

EVOLUTION ET GESTION DE L'EAU A FERKLA : PASSE, PRESENT POUR QUEL FUTUR ?

RESSOURCE ET GESTION DE L'EAU A FERKLA DANS LE PASSE

Compte tenus des enquêtes que nous avons pu faire dans la cadre de cette bourse MAB (*Man and Biosphere*) et de nos activités associatives d'une part et de nos observations en tant que originaire de cette oasis mais aussi grâce aux travaux antérieurs [5] d'autres part, les ressources en eau dans cette région étaient comme suit : 61 % d'eau est pérenne, 30% est souterraines et 9% provient des crues [5, 6]. L'Homme de Ferkla utilisait alors l'eau des rivières, des crues et des sources pour son alimentation et pour l'agriculture. Il a également exploité les eaux souterraines (puits) par des moyens traditionnels bien connus dans toute la région qui sont *Oughrou*² (*photographie 5*) et les *Khettarats* (*photographie 6*) mais aussi par quelques motopompes (*photographie 7*) de coopératives [1, 5, 6, 7,

² *Oughrou* : Système de puisage au moyen d'une outre bousculante dite «Dlou» à traction animale ou humaine.

19, 20] pour développer une culture bien adaptée aux conditions écologiques [1, 19] de la région (cultures arbo-fruitière, maraîchère, fourragère, légumineuse, céréalières, etc.) et un élevage bien caractéristique et assez varié (*tableau XI*).

Les "archives" pédologiques et sédimentologiques bien réparties le long des principaux oueds de Ferkla (*photographie 2*) et leurs affluents ont pu garder la mémoire des modifications des changements climatiques et anthropiques du passé. Ces "archives" doivent être, toutefois, considérées avec plusieurs hypothèses chronologiques possibles.

Les méthodes de datations radiométriques accompagnées d'études plus fines du terrain et de laboratoire vont permettre de mettre en évidence plusieurs coupures morphoclimatiques.

L'étude des carbonates continentaux quaternaires (paléolacs) qui se répartissent le long des axes des oueds ou non de la région de Ferkla et par comparaison à ce qui est connu dans d'autres régions à Goulmima et à Yerdi ([12, 13, 19] permet de conclure qu'au cours de leur genèse, ils ont pu enregistrer des informations et des événements très importants. En effet, leur mise en place et leur histoire dépendent en grande partie de ce qui se passe en amont dans le Haut Atlas. Les précipitations qui y tombaient abondamment, le couvert végétal devrait être beaucoup plus dense pendant ces périodes et en conséquence les nappes, profondes et superficielles, devraient être très bien alimentées et donc saturées [19].

Les prélèvements de l'eau dans la nappe alluviale par ces méthodes traditionnelles, compte tenu des restrictions qui s'appliquaient à l'exploitation de l'eau d'une part et à la saturation de la nappe d'autre part (eau fossile) [3, 19] étaient négligeables et n'avaient pas entravé l'équilibre écologique.

Les sécheresses qui se sont succédées ces dernières années sur le Maroc en général [2a, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 21] et plus particulièrement au Sud ont causé un important déficit en eau potable et d'irrigation, ce qui a incité l'Homme de Ferkla à surexploiter l'eau souterraine par les méthodes modernes (motopompes) [2a, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 21].

Celles ci se substituent aux méthodes traditionnelles, en effet, l'Oughrour a complètement disparu de la région et seulement 28 *khettarats* sont encore actives [1c, 19, 20, 21, 22]. Nous citons ici quelques exemples (*tableau XII*) :

D'après l'exploitation de l'eau à Ferkla, trois unités ont pu être distinguées :
* La partie amont qui est alimentée uniquement par les motopompes. Il s'agit d'exploitations récentes et de tailles souvent importantes.

* La partie centrale comporte un certain nombre de périmètres, dépendant d'un ou plusieurs seuils de dérivation à partir des Oueds (*tableau X*) et d'un nombre important des stations de pompage.

* La partie avale est surtout alimentée par les *khettarats*.

<i>Tableau X : Liste et caractéristiques des barrages de dérivation de Ferkla</i>						
Nom du barrage	Oued		Ksar	Superficie dominée (ha)	Besoin annuel Mm ³	Observation
Mohamed V	Ferkla	rive	Khorbat	108	0.91	Barrage fusible
Tamazirt			Khorbat	69	0.58	Barrage en bon état
Satt	Ferkla		Satt	180	1.52	Barrage partiellement
Asrir	Satt		Ait Frah	228	1.92	détruit
Ait Hammou	Ferkla	rive	Ait Lahcen	66	0.55	Barrage en bon état
Ait Assem	gauche		Ait Assem	126	1.06	Barrage en bon état
Taiyrza	Ferkla	rive	Tairza	74	0.624	Barrage en bon état
Talalt	gauche		Talalt	48	0.405	Barrage détruit
Gardmeit	Ferkla	rive	Gardmeit	222	1.87	Barrage en bon état
Tighfert	droite		Tighfert	98	0.82	Barrage en bon état
Tighfirt	Tanguerfa		Lahsini	70	0.59	Barrage en bon état
Lahsini	Tanguerfa		Ait Mameur	173	--	En cours de
Khorbat	Satt		Khorbat	360	1.46	restauration
Ras Sdaf	Tanguerfa		Khorbat		3.04	Barrage en bon état
	Tanguerfa					Barrage en bon état
	Ferkla					
	Satt					
	Ferkla	rive				
	droite					

<i>Tableau XI : Elevage à Ferkla</i>					
Espèces	Bovins	Ovins	Caprins	Camelins	Equins
Nombre	1050	13 100	16 800	400	1005

Tableau XII : Khettarat encore active par commune à Ferkla (Rapport provisoire de la JICA/ORMVA/TF 2003) [remanié]

N° ordre	Désignation	Périmètre	Commune rurale	Population	Superficie en ha	Debit (l/s)	Long (ml)
1	Bakassia	Tizagaghine	Ferkla Soufla	90	40	2	3000
2	Maamrya	Tizagaghine	F. Soufla	56	30	2	2900
3	Ami Hassan	Tizagaghine	F. Soufla	60	40	2	2600
4	Lakbira	Tizagaghine	F. Soufla	50	35	3	2500
5	El Mehdia	Tizagaghine	F. Soufla	25	10	2	2000
6	Atti kaida	Tizagaghine	F. Soufla	70	35	2	2500
7	Regaga	Ait Ba Maati	F. Soufla	446	6	2	1800
8	Mouyjna	Ait Ba Maati	F. Soufla	446	8	2	2000
9	Ait My el Mamoun	Ait My el Mamoun	F. Soufla	506	19	2	2200
10	Litama	Litama	F. Soufla	150	11	6	1800
11	Ait Oulgheme	Dar Oumira	F. Soufla	521	33	3	2000
12	Dar Oumira Lakdima	Dar Oumira	F. Soufla	521	22	3	2250
13	Ikhf N'lghir	Dar Oumira	F. Soufla	500	10	3	1500
14	Dar Oumira Jdida	Dar Oumira	F. Soufla	521	36	3	4400
15	Azag N'ouchene	Azag N'ouchen	F. Soufla	953	9	5	2500
16	Izilf	Izilf	F. Soufla	1193	30	4	7000
17	Charbate Maha	Ksiba	F. Soufla	935	7	1	900
18	Diba	Ksiba	F. Soufla	935	14	1	2200
19	Ait Ben Amar	Ait Ben Amar	F. Soufla	610	44	4	2500
20	Cheikh	Ktaa Oued	F. Soufla	2052	13	3	2300
21	Tamagourte	Tamagourte	F. Soufla	935	3	1	500
22	Khamssine	Ktaa Oued	F. Soufla	2052	4	2	1400
23	El Mach	Ait Ben Omar	F. Soufla	610	4	2	1700
24	Tighfarte	Tighfarte	F. Soufla	1986	40	6	9000
25	Toughache	Toughache	F. Oulia	218	8	2	1500
26	Taghya	Taghya	F. Oulia	288	10	2	1400
27	Ait M'hmed	Ait M'hmed	F. Oulia	521	22	3	2500
28	Ihandar	Ihandar	F. Oulia	240	16	2	1000

Plusieurs régions de l'oasis connaissent une extension [1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 21] assez importante des terrains d'agricultures (*figure 9*). Cette extension importante de la céréaliculture et de l'arboriculture a eu lieu jusque dans les plaines sablonneuses, terre de parcours,

