

*2^{ème} séminaire
en octobre 2005*

Informations générales sur le séminaire

1. Date : le 19 et 20 octobre 2005

2. Population cible

le 19, octobre : Les agriculteurs, organisations des agriculteurs

le 20, octobre ; ORMVA/TF, JICA, y compris le personnel des services extérieurs

3. Thèmes du séminaire : Atelier de validation du Plan Directeur

Sous-thèmes

1. Présenter et valider les composantes du Plan Directeur
2. Partager et diffuser les résultats de l'étude de vérification
3. Appréhender les approches de mise en œuvre du Plan Directeur

4. Lieu

Salle de Conférences de ORMVA/TF

Programme du séminaire

1^{ère} journée du 19-10-2005 :

Présentation des composantes du Plan Directeur auprès des agriculteurs.

(pour agriculteurs, organisations des agriculteurs)

Sessions dirigées par :

- RAHAOUI Hssain : Chef de service Equipement Rural
- OUBERHOU Ali : Chef de service de vulgarisation et d'organisations professionnelles

| Intervenants | Services | Interventions |
|------------------------|----------|--|
| Mohamed SAADA | SER | Réhabilitation des khattaras |
| Abdelhafid MEFTAH | SER | Réhabilitation des canaux d'irrigation |
| Abdelkader BABA-KHOUYA | SGRID | Importance de l'irrigation à économie en eau- goutte à goutte et son application sous khattara. |
| Zahra AIT BELLA | SVOP | Irrigation à économie d'eau dans les parcelles de démonstration JICA et organisations professionnelles |
| Fatima JARI | SVOP | Activités génératrices de revenu |
| Abdelkader CHIKI | INRA | Elevage D'man |

2^{ème} journée du 20-10-2005 :

(pour ORMVA/TF, JICA, DRH, ONEP, INRA)

1. Session d'introduction générale

2. Présentation et validation du Plan Directeur auprès de l'ORMVA/TF

et les services extérieurs

Sessions dirigées par :

Mischimasa MENJO : Chef de l'équipe d'étude JICA.

Assisté par : Mohamed SAADA : Coordonnateur du projet / SER

| Intervenants | Service | Sujets |
|---|----------------------------------|--|
| Satoru TAKAHASHI | JICA | Irrigation à économie d'eau |
| Ryuzo NISHIMAK | JICA | Aide Officielle au Développement (AOD) de JICA |
| Michimasa MENJO | JICA | Présentation du projet |
| Takahiro KATO Tetsunari GEJO | JICA | Résultats de l'Etude |
| Mohamed BOUKHARI | Ecole Nationale de l'Agriculture | DIGRAP |
| Lhou EDDAHBY | Errachidia Université | Salinité et Agriculture |
| Equipe Homologue: | ORMVA/TF | Exposé synthèse des recommandations de la première journée du 19/10/2005 |
| Discussions et débats sur les approches de mise en oeuvre | | |
| Conclusions et recommandations générales | | |

Au début des années quatre vingt le débit des khetaras dans le Tafilalet est estimé à 460 l/s soit 14,5 Millions de m³ par an. Ce débit a de nouveau connu une sévère diminution durant les périodes de sécheresse de 1981 à 1987 et 1999-2002 durant laquelle le niveau de la nappe phréatique s'est rabattu de 6 à 11m selon les endroits.

Devant cette situation, une série de programmes d'interventions visant la sauvegarde de ce patrimoine et de cette ressource ont pu être réalisés par l'Office Régional de Mise en Valeur agricole du Tafilalet. On cite entre autre, le programme annuel de PMH qui touche une dizaine de khetaras par an et le programme de PDRT qui inclue une composante importante relative à l'aménagement et la réhabilitation des khetaras et qui a concerné plus de 50 khetaras.

Le répertoire de programmes d'intervention précité, mis en œuvre par l'Office, témoigne de l'intérêt qu'accorde la population et les pouvoirs publics au redressement de la situation de ces ouvrages qui continuent à donner la vie à des palmeraies dans des conditions difficiles du climat et à une population qui demeure rattachée à ces ouvrages qui constituent une partie de son identité et de son patrimoine culturel.

L'intérêt va se consolider par l'étude de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khetaras en établissant un plan d'intervention général par composante sur toutes les khetaras dans la zone d'action de l'Office.