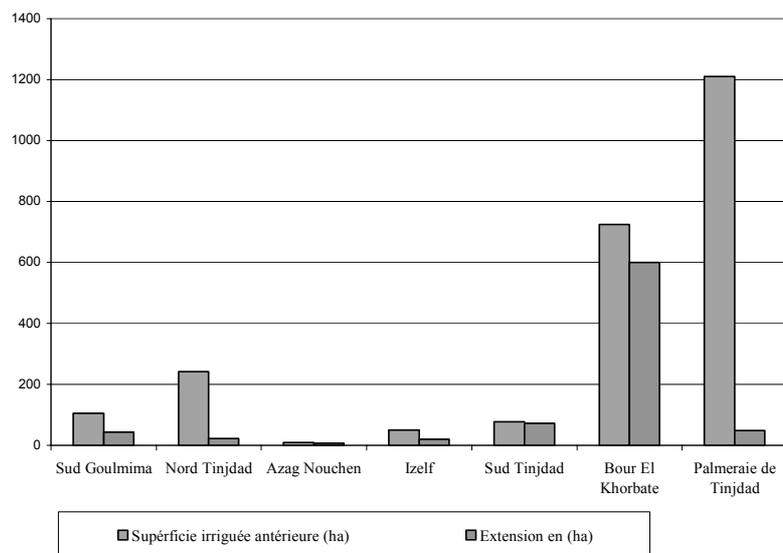


Figure 9 : Extension des zones d'irrigation dans l'oasis de Ferkla pendant 10 ans (1988/89-1998/99)

Bour El Khourbate	Bour El Khourbate et Ras Sdaff
Sud de Tinjdad	Aït Darouich, Aït M'Hamed, Imalouane, Ihander, Taghia et Taghoucht
Sud Goulmima	Tizgaghine, Aït ba Maati, Aït My El Mamoune
Palmeraie de Tinjdad	Centre de Tinjdad, Khourbate, Amellel, Aït Assem, Tighdouine, Gardmeit, Satt, Lahcini, Asrir, Tayrza, Talalt, Tighfert, Zaouia
Nord de Tinjdad	Dar Oumira, Kh litama, Lakssiba, Aït ben Omar, Ktâ El Oued, Aït oulghoum

Cette extension a eu lieu surtout vers la fin des années soixante dix et elle a atteint son apogée la décennie qui suit. Les investisseurs sont surtout des immigrants marocains de Ferkla ou non en France.

Au début de ces exploitations (*tableaux XIII et IV*), les rendements étaient très importants. Ce qui a incité quelques habitants des autres ksours ou des autres régions de la province ou carrément d'ailleurs à venir s'installer et investir à Ferkla.

C'est la localité dite Bour El Khourbate (*tableau XIV*) qui a, surtout, fait l'objet d'un investissement intense dans l'agriculture en multipliant l'utilisation des motopompes de plus en plus modernes et beaucoup plus puissantes. Leur nombre officiel est plus de 1000 [1] mais le chiffre réel [6, 7, 8] est largement supérieur, environ 5000.

Au début, les motopompes peuvent fonctionner des journées entières sans arrêt et avec des débits qui peuvent atteindre 90 l/s [5, 6, 7, 8].

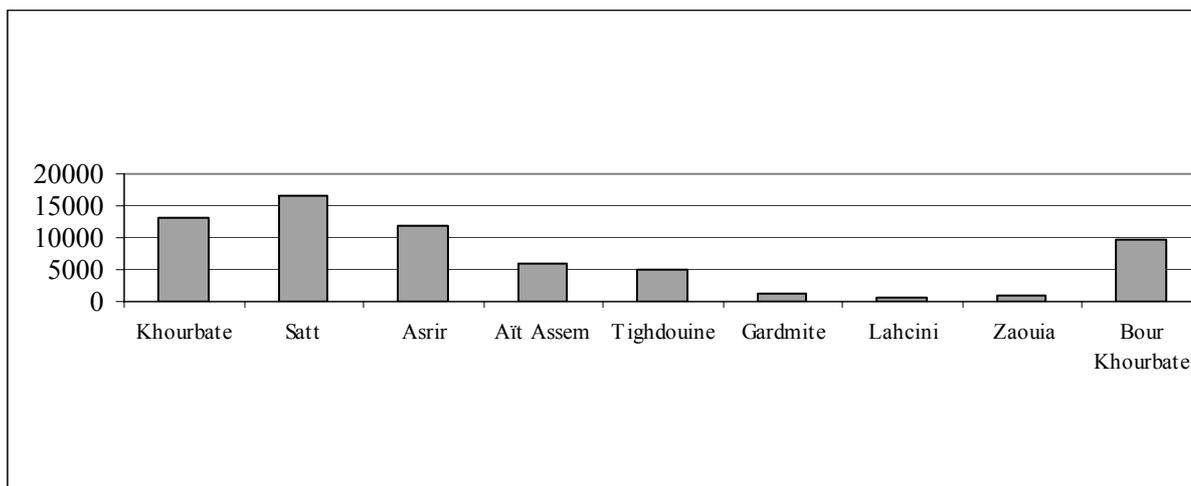


Figure 10 : Régression de la quantité des palmiers dattiers à Ferkla

GESTION ACTUELLE DE L'EAU A FERKLA

Tous les oueds sont pratiquement asséchés mais peuvent transporter des quantités considérables de l'eau pendant des crues 57Mm^3 [23]. Ces eaux d'épandage peuvent être utilisés pour l'irrigation des palmeraies et contribuent à l'alimentation de la nappe quaternaire. Celle-ci coule dans des formations du Quaternaire à faciès variés (*tableau IV*) sur une épaisseur de 15 à 20 m (*photographie 2*).

Les prélèvements sont effectués par un grand nombre de puits équipés de groupes de motopompes (*tableau XIV*) dont le débit total est estimé à 650 l/s [21]. Les prélèvements sont concentrés dans la zone d'extension amont de la palmeraie (El Khorbat) (*tableau XIV*)

Les palmeraies d'Aït Ben Omar, de Lksiba N'igouramine et de Tadart N'oumera situées au Nord de Tinjdad (*figure 3*) exploitent une nappe phréatique qui est alimentée par les infiltrations de pluie sur le glacis et par abouchement avec l'aquifère infracénomannien. Ce dernier mode d'alimentation explique la moindre sensibilité de cette nappe à la sécheresse. Les prélèvements sont constitués par des Khettarats (33 l/s) et des puits (16 l/s) [21].

Les palmeraies de Tinjdad et Nord Tinjdad prélèvent en outre $33\text{Mm}^3/\text{an}$ sur les ressources en eau souterraines (Khettarats et pompages), auxquels s'ajoutent $5\text{Mm}^3/\text{an}$ d'eau de crue dérivée [21].

L'écrasante majorité des puits et des Khettarats de Ferkla ont tari [19]. Seuls les exutoires primaires (profonds) et quelques Khettarats ont résisté aux aléas climatiques et à l'action de l'Homme.

La persistance de quelques *khettarats* (*tableau XII*) en quelques endroits de l'oasis [6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22] peut s'expliquer par trois principales raisons qui sont :

- l'Homme de ces régions a pu développer des lois et des restrictions inviolables qui limitent l'exploitation de l'eau,
- les surfaces d'irrigations disponibles sont très limitées et enfin à,
- la puissance de l'aquifère (quaternaire ou infracénomannien, précambrien ?)

Actuellement, la durée de fonctionnement des motopompes, par journée, pour celles qui fonctionnent encore, quelques dizaines, est de l'ordre de quelques minutes (5 mn) à moins d'une heure. L'agriculteur a utilisé les moyens de bord pour augmenter le volume de rétention des puits en procédant d'une part au creusement des galeries souterraines dans tous les sens (10 à 30 m) et à la multiplication des forages à la recherche de la deuxième nappe, non quaternaire [6, 7, 8, 19, 21].

Tableau XIV : Bilan des prélèvements d'eau et superficies irriguées par pompage (DRH, 2004).

Nom du Ksar	Q prélevé l/s	Volume annuel prélevé Mm ³	Surface irriguée ha	Nombre. de pieds d'arbres
Sat	66.78	2.13	163.35	6794
Aït Assem	72.67	2.30	170.45	9363
Asrir	21.06	0.64	120.50	6536
Tighdouine	62.42	1.70	78.75	2955
Gardmeit	13.34	0.42	26.05	1473
Tighferte	7.51	0.24	55.00	3736
Zaouia.S.Haouari	27.86	0.88	129.00	8647
Aït Ba Maati	18.32	0.58	66.70	3732
Tayarza	5.14	0.16	19.75	-
Tinjdad	1.79	0.05	3.00	-
Bour El Khourbat	247.62	8.61	813.00	-
Dar Oumira	19.70	0.62	51.25	-
Toughach	41.12	0.39	64.05	-
Tizougharine	39.30	1.25	97.80	-
Iself	19.80	0.52	64.00	-
Total	664,43	20.49	1922.65	43236

CONSEQUENCE

L'effet conjoint de cette exploitation intense et du déficit d'alimentation surtout pendant les années de sécheresse 1979-1987 et 1996 a provoqué une baisse spectaculaire de la nappe alluviale qui est la plus sollicitée ce qui a engendré par conséquent la dégradation des conditions écologiques, lourdes de conséquences, pour toute la population et surtout pour les agriculteurs de l'oasis (perte des années de travail, des capitaux, etc.). En effet, les rivières et les puits sont secs, les Khettarats et les résurgences ont tari, les sols ne sont plus exploités et abandonner au fil des ans laissant à l'érosion éolienne la primauté sur ces aires, les infrastructures socio-économiques sont menacés par l'envahissement du

sable, le couvert végétal est dégradé avec une vitesse inimaginable. Le palmier dattier est dans un état catastrophique (*photographie 8 ; figure 10*) même si par endroit il a pu être survécu sous forme de petits îlots dans des endroits encore irrigués malgré la pénibilité et les dépenses que tout cela nécessite pour le propriétaire.

Ce manque d'eau affecte en grande partie le revenu de l'agriculteur et déstabilise la population en favorisant l'exode vers les régions voisines, vers les villes ou même actuellement vers l'étranger notamment vers l'Europe (France, Italie et Espagne). La valeur foncière des terres est également affectée par cette crise, le prix du mètre carré a diminué terriblement par rapport au début des années 80 (de 1000 dh à moins 100 dh) [7, 8, 19].

Les effets de la sécheresse ont pour conséquence, une mutation profonde de tout le système oasien. En effet :

- La diversité génétique, bien adaptée aux conditions hydriques, pédoclimatiques et socio économiques de tout le système oasien et bâtie avec le temps par des civilisations qui s'y sont succédées, est vraiment menacée de disparaître.
- Les *khettarats tariés*, les puits, les lits des oueds mais surtout *Tirguines*¹ (*souaguis*,) sont devenus des dépôts d'ordure ou carrément des fosses septiques.
- Les *Khettarats* encore actives sont de plus en plus vulnérables face aux changements climatiques et surtout aux actions anthropiques [17, 19, 21].

Face à cette situation de plus en plus alarmante et de plus en plus inquiétante, l'Etat marocain a réagi en partenariat avec des bailleurs de fond étrangers (FIDA, PNUD, Banque mondiale, etc.) mais aussi avec la société civile (ONGs et associations) pour subvenir aux besoins d'une population de plus en plus exigeante par la multiplication des forages pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable, la multiplication de la construction des barrages de dérivations (*tableau X*).

¹ *Tirguines* : Targa au singulier, mot amazigh qui signifie souaguis en arabe (séguia au singulier). Ce sont des canaux d'irrigation.

PRINCIPAUX PROJETS DU DEVELOPPEMENT REALISES PAR QUELQUES ORGANISMES NON GOUVERNEMENTAUX (ONG)

Conscient et convaincu par le rôle que peuvent jouer les associations dans la conservation et la gestion rationnelles des ressources naturelles dans cette oasis (Ferkla), un groupe de personnes a pris l'initiative de créer une association dite : **ASSOCIATION OASIS FERKLA POUR L'ENVIRONNEMENT ET LE PATRIMOINE [AOFEP]**.

Cette association, que j'ai l'honneur de présider, a retracé dans ses objectifs liés à l'environnement (CHAPITRE PREMIER : Dénomination – Siège – Objectifs ; article 3 du statut de l'association) ce qui suit

A - Maintien des écosystèmes de l'oasis :

- Sensibilisation de la population pour la protection de l'environnement et ses effets sur le développement socio-économique de la région.
- Lutte contre les effets de la sécheresse, de la désertification, de l'ensablement et l'érosion.
- Protection des espaces verts et contribution à en créer d'autres.
- Contribution à mettre fin à l'expansion des ordures ménagées.
- Contribution de l'association dans la prévention et la lutte contre les maladies contagieuses émanantes de l'eau et de l'air.
- Participation de l'association à renforcer les recherches géologiques et hydrogéologiques dans la région.

Pour la réalisation des objectifs suscités, l'association envisage :

- La Participation de tous les intervenants de la société civile pour la sauvegarde du palmier dattier.
- l'Encadrement et la participation des citoyens dans la protection des écosystèmes et l'équilibre naturel.
- Sensibilisation des citoyens sur les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources en eau, sur la faune et la flore de l'oasis.
- La Sensibilisation des citoyens sur la nécessité d'une meilleure gestion des eaux superficielles et souterraines ainsi que leur meilleure qualité pour le bien du citoyen.

Depuis sa création le 13/05/2001, elle a pu démarrer quelques projets ayant pour **objectifs** de contribuer au **développement durable de ces écosystèmes classés par l'UNESCO** comme étant une **Réserve de la Biosphère** (voir site web : aofep.ht.st).

Projet 1 :

Titre du projet : «Appui à la conservation des Oasis du sud Marocain : cas de l'oasis de Ferkla».

Ce projet qui est financé par le PMF/FEM/PNUD vise pour principal objectif la conservation et la réhabilitation de l'Oasis de Ferkla. Nous présentons ici quelques photographies du Hamam solaire qui est construit dans l'oasis de Ferkla pour la population du ksar Talalt et environs (*photographie, 10, 11, 12*). Il a pour but entre autres de limiter la destruction du couvert végétal.

Projet 2 "AMAL" (Espoir)

Titre du projet : «Réhabilitation et Renforcement des ressources en eau dans l'oasis de FERKLA par l'aménagement d'une khettarat : Palmeraie d'Ihandar (Ferkla El Oullia, Tinjdad, Errachidia, Maroc) ».

Ce projet qui est financé par l'Agence de Développement Social (ADS- Maroc) a pour objectif principal la lutte contre la pauvreté en augmentant le débit des khettarats (*photographies, 13, 14, 15, 16*).

Projet 3 :

Titre du projet : « *Projet de recherche pour le transfert des responsabilités de la gestion de l'irrigation* »

Ce projet à Ferkla qui a pour partenaire l'ORMVA/TF et l'AOFEP est un don du FIDA qui vise pour principal objectif, la contribution à la création, à la formation et à la sensibilisation des AUEAs (Association des Usagers de l'Eau en Agriculture) pour une gestion rationnelle de l'eau d'irrigation (*photographies, 17, 18*).

ACTIVITÉS DE RECHERCHE REALISEES

Dans le cadre de cette bourse du programme de recherche MAB, nous avons pu participer à des manifestations scientifiques à l'échelle nationale (Rabat, Meknès et Erfoud) et internationale (Orléans, France) pour diffuser et présenter les principaux résultats scientifiques obtenus dont deux publications sont en cours :

❖ Orléans, France

Colloque International

“ Quaternaire et Changements Globaux : Bilan et Perspectives”

Hommage au Professeur Hugues FAURE

“ Quaternary and Global Changes : Review and New Issues ”

In Honour to Professor Hugues FAURE

Le 03 Juin 2004

Titre de la communication :

Impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en Eau dans les Oasis de Sud Marocain : Cas de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc).

Lahcen KABIRI

Cette communication rentre dans le cadre du programme de recherche MAB/Bourse UNESCO/ Jeunes Chercheurs/2003.

Résumé

L'oasis de Ferkla est l'une des principales oasis de Sud Marocain qui font parties de l'aire désignée par l'UNESCO de Réserve de la Biosphère des Oasis de Sud marocain (RBOSM).

Le contexte hydrologique de ces oasis reste principalement influencé par une irrégularité annuelle et une variabilité inter-annuelle très marquées des précipitations.

La région a connu plusieurs périodes de sécheresses : 1913-1918, 1927-1931, 1933-1939, 1945-1947, 1955-1957, 1973-1976, 1979-1984, 1987-1988, 1993-1995 et 1998-2001[1, 2a, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12] ce qui a entraîné une augmentation du nombre des stations du pompage qui ont remplacé progressivement les systèmes traditionnels d'exploitations (*Oughrou, Khettara*, etc.).

L'effet conjoint de cette exploitation intense et du déficit d'alimentation en eau a provoqué une baisse spectaculaire de la nappe alluviale.

L'origine, la répartition et les propriétés des eaux souterraines dans cette oasis sont étroitement dépendantes des conditions climatiques et des structures géologiques qui lui sont propres [2, 3, 5.6, 7, 8, 9, 11, 12].

Mots clés : Géologie, Eau, Climat, Homme, Oasis, Ferkla, RBOSM, Maroc.

❖ Rabat, Maroc.

Séminaire organisée par *l'Association Marocaine de l'Agro- Economie (AMAEco)*,
sous le thème de « Développement des zones arides et semi-arides de la région
méditerranéenne » : Atouts, contraintes et perspectives de développement des
zones arides et semi-arides dans les pays du pourtour méditerranéen.
Rabat, 4-5 Décembre 2003.

Les Ressources en eaux dans les Oasis de Sud Marocain : cas de Tafilalt, Ghèris et de Ferkla (Errachidia, Maroc).