Introduction:

L'étude de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khetaras dans les régions semi-arides de l'Est Sud Atlasiques a fait l'objet d'une convention signée en octobre 2002 entre l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet-ORMVA/TF et l'Agence Japonaise de Coopération Internationale- JICA. Cette étude a pour objectif la préparation d'un plan directeur de réhabilitation des khetaras et le transfert technologique au profit du personnel de l'ORMVA et aux agriculteurs de la zone du projet.

L'étude a commencé en Février 2003, et s'achèvera en Décembre 2005 par la remise du rapport final. Elle est composée de deux phases. La première a porté sur le diagnostic de la situation actuelle moyennant le dépouillement des données et la réalisation d'études complémentaires et l'élaboration d'un plan directeur provisoire. La deuxième est axée sur une étude de faisabilité et de vérification sur terrain et sur la base des résultats obtenus, une révision du plan a lieu pour une formulation définitive d'un plan directeur de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khetaras.

Le plan directeur tel qu'il a été proposé dans le rapport intérimaire, prévoit le développement des communautés rurales des zones des khetaras à travers un échéancier étalé sur 20 ans et visant les composantes suivantes :

- ◆ Réhabilitation des khetaras;
- ◆ Renouvellement des installations d'irrigation;
- ◆ Agriculture et gestion de l'eau;
- ◆ Renforcement institutionnel;

- ◆ Activités génératrices de revenus;
- ◆ Protection et lutte contre la désertification;
- ◆ Ouvrages et barrages de recharge;

Le renforcement et le développement de ces composantes sont planifiés suivant les priorités de réalisation en :

- Scénario à court terme (5 ans) :
- Scénario à moyen terme (5 ans) :
- Scénario à long terme (10 ans).

L'étude de faisabilité et vérification a porté sur un nombre de 7 khetaras pilotes et prioritaires, sélectionnées sur la base d'un certain nombre de critères. Le choix de ces khetaras a été basé essentiellement sur la base de critères de débit, de l'effet de la réhabilitation, géographie et de degré disponibilité et de participation des agriculteurs concernés.

Sites de khetaras pilotes objet de l'étude de vérification

| Khattara | CR | Essais de réhabilitation | | | |
|---------------|------------|--------------------------|----------|----------------|-----------------------|
| | | Galerie | Réseau | Irr. Localisée | Renf. Institutionnel. |
| Ait Ben Omar | F. Soufla | x | x | x | x |
| Diba | F. Soufla | x | | | |
| Taomart Jdida | Alnif | | x | x | |
| Timarzit | Alnif | | | | x |
| Ouastania | A.S.Gheris | x | | | |
| Lagrinia | A.S.Gheris | x | | | |
| Lambarkia | Jorf | x | x | x | x |
| Total | | 2.000 ml | 2.000 ml | 1,5 ha | Groupes cibles |

(x) : Volet de vérification

Récapitulatif global des interventions

| Volets d'études | Techniques et procédés expérimentaux |
|---|--|
| Réhabilitation des khetaras (5 khetaras) | -Installation de conduites PVC de différents diamètres -Suivi de mesure de débit -Mise en place de partiteurs vannés -Réhabilitations ponctuelles de khetaras |
| Parcelles de démonstration (3khetaras) | -Installation de 4 systèmes d'irrigation pour étude comparative : - Goutte à goutte - Raie avec réservoir - Raie sans réservoir - Traditionnel |

| Volets d'études | Techniques et procédés expérimentaux |
|--|--|
| Création de micro-projets générateurs de revenus | -Installation de 250 clapiers avec la fourniture de 200 têtes de lapins au profit des agriculteurs -Installation d'un pigeonnier -Fourniture de matériel et de moyens de transformation de produits agricoles. |
| Lutte contre la désertification | -Plantation de 200 pieds d'Atriplex par la méthode de double sacs afin de juger le procédé vis-à-vis de son adaptabilité de la région. |
| Ouvrages de recharge et renforcement de l'alimentation de la nappe | -Esquisse de sites de faisabilité d'ouvrages de recharge -Suivi piézométrique et de débit des khettaras. -Formulation d'un modèle de simulation des sous écoulements. |

Sur la lumière des résultats de l'étude de faisabilité et de vérification; Le plan de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khettaras est tracé par composante et par indicateur. Voir figures 1 et 2.

Composante : réhabilitation des khettaras et du réseau d'irrigation

Facteurs de contraintes majeurs :

- Ressources hydrauliques :
 - + Baisse de la pluviométrie,
 - + Passage à l'irrigation par pompage.
- Khettara
 - + Baisse de la nappe due à des sécheresses consécutives;
 - + Baisse du volume mobilisé par les khettaras à cause des fuites;
 - + Importance des charges du travail d'entretien
 - + Manque d'expertise et d'études hydro-géologiques.
 - + Droits d'eau coutumiers entravant la souplesse de la réhabilitation;
 - + Baisse du niveau de la nappe à cause du pompage anarchique;
 - + Pente et sections limitent les chances de réhabilitation;
 - + Variation de débit;
- Réseau d'irrigation
 - + Qualité des eaux menacée par la pollution (lessive);
 - + Faible efficacité des canaux principaux et secondaires;
 - + Perte d'eau au niveau des prises

Inventaire et les études préliminaires sur les khettaras en 2003 :

L'inventaire des khettaras en l'an 2003 a fait ressortir :

| Zone | Nombre de khettaras | Khettaras avec débit |
|--------|---------------------|----------------------|
| Zone A | 137 | 80 |
| Zone B | 24 | 20 |
| Zone C | 8 | 8 |
| Zone D | 69 | 21 |
| Zone E | 25 | 14 |
| Zone F | 44 | 11 |
| Zone G | 103 | 37 |
| Total | 410 | 191 |

Etablissement d'une base de données des khettaras sur SIG (Système d'information géographique) permettant d'avoir une banque de données complète sur les khettaras dans la zone d'action. En effet, une fiche khettara a été instauré recueillant toutes les données relative au système : Localisation géographique, ressources en eau, population, superficies, données techniques....

Programme de réhabilitation des khettaras :

Elaboration et examen des prototypes (modèles) de réhabilitation du système khettara que ce soit à l'échelle de la galerie elle même ou à l'échelle du réseau de distribution à la parcelle. En effet, en plus de la réhabilitation des canaux et le revêtement des seguias, généralement entrepris par l'Office, le projet a expérimenté au cours de la phase de vérification quelques méthodes de réhabilitation et d'irrigation à travers l'étude de vérification sur 7 sites de khettaras sélectionnés à savoir :

- A l'échelle de la galerie de la khettara :
 - Aménagement basé sur l'utilisation des conduites en PVC de diamètre variant en fonction des débits (Diam 400 mm et 200 mm).
 - Réhabilitation de la khettara (galerie) par la section en béton.
- A l'échelle du réseau d'irrigation :
 - Construction du réseau de distribution à la parcelle et l'aménagement des prises.

Ce programme étalé sur 10 ans, et intéresse uniquement les khettaras fonctionnelles (191) au court et au moyen terme respectivement sur (5) ans et (10 ans). Les autres khettaras taries (219) leur réhabilitation et aménagement est conditionné par les effets significatifs des ouvrages de recharge.

Réhabilitation des khattaras et réseau d'irrigation :

1- Court et moyen terme

+ Augmentation de débit de la khattara :

| Débit | $Q \geq 10$ | $5 < Q < 10$ | $Q < 5$ |
|-------------------------------------|-------------|--------------|---------|
| Augmentation (l/s/km réhabilité) | 2.5 | 2 | 1.5 |

Le programme porte sur la réhabilitation de 30 % de la longueur totale des khattaras, soit 600 ml par khattara de manière efficace et égale entre toutes les khattaras fonctionnelles.

+ Construction 100 % du réseau d'irrigation notamment les seguias principales.

+ Renforcement de la nappe phréatique par la construction des ouvrages de recharge à l'amont des zones khattaras :

2- Long terme (11 à 20 ans):

Suivant les résultats et études menées à travers la construction à moyen terme des ouvrages de recharge et l'efficacité de la recharge, le plan d'action de réhabilitation des khattaras revitalisées sera mis en œuvre.

IMPORTANCE DE L'INTRODUCTION DES TECHNIQUES ECONOMES EN EAU ET LEUR APPLICATION DANS LE DOMAINE DES KHETTARAS

Resumé de l'exposé

L'ORMVA/TF s'efforce d'élaborer une stratégie efficace dans le domaine de l'économie en eau par le biais l'introduction des techniques d'irrigation moderne vu le rôle vital de l'eau dans la vie économique, sachant que les réserves en sont en constante régression à cause des conditions climatiques sévères que connaît la région depuis des années. Cette situation n'est plus circonstancielle mais est devenu une problématique structurelle à impact négatif sur la production et, par voie de conséquence, sur la situation économique.