L. KABIRI

Résumé

Les oasis de la province d'Errachidia sont classées par l'UNESCO comme étant une réserve de la biosphère

Actuellement ces oasis souffrent de plusieurs problèmes que seule une approche, qui tend à intégrer les réalités du terrain, les enseignements tirés d'expériences passées, les enjeux en rapport avec les évolutions récentes aux niveaux national, méditerranéen et international et les stratégies des acteurs, qui peut contribuer à leur sauvegarde.

Des populations en pleine expansion exercent des pressions sans précédents sur les ressources naturelles mais surtout sur l'eau, d'où le besoin urgent de nouvelles méthodes de planification et de gestion de ses ressources si l'on veut renverser le processus de dégradation de l'environnement.

Les ressources en eau dans ces régions sont limitées de point de vue qualitatif et quantitatif. Le Haut Atlas constitue en fait le « château d'eau de ces régions ce qui veut dire qu'en grande partie, tout le système y dépend

La région connaît un important déficit en eau d'irrigation, à cause des sécheresses prolongées qui affectent ces régions déjà fragiles mais aussi et surtout à cause du comportement humain. En effet dans certaines oasis le motopompage qui a remplacé les systèmes traditionnels d'exploitations (Oughrou, Khettarat. Etc.) a provoqué une baisse spectaculaire de la nappe alluviale qui est la plus sollicitée. Dans d'autres c'est l'ensablement qui est menaçant, il s'agit par exemple de Jorf (Erfoud).

L'intervention de l'UNESCO par l'attribution de ce label va dans le sens de la sauvegarde de la biodiversité des Oasis du Sud marocain.

***Cette communication rentre dans le care de la bourse UNESCO/MAB/ Jeunes
Chercheurs/ 2003***

❖ Meknès, Maroc

Colloque International sur la gestion et la préservation des ressources en eau, 24 et 25 septembre 2004, Meknès, Maroc.

Université Moulay Ismaïl, Faculté des sciences, Meknès, Maroc
U.F.R. Qualité et Fonctionnement Hydrobiologique des Systèmes Aquatiques

Titre : **CONTRIBUTION AU DEVELOPPEMENT DURABLES DES OASIS DU SUD MAROCAIN : CAS DE FERKLA (TINJDAD, ERRACHIDIA, MAROC).**

Lahcen KABIRI¹⁻²

[1] Laboratoire des Formations Superficielles (L.F.S.) : Sciences du Climat, de l'Environnement, de l'Eau et du Patrimoine (LFS/SCEEP]. Email : kabirou@hotmail.com ou kabiri_lahcen@yahoo.fr

[2] Association Oasis Ferkla pour l'Environnement et le Patrimoine (AOFEP), Tinjdad, 52006, Errachidia, Maroc. E-mail : aofep2001@hotmail.com, web : aofep.ht.st

Résumé

Au cours des siècles, des sociétés humaines se sont succédées et ont organisé l'espace oasien de Tafilalt en utilisant des coutumes et des méthodes traditionnelles basées sur la maîtrise de l'eau.

Les ressources en eau dans les Oasis du Sud Marocain sont rares et disproportionnées. Les demandes sont de plus en plus croissantes à cause de l'évolution démographique, du développement agricole et des sécheresses qui deviennent de plus en plus longues.

Au début des années quatre vingt, la région a connu une augmentation du nombre des stations du pompage qui ont remplacé progressivement les systèmes traditionnels d'exploitations qui sont essentiellement *Oughrou* et les *Khettarats*.

En amont de ces oasis, les ressources en eau souterraines (crétacé et jurassique) et superficielles sont assez importantes par contre dans la partie avale ces ressources sont très limitées aussi bien quantitativement que qualitativement.

La fragilité du secteur eau, est accentuée par l'exploitation abusive des nappes, surtout Quaternaire, et par les différentes formes de pollution auxquels les différents écosystèmes aquatiques sont soumis. La pénurie en eau, due à différents facteurs tant climatiques qu'anthropiques nécessite de définir une stratégie de gestion des ressources en eau dans cette région du Maroc. En effet, une prise de conscience pour la gestion de l'eau prend de plus en plus une dimension assez importante dans ces régions et surtout dans l'oasis de Ferkla.

Quelques résultats des activités de recherche et du développement, actuellement en cours dans l'Oasis de Ferkla et qui ont pour objectif principal l'appui à la conservation et au développement durable des oasis du Sud Marocain, vont être présentés dans cette communication.

Cette communication rentre dans le cadre de la bourse UNESCO/ MAB/ Jeunes Chercheurs/ 2003

❖ Erfoud, Errachidia, Maroc

**SYMPOSIUM INTERNATIONAL : DEVELOPPEMENT
AGRICOLE DURABLE DES SYSTEMES OASIENS**

Thème 3. Gestion durable des ressources naturelles de l'espace oasien (eau, sol, biodiversité végétale et animale).
07-10 Mars 2005, Erfoud au Maroc

**GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LES OASIS DE SUD
MAROCAIN : CAS DE FERKLA
(TINJDAD, ERRACHIDIA, MAROC).**

Lahcen KABIRI¹⁻²

[1] Laboratoire des Formations Superficielles (L.F.S.) : Sciences du Climat, de l'Environnement, de l'Eau et du Patrimoine (LFS/SCEEP). Email : kabirou@hotmail.com ou kabiri_lahcen@yahoo.fr

[2] Association Oasis Ferkla pour l'Environnement et le Patrimoine (AOFEP), Tinjdad, 52006, Errachidia, Maroc. E-mail : aofep2001@hotmail.com, web : aofep.ht.st

Résumé

Le Tafilalt qui se présente comme un chapelet d'oasis se situe dans la zone pré saharienne sud atlasique et s'étend sur une superficie estimée à 70.000 km² dont 60 000 ha est irriguée. Elle englobe quatre bassins versants qui sont : le Ziz, le Ghèris, le Guir et le Maeder. L'oasis de Ferkla qui est l'une des principales oasis du Tafilalt se localise dans le bassin versant de Ghèris.

Les oasis du Sud du Maroc recèlent, non seulement des trésors de biodiversité et de géodiversité, mais également une civilisation millénaire de l'aride qui possède encore un savoir-faire parfaitement en phase avec les normes, dites aujourd'hui de développement durable. C'est pourquoi l'UNESCO les a désignées comme étant Réserve de la Biosphère des Oasis de Sud marocain (RBOSM).

Compte tenu des enquêtes que nous avons pu faire dans ces oasis en général, dans le cadre de nos diverses activités de recherches [bourse **MAB & UNESCO « Man and Biosphere »** et projet **PROTARS 1999 « P2T3/13 »**] et **associatives**, mais aussi grâce aux **travaux antérieurs**, les ressources en eau dans ces régions proviennent en grande partie du Haut Atlas et varient considérablement de l'amont en aval. A Ferkla par exemple, 61 % d'eau est pérenne, 30% est souterraines et 9% provient des crues..

L'Homme de Ferkla et des autres Oasis a pu construire des barrages collinaires qui sont des retenues créées par une digue en terre dont la capacité va de quelques dizaines de milliers à un million de mètres cubes. Ils régulent les

flux hydriques et ont pu maintenir les populations en place en leur assurant de réelles possibilités de développement. Ces aménagements s'intègrent de façon naturelle dans le paysage sans créer de nuisance particulière.

Leur construction vise la mise à disposition d'une ressource en eau de manière disséminée dans le paysage pouvant servir à l'alimentation humaine, à l'abreuvement du bétail, à la micro-irrigation, à la création de nouvelles extensions agricoles etc.

Depuis longtemps, les oasiens ont pu exploiter les eaux souterraines (puits) par des moyens traditionnels bien connus dans toute la région qui sont *Oughrou* et les *Khettarats* mais aussi par quelques motopompes de coopératives pour développer une culture bien adaptée aux conditions écologiques de la région (cultures arbo-fruitière, maraîchère, fourragère, légumineuse, céréalières, etc.) et un élevage bien caractéristique et assez varié.

Les prélèvements de l'eau par ces méthodes traditionnelles, compte tenu des restrictions qui s'appliquaient à l'exploitation de l'eau, étaient négligeables et n'avaient pas entravé l'équilibre écologique à l'inverse de ce qu'on observe actuellement.

Mots clés : Géologie, Eau, Climat, Homme, Oasis, Ferkla, RBOSM, ONGs, Maroc.

Cette communication rentre dans le cadre de la bourse UNESCO/ MAB/ Jeunes Chercheurs/ 2003

Deux publications sont en cours d'une part dans une revue nationale (Publication de l'Université My Ismail (UMI) et d'autre part dans une revue internationale qui est : Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, CRAS, soumis).