Pour faire face à cette situation et engager une politique d'économie en eau viable, il s'avère nécessaire d'adopter les méthodes modernes d'irrigation économes en eau. Dans cette perspective, l'Etat a déployé de gigantesques efforts pour encourager les agriculteurs à s'engager dans cette voie et ce, par la promulgation des décrets dont l'application permet aux agriculteurs de bénéficier de subventions importantes dans le domaine de l'équipement des terres agricoles en systèmes d'irrigation localisée ou d'appoint.

- Les subventions de l'Etat couvrent 30 à 40 % du coût total du projet ;
- Quant à la réglementation et la procédure applicable en la matière, les centres locaux de des ORMVA en fournissent à tout intéressé toutes informations à même de lui apporter les éclaircissements nécessaires.

Cette technique (l'irrigation localisée) s'est développée de manière rapide :

A l'échelle nationale

- Elle a vu le jour à la fin des années soixante-dix
- 1997 – 1987, les superficies aménagées par an ont atteint 2500 ha.
- 1997 – 2004, les superficies aménagées ont atteint 10 000 ha
- La superficie totale aménagée à l'échelle nationale est de 100 000 ha.

A l'échelle locale

- La superficie aménagée totale (octobre 2005) : 507 hectares
- La superficie en cours d'aménagement : 626 hectares
- La cadence d'application de l'irrigation au goutte-à-goutte : 280 hectares par an.

Malgré les spécificités compliquées de la région de Tafilalet, et grâce aux efforts de coopération des techniciens et des agriculteurs, on a fini par introduire les techniques d'irrigation au goutte-à-goutte aussi bien dans les périmètres irrigués par les eaux tirés par pompage que dans ceux irrigués par les eaux des khettaras, bien que cela comporte certaines difficultés quant à la propriété des droits d'eau. Cette technique a permis de satisfaire les besoins de cultures de manière efficace.

• **Projections dans l'avenir:**

L'irrigation économe en eau permettra, dans l'avenir, de trouver les solutions adéquates pour une exploitation intégrée de toutes les ressources en eau :

- Eau de pompage.
- Eau des crues.
- Eau des Khettaras.

Eau provenant du barrage Hassan EDDAKHIL.

ETUDE DU DEVELOPPEMENT DES COMMUNAUTES RURALES A TRAVERS
LA REHABILITATION DES KHETTARAS DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES
DE L'EST SUD ATLASIQUE DU ROYAUME DU MAROC

**SYSTEMES D'IRRIGATION A ECONOMIE
D'EAU AU NIVEAU DES KHETTARA**

AIT BELLA ZAHRA, ORMVA DU TAFILALET

INTRDUCTION :

Dans le cadre de la phase de vérification programmée dans l'étude de développement des communautés rurales à travers la réhabilitation des khetaras qui a été menée par la JICA au niveau de la zone de février 2003 à juillet 2005, l'ORMVA/TF a proposé d'entreprendre des actions pilotes de vulgarisation au niveau des périmètres dominés par les khetaras notamment des parcelles de démonstration sur les systèmes d'irrigation à économie d'eau adaptés au contexte des oasis.

I. Exposé des motifs :

i) Ressources en eau limitées et sécheresse :

La zone d'action de l'ORMVA/TF est caractérisée par son climat aride à semi désertique et par les ressources en eau limitées. En outre, la zone passe pour une période de sécheresse qui engendre un déficit hydrique qui devient de plus en plus important d'une année à l'autre. Cette situation a des répercussions négatives sur toutes les composantes de la vie oasienne. Elle entrave le développement rural en général et le développement agricole particulièrement.

Devant cette situation, l'Office mène des réflexions et des actions pour assouplir les effets néfastes de ce fléau et apporter les solutions adéquates aux petits agriculteurs qui n'épargnent aucun effort pour préserver leurs exploitations vue leur attachement à leur terre quelque soit les circonstances,

ii) Résultats très probants de l'irrigation goutte à goutte au niveau des stations de pompage.

Dans le Tafilalet, l'agriculture n'est possible qu'avec l'irrigation à partir du Barrage Hassan Eddakhil, des khetaras, des stations de pompage et des eaux des crues.