ACTIVITE DE SENSIBILISATION, DE FORMATION ET DE COMMUNICATION POUR LES ACTEURS LOCAUX

Plusieurs ateliers et conférences et sorties sur le terrain ont été programmées et organisées pour des groupes cibles en collaboration avec des partenaires locaux et provinciaux dans le but de faire bénéficier le plus grand nombre d'individus et de secteurs possibles des résultats et données disponibles sur cette région d'étude et notamment le classement par l'UNESCO de ces Oasis du sud marocain, dont fait partie Ferkla, comme étant une Réserve de la Biosphère car elles témoignent d'une géodiversité et d'une biodiversité très importante.

Les groupes cibles et collaborateurs sont :

- ◆ Facultés des Sciences et Techniques d'Errachidia (FSTE), laboratoire des Formations Superficielles : Sciences du Climat de l'Eau, de l'Environnement et du Patrimoine (LFS/SCEEP), Université My Ismaïl (UMI), Maroc,
- ◆ Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA-TF),
- ◆ Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA),
- ◆ Office National de l'Eau Potable (ONEP),
- ◆ Délégations de la Culture, du Tourisme et de l'Education et la Jeunesse,
- ◆ Autorités provinciales et locales, etc.),
- ◆ Etudiants d'école, de collège, et d'université,
- ◆ Associations locales et surtout des femmes,
- ◆ Fonctionnaires à tous les niveaux,
- ◆ Secteur privé,
- ◆ Membres du personnel de la municipalité locale et des communes rurales,
- ◆ Coopératives agricoles,
- ◆ Association des Usagers de l'Eau Agricole (AUEAs),
- ◆ Groupements ethniques,
- ◆ *Chioukhs* des *Ksours*,
- ◆ Etc.

Un travail très important de sensibilisation, de formation et de communication, pour les AUEAs, les élèves (*photographie, 19, 20*), les associations locales féminines (*photographie, 21*) ou non, les collectivités locales, les groupements ethniques, les *Chioukhs* sur le terrain ou non, a été programmé et réalisé (conférences, ateliers, école de terrain, etc.).

Plusieurs enquêtes sur les ressources en eau et la piézométrie des puits ont pu être faites dans le cadre de cette bourse en partenariat avec l'AOFEP. Celles-ci vont être complétées en collaboration avec la DRH dans le cadre d'un Projet de Fin d'Etude (PFE) pour les étudiants de la maîtrise de l'environnement (FSTE, UMI, Maroc).

Les principaux résultats actuellement disponibles (dépouillement du questionnaire) indiquent qu'à Ferkla, la nappe phréatique (alluviale) reçoit d'une part les apports d'eau du versant nord de l'Ougnat et d'autre part et surtout du Haut Atlas dans sa partie septentrionale et médiane.

Les crues (*photographie, 23*) des principaux oueds (Ferkla, Ichem et Tangarfa) apportent des quantités considérables d'eau « 60 Mm³ » [21] et contribuent à la recharge de la nappe mais surtout à l'irrigation des palmeraies (*photographies 9 et 17*).

Un autre résultat très important aussi concerne la participation et le rôle de la population dans la gestion de l'eau en agriculture, il ressort en effet qu'il existe énormément de problèmes liés surtout à la pauvreté, à l'analphabétisme, à l'ignorance, aux conflits sociaux, au manque de volonté politique au moins localement. En effet, plusieurs infrastructures hydro-agricoles sont actuellement abandonnées et délaissées et ne permettent plus de contribuer à l'irrigation des palmeraies (*photographie 22*).

Les résultats importants obtenus de quelques principaux ateliers de sensibilisation et de formations qui ont été organisés au bénéfice de la population de Ferkla, à Tinjdad ou ailleurs, peuvent être résumés ainsi :

Atelier sur la gouvernance locale de l'eau :

La Région Hydraulique de Guir- Ghèris- Ziz d'Errachidia (DRH), la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia (FSTE), Université My Ismaïl, Meknès, Maroc et l'Association Oasis Ferkla pour l'Environnement et la Patrimoine (Tinjdad, Errachidia, Maroc) (AOFEP) ont organisé un atelier ayant pour thème « **La Gouvernance de l'eau dans les Oasis du Sud Marocain / Cas de Ferkla** (Tinjdad, Errachidia, Maroc) » le 24 Septembre 2004.

Cet atelier a été tenu au sein d'un séminaire, qui a pour thème : Foggara au Maroc : renforcer le réseau local ? Il a été organisé à Erfoud (Errachidia, Maroc) du 23 au 25 septembre 2004, par l'Université Moulay Ismaïl Errachidia- Meknès- Maroc, le Réseau INCOMED- FOGGARA, Sud- Timmi Adrar – Algérie, EPAU- Alger – Algérie, Université de Valence- Espagne, IPOGEA – Italie et Institut des régions Arides- Tunisie.

Cette activité vise pour objectif de :

- Dresser un bilan sur les ressources en eau dans cette oasis,
- Rassembler les informations sur les données scientifiques disponibles et celles qui manquent, coutumes et les traditions liées à l'eau dans cette oasis.

Cet événement a été un rassemblement pour des discussions et des débats ouverts au public et a été concrétisé par une liste de recommandation.

Il a été animé par Mrs A. ELMESSAOUDI, Directeur de la DRH et ses collaborateurs A. MAHBOUB et A. AMEZIANE et L. KABIRI, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia et Président de l'Association Oasis Ferkla pour l'Environnement et le Patrimoine (AOFEP, Tinjdad).

La DRH a exposé et a dressé un bilan sur les ressources en eau à Ferkla et a présenté quelques comparaisons par rapport aux ressources en eau dans d'autres régions du bassin versant de Ghèris et d'ailleurs (bassins de Ziz et de Guir).

Lahcen KABIRI a, quant à lui, retracé brièvement l'histoire géologique de la région et a expliqué le contexte hydrogéologique. Il a également présenté les causes et les conséquences de la désertification à Ferkla. Il a également rappelé quelques projets en cours de réalisation par l'association Oasis Ferkla pour l'Environnement et le Patrimoine AOFEP- Tinjdad). Il a insisté et a expliqué la signification du thème de l'atelier et l'importance de la gouvernance locale.

La parole a été donnée par la suite surtout aux agriculteurs et aux responsables des AUEAs ainsi présents avant d'ouvrir un débat qui a duré plus de deux heures.

Les **principales recommandations** issues de cet atelier peuvent être résumées ainsi :

- Renforcer les capacités des différents intervenants,
- Collecte des documents d'étude et de travaux,
- Etablir et réaliser des enquêtes (Inventaire des prélèvements),
- Actualiser la carte piézométrique,
- Interdire la reprise des pompages d'eau à usage agricole,
- Plus de sensibilisation et de formation pour les usagers de l'eau agricole,
- Réaliser des études de recharge artificielle de la nappe,
- Approcher et comprendre les principales interactions qui influencent l'évolution de l'écosystème oasien de Ferkla,
- Obtenir une meilleure connaissance de la nappe et de son environnement,
- Améliorer la gestion de la ressource eau (recherche d'eau souterraine, utilisation rationnelle des eaux d'irrigation, assainissement et réutilisation des eaux ...),
- Mobiliser les ressources supplémentaires par la construction des barrages notamment ceux de Timkit (sur oued Ifgh), d'Ifni (sur oued Ifni-Ichm) et de Taroucht (oued Taroucht),

Remerciement

Nous remercions vivement la DRH d'avoir assuré le transport des agriculteurs, des AUEAs et des représentants des groupements ethniques de Tinjdad à Erfoud pour participer à cet atelier.

ATELIER AVEC LES FEMMES ET ELEVES DU PRIMAIRE ET DE SECONDAIRE

Plusieurs séances de sensibilisation et de formations ont été assurées soit dans les écoles primaires et secondaire soit dans les sièges de l'AOFEP et d'autres associations locales partenaires.

Une importance particulière a été consacrée à la femme (*photographie, 21*) et à l'enfant. En effet plus de 2000 femmes et de 1000 élèves ont bénéficiés des cours de l'éducation écologique et de lutte contre l'analphabétisme.

Les élèves ont eu droit aussi à des séances de travail sur le terrain (*photographies 19 et 20*) et en classe sur l'importance et le rôle de l'eau, de l'arbre et surtout du palmier dattier dans l'écosystème oasien.

Des documentaires sur la désertification, sur la gestion de l'eau, sur l'hygiène etc. ont été projetés et discutés par la suite avant de passer à l'étape de distribuer des cadeaux pour les élèves qui ont bien su répondre à quelques questions préparés à l'avance par les organisateurs.