La zone compte environ 6.700 puits privés et 114 stations de pompages gérées par des coopératives ou par des associations. L'expérience d'introduction des systèmes d'irrigation goutte à goutte adaptés au contexte des oasis (présence de l'arboriculture fruitière le palmier et l'olivier en particulier en association avec les

cultures sous jacentes) a donné des résultats spectaculaires au niveau des parcelles de démonstration menées au niveau de stations de pompes privées dans le cadre du don FIDA. Le système a permis entre autres à ces agriculteurs de continuer l'exploitation de leur terrain malgré les conditions difficiles de sécheresse.

iii) Les khattaras fournissent des volumes d'eau importants qu'il faut valoriser :

La zone compte 570 khattaras dont 410 sont fonctionnelles et 191 d'entre elles ont un débit confirmé et maintiennent un débit régulier de 5,7 litres/seconde /khattara en moyenne même pendant les périodes de sécheresse et irriguent une superficie de 3.012 Ha.

Au niveau de ces khattaras, le système d'irrigation par submersion est adopté avec tout ce qu'il engendre comme pertes d'eau estimées à 30 à 40%. La distribution de l'eau de la khattara se fait par tour d'eau sur la base des droits d'eau traditionnels. Le tour d'eau dans les meilleures conditions peut aller jusqu'à une semaine. Ainsi, il est difficile d'adapter les volumes d'irrigation aux besoins de l'agriculture qui diffèrent selon la culture, son stade de développement et la demande climatique. Au niveau de ces périmètres dominés par les khattara, l'intensification des cultures n'est généralement possible qu'avec un complément du pompage.

Naissance de l'idée d'expérimenter le système au niveau des khattara en collaboration avec la JICA :

Pour une utilisation rationnelle et efficace des volumes d'eau d'irrigation fournis par les khattaras, l'ORMVA/TF a proposé de tester des systèmes d'irrigation à économie d'eau sur le palmier dattier et ou olivier en association avec des cultures sous jacentes les plus pratiquées au niveau de la zone notamment le gombo, le melon, la pastèque et la tomate comme cultures d'été et la carotte et le navet comme cultures d'hiver.

II. Approche de mise en œuvre

L'approche de mise en œuvre de cette action consiste en :

- Le choix de sites représentatifs avec test d'une ou plusieurs technologies par site ;
- La diffusion de la technologie réussie autour du site pilote et au profit des autres zones ;
- Le développement du partenariat avec les acteurs locaux (coopératives, ONG, Associations,...) pour l'extension des technologies réussies.

III. Les parcelles de démonstration

Quatre modes d'irrigation dont le mode traditionnel d'irrigation par submersion, l'irrigation à la raie sans réservoir, l'irrigation à la raie avec réservoir d'eau et l'irrigation au goutte à goutte avec réservoir sont comparés au niveau de trois sites :

- Ait Ben Omar à Tinejda d débit Q = 7l/s,
- Lambarki à Jorf débit Q = 12l/s
- Taououte à Alnif débit Q = 1,5 l/s.

Le tableau ci-après relate les données par localité :

| Localité | Systèmes d'irrigation pratiqués | Superficie (ha) | Cultures pratiquées |
|-------------------------|------------------------------------|-----------------|---|
| Lambarkia à Jorf | Goutte à goutte | 0,15 | <ul style="list-style-type: none"> • Palmier • Olivier • Carotte • Navet • Tomate • Melon • Pastèque • Gombo • Caprier |
| | Gravitaire amélioré avec réservoir | 0,11 | |
| | Gravitaire amélioré sans réservoir | 0,13 | |
| | Irrigation traditionnelle | 0,22 | |
| Ait Ben Omar à Tinjda d | Goutte à goutte | 0,15 | |
| | Gravitaire amélioré avec réservoir | 0,09 | |
| | Gravitaire amélioré sans réservoir | 0,09 | |
| | Irrigation traditionnelle | 0,22 | |
| Taoumart à Alnif | Gravitaire amélioré avec réservoir | 0,13 | |
| | Gravitaire amélioré sans réservoir | 0,14 | |
| | Irrigation traditionnelle | 0,16 | |

IV. Résultats

1. Volumes d'eau consommés.

- L'irrigation au goutte à goutte a un effet positif notable, en effet, l'eau consommée représente 38 % par rapport à l'irrigation par submersion ;
- La quantité d'eau consommée à la raie avec réservoir est de 70 % de celle consommée en irrigation par submersion et elle permet des arrosages fréquents ;
- La quantité d'eau consommée en irrigation à la raie sans réservoir est de 65 % de celle consommée en irrigation par submersion.