CONFERENCES EN RELATION AVEC LE THEME

- **Réserve de la Biosphère des Oasis de Sud Marocain (RBOSM) : *Enjeux et Défis.*** Cite universitaire, Errachidia, Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia [Laboratoire des Formations Superficielles [SCEEP]] et le Département de Géographie de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Beni Mellal, Mars 05/2004.
- Animateur et Rapporteur de l'atelier n° 3 : sur **les écosystèmes oasiens.** Atelier national de réflexion sur la thématique de la désertification : *Renforcement de l'implication de la société civile dans la mise en œuvre du PAN- Désertification.* Organisé par ENDA Maghreb, 28-29 Mai 2003.
- **Ressource en Eau dans l'oasis de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc) et coutumes locales et gestion de l'eau : cas de distribution de l'eau dans la palmeraie d'Ait Assem.** *Journée d'action méditerranéenne sous le thème "L'EAU ET LA CULTURE"..* *Journée Organisée par:* Association Oasis Ferkla pour l'environnement et Le Patrimoine (AOFEP) (Tinjdad, Errachidia, Maroc), Club Marocain de l'Education en matière de la Population et d'Environnement [CMEPE] et le Bureau Méditerranéen d'Information sur l'Environnement la Culture et le Développement Durable (MIO-ECSDE). *Tinjdad, Le 28 Décembre 2003.*
- **Hydrogéologie et problématique de l'Eau dans les Oasis de Sud du Maroc.** Journées de formation et de sensibilisation pour les Ingénieurs et les Techniciens de l'Office. Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Tafilalt (ORMVA/TF). *Mars 2003.*
- **Apport d'une ONG locale à la gestion rationnelle de l'eau : Cas de Ferkla.** Séminaire organisé par *JICA et ORMVA/TF*, Sous le thème : Réhabilitation des *Khettarats* et Développement durable dans les régions aride et semi aride du Maroc. Errachidia, . 23 Octobre 2003.
- **Irrigation à Ferkla : Enjeux Et Defi (Tinjdad, Errachidia, Maroc).** Les pratiques d'irrigation dans les pays du Maghreb, quelle durabilité ? **Atelier d'échanges et de réflexion..** Cet atelier est organisé par *ENDA Maghreb en partenariat avec le Réseau Arabe pour le Développement d'une Agriculture Durable (ANSAD).* Rabat, Maroc 23 et 24 octobre 2003.
- **Apport d'une ONG locale à la conservation des Oasis de Sud Marocain : cas de Ferkla.** *Manifestation organisée par le service des affaires culturelles, Cité universitaire My Ismail, Errachidia.* 14 Novembre 2003.
- **Impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en Eau dans le Tafilalt.** Journée organisée par le *Conseil Scientifique de Zagora, Ouarzazate et Errachidia.* Palais des congrès, Salle de la Palestine, Errachidia, le 22 Février 2004.

CONCLUSION

La confrontation des résultats obtenus dans le cadre de cette bourse de recherche du programme MAB à d'autres travaux réalisés dans d'autres régions voisines [19] permet de conclure ce qui suit :

Les apports pluviométriques et les potentialités hydriques sur l'ensemble de la région en général sont très inégalement répartis. En effet, les ressources en eau sont limitées aussi bien quantitativement que qualitativement. Elles dépendent à la fois de la géologie (faciès et structure) et des conditions climatiques [19]. Les ressources en eau sont marquées ici par :

- ❖ la rareté et
- ❖ l'irrégularité dans le temps et dans l'espace.

Les écoulements des eaux de surface sont étroitement liés aux précipitations et sont donc caractérisés par d'importantes variabilités, en effet :

- Au cours d'une même année, l'essentiel des débits écoulés sont sous forme de crues qui sont souvent courtes et violentes : et les apports sont concentrés en général sur quelques mois, voire quelques jours, voir même quelques heures seulement.
- Sur plusieurs années, les apports d'eau sont souvent faible et parfois nuls notamment vers le Sud,
- L'importance des écoulements diminue également du Nord vers le Sud.

Si le Haut Atlas constitue une barrière face aux pénétrations et aux influences marines, il constitue par contre « le château d'eau » [19] pour ces régions sur de grandes distances. Cette eau est alors « allochtone » pour ces oasis.

Le développement et la mise en place de ces Oasis depuis l'antiquité sont en relation étroites avec la géologie du Haut Atlas [19] car celui ci influe, en plus de la ressource hydrique, sur la structure et la qualité des sols des palmeraies. En effet, ce sont ces oueds qui prennent naissance aux hauts sommets du Haut Atlas qui érodent des sols, formés en montagne, les transportent avant de les déposer pour former les terrasses étagées ou non le long de leurs lits. Ce sont ces dépôts fluviatiles avec d'autres sédiments d'origine éolienne qui vont constituer le principal support où vont se développer les palmeraies [19].

L'ouverture de cette région également vers le désert au Sud accentue les besoins en eau même si celle ci y est déjà rare et de qualité médiocre.

L'impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en eau dans cette Oasis et de ses lisières, très vulnérables, permet de conclure que les systèmes de gestion et d'exploitations utilisés actuellement des ressources naturelles dépassent largement les capacités de ces milieux. En conséquence c'est le déséquilibre écologique actuel de tout le système. *[lorsqu'un un seul chaînon faiblit, c'est l'ensemble du système qui échoue].*

Sur l'ensemble du territoire d'étude, on dénombre 1 à 2 nappes profondes et une nappe superficielle (nappe phréatique ou Quaternaire).

C'est dans la nappe infracénomaniennne que la population des oasis de Ferkla et de Ghèris au Nord -Est est alimentée en eau potable. Ces ressources souterraines constituent une part importante du patrimoine hydraulique dans ces oasis du Tafilalt (sl) en général et celle de Ferkla en particulier. Leur exploitation en agriculture nécessite tout de même un suivi et une rationalisation avant d'atteindre des situations désastreuses.

Les ressources en eau étaient beaucoup plus abondantes dans le passé et en conséquence, les nappes profondes étaient saturées comme en témoignent l'extension des dépôts de travertins qui ont fossilisé les différents exutoires. Les précipitations étaient plus abondantes et régulières qu'actuellement en amont dans le Haut Atlas. En effet, les résultats disponibles dans les régions limitrophes [19] montrent que cette région du Maroc actuellement désertique dans sa globalité a connu tout au long de son histoire et surtout depuis déjà quelques centaines de millénaires des changements climatiques et environnementaux considérables. A 20 000 et à 6500 ans BP environ par exemple, il régnait un climat tempéré dans le Tafilalt. La végétation était beaucoup plus diversifiée et plus dense et les nappes souterraines étaient saturées [19].

Les effets de la désertification et des sécheresses dans le passé n'ont pas abouti à ce désastre écologique car les moyens de prélèvement de l'eau des nappes souterraines sont faibles et n'ont pas entravé un déséquilibre. Le palmier dattier, ossature de ces oasis, a la capacité de s'alimenter en quantité suffisante en eau grâce à ses racines profondes.

Les sécheresses, anormalement longues, qui ont affecté la région depuis les années 80 ont engendré avec le comportement humain de Ferkla [19] ce qu'on peut qualifier de sécheresse : *météorologique, hydrologique, agricole et "sociale"*.

Elle est météorologique en raison des très faibles précipitations enregistrées par rapport à la normale; elle est hydrologique comme le montrent les baisses continues des niveaux des nappes et souvent même leur épuisement totale, les rares apports des cours d'eau et de l'absence des infrastructures de stockage et/ou de freinage de l'eau sur l'un des grands oueds de cette oasis. Elle est agricole

comme le prouvent les faibles productions et le dessèchement d'une partie du patrimoine arboricole. Enfin, "sociale" comme en témoigne la paupérisation de la population, le taux de chômage assez élevé, diminution et /ou disparition de l'esprit de solidarité qui caractérisait ces régions, etc.

Pour assurer leur production vivrières et en particulier leurs récoltes, le paysan opte pour les solutions extrêmes, ce qui risque d'aggraver fortement la situation. Ils ont surexploité la nappe par la multiplication des motopompes et ont provoqué son épuisement total et en conséquence c'est le dépérissement totale de quelques palmeraies comme celle d'Ait Assem.

Les dégâts de cette sécheresse et du comportement humain auraient pu être encore plus catastrophiques si certaines mesures de sauvegardes et de lutte n'avaient pas été prises.

En l'espace de trente cinq ans environs, l'agrosystème que constitue cette magnifique Oasis de Ferkla a subi un profond changement dans son fonctionnement. Bien que caractérisée, comme toutes les autres régions arides et présahariennes par un bilan hydrique général négatif, ces oasis ont toujours bénéficié pour leur système sol - eau d'une situation géochimique d'équilibre. Cet équilibre qui reste relatif car lié à la disponibilité de l'eau.

Les pratiques locales ont accéléré des processus de dégradations de l'écosystème oasien de Ferkla.

Face à cette situation, il s'est déclenché des mutations et les conséquences qu'elles engendrent sur la dégradation et la désertification encore plus intenses de ces milieux. Ces espaces sont malheureusement, par manque d'eau principalement, de plus en plus abandonnées et par voie de conséquence soumis à l'envahissement par les sables d'apport éolien.

Enfin, nous pouvons dire que cette oasis est, par excellence, un exemple type de **la crise mondiale des oasis**.