2. Valorisation du m³ d'eau.

L'irrigation goutte à goutte donne la production par m³ d'eau la plus importante, l'irrigation à la raie vient en deuxième place, puis l'irrigation par submersion.

3. Humidité du sol

Etant donné que l'irrigation a lieu chaque jour pour l'irrigation goutte à goutte, l'humidité du sol est plus élevée que dans les autres types d'irrigation pour lesquels les intervalles d'arrosage sont plus long.

4. La production

L'irrigation goutte à goutte donne une production de bonne qualité très appréciée par le consommateur.

5. Economie de la main d'œuvre

L'irrigation goutte à goutte ne nécessite pas une main d'œuvre pour assurer l'irrigation comme la submersion et la raie et la fertilisation peut aussi être apportée avec les eaux d'irrigation.

6. Les activités agricoles ne sont pas gênées

Avec l'irrigation goutte à goutte les soins à apporter à la culture et la récolte peuvent être réalisés à tout moment sans avoir à attendre le ressuyage du sol comme dans les autres modes d'irrigation.

V. Diffusion de la technique

Pendant la période où les cultures sont en place, des visites commentées sont organisées à ces parcelles de démonstration au profit de plus de 400 agriculteurs et techniciens.

La plupart des agriculteurs qui ont participé à ces journées sont convaincus de l'importance des systèmes d'irrigation à économie d'eau particulièrement le goutte à goutte, Cependant plusieurs contraintes limitent leur adoption du système notamment :

- Le problème des autorisations de pompage ;
- Le problème des titres fonciers pour certaines exploitations ;
- Pour les khattaras, périmètres groupés, le code des investissements agricoles ne prévoit pas de procédure spécifique à ce type d'aménagement

Ainsi, l'équipe qui est chargée de l'encadrement de ces journées propose les actions suivantes :

- Campagnes de sensibilisation de grande envergure sur les aides de l'état dans le domaine des systèmes d'irrigation à économie d'eau et les procédures à suivre pour les obtenir ;
- Saisir les instances concernées sur la problématique des autorisations de pompage et des titres fonciers, les procédures à suivre par les agriculteurs des khattaras et les aides éventuelles de l'état pour les encourager à adopter la technique.

IV. Renforcement de l'organisation des agriculteurs au niveau des périmètres des khetaras:

Les objectifs de cette composante consistent en l'incitation à la création d'associations modernes qui pourraient formuler des projets au profit des populations des khetaras, drainer des fonds à la zone et ancrer d'avantage l'esprit de partenariat dans la réalisation des projets chez la population.

Ainsi, deux séminaires ont été organisés au profit de 200 agriculteurs. Les participants ont assisté à :

- Des exposés sur le rôle du partenariat dans le développement agricole au niveau de la zone, sur la khetara un patrimoine culturel important à préserver, et sur la gestion administrative et comptable des coopératives et des associations ;
- Des visites aux parcelles de démonstration sur les systèmes d'irrigation à économie d'eau ;

Un recueil des données sur les associations des khetaras qui ont participé au séminaire et leurs problèmes et attentes a été établi à cette occasion.

Le troisième séminaire était relatif à l'adoption des systèmes d'irrigation à économie d'eau au niveau des khetaras au profit de 130 agriculteurs.

Les objectifs du séminaire sont : La sensibilisation des membres des associations sur les systèmes d'irrigation à économie d'eau, la procédure à suivre pour l'instruction des dossiers pour avoir la subvention et sur les techniques de commercialisation des produits agricoles.

VII. Programme futur :

Pour poursuivre la dynamique lancée dans le cadre de la vulgarisation des systèmes d'irrigation à économie d'eau et tenant compte des résultats probants de l'étude de vérification, les actions suivantes sont proposées :

- Mener une campagne de vulgarisation des résultats obtenus ;
- Organiser des visites commentées aux sites d'expérimentation ;
- Inciter les associations des khetaras à formuler des projets d'équipement en irrigation localisée dans des périmètres favorables et leur apporter l'aide nécessaire en ce qui concerne l'étude technique et le suivi de l'exécution du projet en cas de son aboutissement.