PERSPECTIVE

- Approfondir et compléter cette étude dans un premier temps puis la généraliser dans d'autres écosystèmes similaires.
- Publier les résultats disponibles.
- Créer une Unité de Formation et de Recherche (UFR) au sein de la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia (FSTE) en relation avec les thèmes du programme MAB,
- Créer un site web pour la diffusion des résultats obtenus.
- Poursuivre les programmes de formation et de sensibilisation au profit de la population locale et leur évaluation.

RECOMMANDATION

- Créer un centre de Recherche et du Développement Durable des Oasis du sud Marocain.
- L'interdiction de l'extension des terrains agricoles qui exploitent plus d'eau avec des motopompes.
- Encourager les techniques rationnelles de l'eau en agriculture.
- Développer l'écotourisme,
- Généraliser les séances de formation, de sensibilisation et d'accompagnement de la population afin de contribuer à une meilleure gestion de leur écosystème et de sa valorisation.
- Plus de concertations avec les différents utilisateurs de l'eau au niveau des bassins, des palmeraies et chez les particuliers.
- Suivi et contrôle rigoureux des volumes d'eau à *prélever* (Compteur, etc.) par les motopompes.
- limiter l'augmentation de la demande en eau et de son gaspillage par des actions de sensibilisation, d'encouragement des utilisateurs qui en font de l'économie, tarification et/ou autres.
- Un travail rigoureux sur le terrain avec des approches participatives doivent aboutir à des projets intégrés qui viseront pour principaux objectifs le bien et la stabilité des populations locales. Ces projets doivent tenir compte bien entendu, des difficultés institutionnelles, sociales, techniques etc. qui se posent souvent.
- La promotion et le développement du traitement des ressources en eau non conventionnelles (eaux usées « domestiques », eaux saumâtres) s'imposent de plus en plus. Les recharges artificielles des réservoirs souterrains le sont encore plus.
- Les organes de concertation locaux au niveaux des palmeraies et des communes doivent être créés ou réanimés (réactivés) pour rassembler les différents opérateurs et usagers de l'eau pour définir des choix stratégiques communs dans la planification, la mobilisation, l'affectation et la protection des ressources en eau. Autrement dit c'est créer un **comité des sages de l'eau à Ferkla**.

PHOTOGRAPHIES



1- Vue de bassin crétacé d'Errachidia



2- Coupe géologique de plus de 7 mètres de hauteur sur la rive gauche de oued Ferkla (Ait Assem, Ferkla El Oullia)



3- Trace de la dernière tempête de sable enregistrée à Tinjdad le 24 Août 2003.



4 : Oued Ferkla au niveau de Tazrout. (pont ramenant de Tinjdad vers Goulmima)



5 : Oughrou (Tighdouine, Municipalité de Tinjdad)



6 : Réseau de Khettarats à Ferkla (Ait Ben Omar, Ferkla Essoufla)



7 : Motopompe de coopérative de 1958 (El Khourbat, Ferkla El Oulia).



8 : Situation très difficile du palmier dattier (Ait Assem Ferkla El Oulia)



9 : Irrigation des palmeraies par des crues (Ait Assem Ferkla El Oulia)



10 : Destruction du couver végétal
(Ras Sdaf, Ferkla El Oullia)



11 : Hammam solaire de Talalt
(Ferkla Essoufla)



12 : Bassin de traitement des eaux usées de Hammam solaire



13 : Pénurie d'eau au niveau du bassin d'Ihandar (Ferkla El Oullia)



14: Traçage des travaux de creusement d'une Khettarat (Ihandar, Ferkla El Oullia)



15 : Début des travaux de creusement d'une Khettarat (Ihandar, Ferkla El Oullia)



16: Atteinte de la nappe à 5 mètre environ (Ihandar, Ferkla El Oullia)



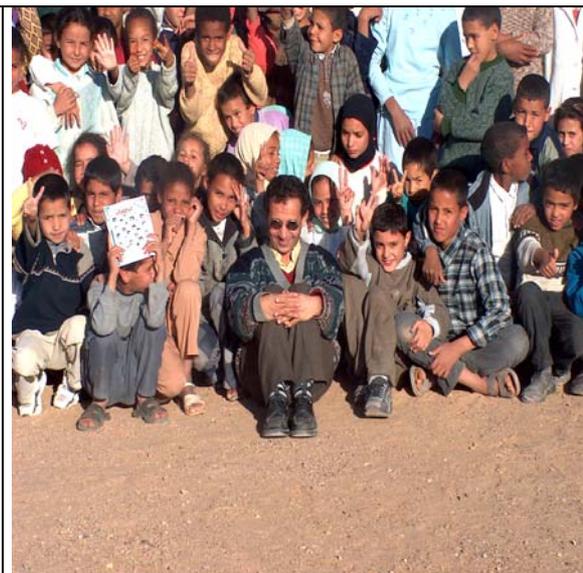
17 : Irrigation par les eaux de crue (Asrir, Ferkla El Oullia)



18 : Irrigation par le goutte à goutte (Bour El Khourbar, Ferkla El Oullia).



19 Sortie et étude sur le terrain (Palmearie de Lahsini (Ferkla Essoufla)



20 : Elèves ayant bénéficié d'un ateliers de formation (Municipalité de Tinjdad). Elève de le 6^{ème} .



21 : Séance de sensibilisation et de formation des Femmes (Ihandar, Ferkla El Oullia)



22 : Barrage détruit sur oued Ferkla 'Palmeraie d'Ait Assem, Ferkla El Oullia)



23 : Oued Ferkla en crue

(Photographies, L. KABIRI, Tinjdad, Errachidia, Maroc)

ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Localisation générale de l'Oasis de Ferkla.
- Figure 2 : Localisation du bassin versant de Ghèris
- Figure 3: Localisation précise de l'Oasis de Ferkla
- Figure 4: Evolution de la population de Ferkla de 1960 à 1994
- Figure 5 : Répartition des activités de la population de Ferkla.
- Figure 6 : Evolution de la température et des précipitations moyennes mensuelles de la station de Bouijane de 1981 à 2001
- Figure 7: Cadre géologique général de la région
- Figure 8 : Coupe géologique nord sud passant par Ferkla
- Figure 9 : Extension des terrains d'agriculture
- Figure 10 : Régression de la quantité des palmiers dattiers

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau I : Principales données numériques relatives au sous bassin de Toudgha-Ferkla.
- Tableau II : Principaux équipements socio-économiques à Ferkla.
- Tableau III : Couverture paléozoïque à Ferkla
- Tableau IV : Couverture quaternaire à Ferkla
- Tableau V : Caractéristiques des sols de la région de Ferkla.
- Tableau VI : Précipitations moyennes annuelles en (mm) de la station d'Ait Bouijane de 1982 à 2001
- Tableau VII : Précipitations enregistrées dans la station météorologique de Tinjdad de 1990 à 2001 (CMV 712- Tinjdad)
- Tableau VIII : Température et précipitation moyenne mensuelle de la station d'Ait Bouijane 1982-2001
- Tableau IX : Données hydro- chimiques (en mg/l)
- Tableau X : Liste et caractéristiques des barrages de dérivation de Ferkla
- Tableau XI : Elevage à Ferkla
- Tableau XII : Khettarats encore active à Ferkla
- Tableau XIII : Sites d'extension des terrains d'irrigation dans l'oasis de Ferkla
- Tableau XIV : Bilan des prélèvements d'eau et superficie irriguées par pompage

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

- Photographie 1 : Vue du bassin crétacé d'Errachidia- Tineghir
- Photographie 2 : Coupe géologique de plus de 7 mètres de hauteur sur la rive gauche de oued Ferkla (Aït Assem, Ferkla El Oullia)
- Photographie 3 : Trace de la dernière tempête de sable enregistrée à Tinjdad le 24 Août 2003.
- Photographie 4 : Oued Ferkla au niveau de Tazrout. (pont ramenant de Tinjdad vers Goulmima)
- Photographie 5 : Oughrour (Tighdouine, Municipalité de Tinjdad)
- Photographie 6 : Réseau de Khettarats à Ferkla
- Photographie 7 : Motopompe de coopérative de 1958 (Khourbat, Ferkla El Oulia).
- Photographie 8 : Situation très difficile du palmier dattier (palmeraie d'Ait Assem).
- Photographie 9 : Irrigation des palmeraies par les eaux des crues (AUEA *Assagm* Ait Assem).
- Photographie 10 : Destruction du couver végétal (Ras Sdaf, Ferkla El Oullia)
- Photographie 11 : Hammam solaire de Talalt (Ferkla Essoufla)
- Photographie 12 : Bassin de traitement des eaux usées de Hammam solaire
- Photographie 13 : Pénurie d'eau au niveau du bassin d'Ihandar (Ferkla El Oullia)
- Photographie 14: Traçage des travaux de creusement d'une Khettarat (Ihandar, Ferkla El Oullia)
- Photographie 15 : Début des travaux de creusement d'une Khettarat (Ihandar, Ferkla El Oullia)
- Photographie 16: Atteinte de la nappe à 5 mètre environ (Ihandar, Ferkla El Oullia)
- Photographie 17 : Irrigation par les eaux de crue (Asrir, Ferkla El Oullia)
- Photographie 18 : Irrigation par le goutte à goutte (Bour El Khourbar, Ferkla El Oullia).
- Photographie 19 : Sortie et étude sur le terrain (Palmeirie de Lahsini (Ferkla Essoufla)
- Photographie 20 : Elèves ayant bénéficié d'un ateliers de formation (Municipalité de Tinjdad). Elève de le 6^{ème} .
- Photographie 21 : Séance de sensibilisation et de formation des Femmes (Ihandar, Ferkla El Oullia)
- Photographie 22 : Barrage détruit sur oued Ferkla 'Palmeraie d'Ait Assem, Ferkla El Oullia)
- Photographie 23 : Oued Ferkla en crue

Bibliographie

- [1] Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Tafilalt (O.R.M.V.A/TF) :
- a) 1997 : *Monographie du Centre de Mise en Valeur Agricole de Tinjdad* (CMV 712).
 - b) 2001: *Rapport d'activités de l'ORMVA/TF*.
 - c) 1999 : *Rapport sur la sécheresse au niveau de la zone d'activité du CMV 712*.
- [2] Direction de Recherche et de Planification de l'Eau (D.R.P.E.)
- a) 1991: *Etude du pré-plan directeur de l'aménagement des eaux des bassins de Guir, Ziz, Ghéris et Drâa. Rabat. Volumes 1, 2 et 3*.
 - b) 1990 : *Etude de plusieurs systèmes aquifères du Maroc à l'aide des isotopes du milieu*.
- [3] El OUALI A., 1999 : Modalité d'alimentation et échange entre aquifères de piémonts en conditions climatiques arides. Cas des systèmes aquifères du Haut Atlas–Bassin crétacé d'Errachidia (Maroc). *Thèse d'état, Univ. Mohamed V, Ecole Mohammadia d'Ingénieurs. Rabat. 177p*.
- [4] BENMOHAMMADI A., BENMOHAMMADI L., BALLAIS JL. et RISER J., 2000 : Analyse des inter-relations anthropiques et naturelles : leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud - est du Maroc (vallée de Drâa et vallée de Ziz. *Sécheresse*; 11 (4) : 297-308.
- [5] MARGAT J., 1958 : Les recherches hydrogéologiques et l'exploitation des eaux souterraines au Tafilalt. *Mines et Géologie*, Rabat, n° 4, p.43 –68.
- [6] KABIRI L., 2001 : Ressources en eau dans les oasis de Tafilalt, Ghéris et Ferkla. *Séminaire international sur les petits barrages dans le pourtour méditerranéen. 28-30 Mai, Tunis*.
- [7] KABIRI L., 2001 : Rapport d'activité sur les enquêtes sur le nombre des puits et des années de sécheresse dans l'oasis de Ferkla, *Questionnaire. Projet Thématique d'Appui à la Recherche Scientifique « P2T3/13 »* :
- [8] KABIRI L., BOUDAD L. et FAURE H., 2001 : Sécheresse climatique et comportement humain dans les palmeraies de Ferkla. *Colloque international sur la sécheresse au Maroc, Fès, 12-14 Novembre 2001*.
- [9] KABIRI L, BOUDAD L., KRIMOU A., KHARDI A., ELMRANI L., 2003 : Etude préliminaire de la dynamique des dunes continentales dans le Sud Est marocain. *Sécheresse, n° 3, , vol. 14, septembre, p149-156*.
- [10] KABIRI L., 2003 : Les ressources en Eaux dans les Oasis de Sud Marocain : Cas de Tafilalt; Ghéris et de Ferkla. Séminaire organisée par *l'Association*

Marocaine de l'Agro-Economie (AMAEco), sous le thème de «Développement des zones arides et semi-arides de la région méditerranéenne» : Atouts, contraintes et perspectives de développement des zones arides et semi-arides dans les pays du pourtour méditerranéen, Rabat, 4-5 Décembre 2003.

[11] BOUDAD L. ET KABIRI L., 2002 : Désertification et crise de quelques oasis dans les bassins versants de Ziz et Ghèris (Errachidia, Maroc). *Revue de Géographie du Maroc*, (RGM), VOL. 20, Nouvelle série, n° 1 et 2 pp 97-106.

[12] KABIRI L., BOUDAD L., KRIMOU A., FONTUGNE M., WEISROCK A. et WENGLER L., 2003 : Les formations pléistocène et Holocène de Ghèris (Bordure méridionale de Haut Atlas central) : nouvelles données chronologique et paléoenvironnementales. *Deuxième Rencontre des Quaternaristes Marocains (RQM2)*, 26-27-28 Septembre, Errachidia, Maroc.

[13] BOUDAD L., KABIRI L., FARKH S., FALGUERES CH, ROUSSEAU L., BEAUCHAMP J., NICOT E. ET CAIRANNE G., 2003 : Datation par la méthode U/Th d'un travertin quaternaire du Sud- Est marocain : Implications paléoclimatiques pendant le pléistocène moyen et supérieur. *Compte Rendu, Géoscience 335*, pp. 469-478.

[14] KABIRI L, JAAKOU A. et OUACHOUA A., 2003 : Irrigation à Ferkla : Enjeux et Défi (Tinjdad, Errachidia, Maroc). Les pratiques d'irrigation dans les pays du Maghreb, quelle durabilité ? Atelier d'échanges et de réflexion. Cet atelier est organisé par *ENDA Maghreb en partenariat avec le Réseau Arabe pour le Développement d'une Agriculture Durable (ANSAD)*. Rabat, Maroc 23 et 24 octobre.

[15] KABIRI L. : 2003 - Apport d'une ONG locale à la gestion rationnelle de l'eau : Cas de Ferkla. *Séminaire organisé par JICA et ORMVA/TF*, Errachidia,. Sous le thème : Réhabilitation des Khettarats et Développement durable dans les régions aride et semi aride du Maroc. 23 Octobre 2003.

[16] KABIRI L., 2003 : Premier rapport d'activité sur l'impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en Eau dans l'Oasis de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc). 26 pp. *Bourse pour les Jeunes Chercheurs scientifiques*. MAB & UNESCO.

[17] KABIRI L., 2004 : Impact des changements climatiques et anthropiques sur les ressources en Eau dans les Oasis de Sud Marocain : Cas de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc). *Colloque International, "Quaternaire et Changements Globaux : Bilan et Perspectives" en Hommage au Professeur Hugues FAURE*, Orléans, France, 3 Juin 2004.

[18] KABIRI L., 2004 : Contribution au développement durables des oasis du sud marocain : cas de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc). *Colloque International sur la gestion et la préservation des ressources en eau, 24 et 25 septembre 2004*,

Meknès, Maroc. Université Moulay Ismaïl, Faculté des sciences, Meknès, Maroc.
U.F.R. Qualité et Fonctionnement Hydrobiologique des Systèmes Aquatiques

[19] KABIRI L., 2004 : Contribution à la connaissance, la préservation et la valorisation des Oasis du Sud marocain : cas de Tafilalt. *Thèse d'habilitation universitaire, Facultés des Sciences et Techniques, Errachidia, Université My Ismail, Maroc, 280 pp*

[20] KABIRI L., 2005 : Gestion des ressources en eau dans les oasis de sud marocain : Cas de Ferkla (Tinjdad, Errachidia, Maroc). *Symposium international : développement agricole durable des systèmes oasiens.* Thème 3. Gestion durable des ressources naturelles de l'espace oasien (eau, sol, biodiversité végétale et animale). 07-10 Mars 2005, Erfoud au Maroc

[21] EL MESSAOUDI A., MAHBOUB A. ET AMEZIANE A., 2004 : Bilan des ressources en eau dans l'oasis de Ferkla. Atelier sur « **La Gouvernance locale de l'eau dans les Oasis du Sud Marocain / Cas de Ferkla** (Tinjdad, Errachidia, Maroc) » le 24 Septembre 2004/ Séminaire ayant pour thème : Foggara au Maroc : renforcer le réseau local

[22] Rapport d'activité initial de l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Tafilalt (O.R.M.V.A/TF), 2003 : *Projet de Développement des Communautés Rurales à Travers la Réhabilitation des Khettarats dans les Régions Semi_ Arides de L'Est Sud Atlasique*, 36p.

[23] *Monographie de l'Environnement, Région Meknès- Tafilalt, 2001. Ministère de L'Amenagement du Territoire de l'Urbanisme, de L'Habitat et de l'Environnement, Département de l'Environnement, Observatoire National de l'Environnement, 368p.*