ETUDE DU DEVELOPPEMENT DES COMMUNAUTES RURALES A TRAVERS
LA REHABILITATION DES KHETTARAS DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES
DE L'EST SUD ATLASIQUE DU ROYAUME DU MAROC

Activités génératrices de revenus et valorisation des productions

JARI FATIMA, ORMVA DU TAFILALET

Introduction

Dans le cadre de la phase de vérification programmée dans l'étude de développement des communautés rurales par la réhabilitation des khettaras menées par la JICA, l'ORMVA du Tafilalet a proposé d'entreprendre des actions pilotes de vulgarisation au niveau de quelques Ksars dominés par les khéttaras. L'objectif principal est de tester des activités génératrices de revenu, des technologies pratiques de valorisation des productions agricoles spécifiques à la zone susceptibles d'améliorer le revenu et les conditions de vie des populations rurales.

I. Activités génératrices de revenus au profit des femmes rurales

Dans l'objectif de diversifier les sources de revenu au profit des femmes rurales et vu la possibilité et les opportunités qu'offre la zone pour la réalisation de certaines actions nous avons testé :

- ✓ L'introduction de volières de Pigeons : un modèle Egyptien et un modèle moderne (deux sites);
- ✓ La réalisation d'un projet cunicole moderne (5 sites).

1. Elevage cunicole :

+ Objectifs :

Le projet vise à promouvoir la cuniculture afin d'alléger l'insuffisance des protéines dans le régime alimentaire des femmes et des enfants. Des lapines seront fournies aux femmes, pauvres et à charge familiale importante.

Le projet vise les objectifs suivants:

- Amélioration du revenu des femmes rurales;
- Intégration de la femme rurale dans le processus de développement;
- Formation technique en matière d'élevage cunicole;
- Amélioration des conditions nutritionnelles des familles pauvres en protéines.

+ Consistance :

Le projet consiste à donner à 5 groupements de femmes rurales (de 15 femmes chacun) des lapins race locale. Chaque femme bénéficiaire a reçu 2 lapines et 1 mâle reproducteur pour les exploiter selon un système de production semi traditionnel.

Les bénéficiaires se regrouperont en coopérative de service qui aura pour objectifs:

- L'approvisionnement des adhérentes en aliments de lapins;
- L'écoulement de la production.

Les sites objet de démonstration sont : Boudnib, Tizgharine, Mellaab, Jorf et Rissani.

+ Résultats et recommandations :

Durant cette première phase du projet, on a noté un taux de mortalité élevé des animaux à cause du froid, la sous alimentation, le manque d'hygiène et la non adaptation des locaux où sont déposés les clapiers. Par ailleurs, le cheptel est en cours de reconstitution grâce aux efforts d'encadrement par l'application des recommandations suivantes :

- Renforcement de la formation des techniciens et la sensibilisation des bénéficiaires ;
- Aménagement des locaux où sont abrités les clapiers ;
- Incitation des femmes pour l'achat du complément d'alimentation ;
- Poursuite de l'opération de vaccination du cheptel reproducteur.

2. Elevage des pigeons :

+ Objectifs :

L'élevage du pigeon destiné à la production de viande a toujours passionné les familles de la plaine du Tafilalet. Le pigeon entre dans les habitudes alimentaires de la zone, qui est connue par le pigeon farci.

Cet élevage nécessite peu de fonds et peu de travail, les pigeons parents s'occupent de tout. C'est un élevage très bien adapté à la région et très productif. L'écoulement des produits (pigeonneaux, adultes) ne pose pas de problème étant un produit très apprécié et recherché au cours de toute l'année.

Le système de production des pigeons pratiqué dans la région est purement traditionnel, pour ce faire l'amélioration de la conduite peut contribuer à la promotion de cette filière volante.

Ainsi le projet pigeon a tracé les objectifs suivants:

- L'amélioration des revenus familiaux ruraux;
- L'intégration de la femme rurale dans le développement de cet élevage ;
- L'amélioration des techniques de conduite de cet élevage.

+ Consistance :

Le projet a consisté à faire deux essais d'élevage intensif à travers la construction de deux volières qui abritent un effectif important de pigeons :

- 01 au niveau de Rissani type Egyptien
- 01 au niveau de Boudnib type moderne

+ Résultats et recommandations :

Vue la courte durée de lancement du projet, les résultats préliminaires ne permettent pas d'évaluer la rentabilité du projet. Par ailleurs, les bénéficiaires ont montré un intérêt vis-à-vis d'une telle activité.

II. Valorisation des productions :

La valorisation des productions constitue un créneau très important pour améliorer le revenu des agriculteurs au niveau des zones khettarats. Les productions ayant faits l'objet du projet sont les dattes, le henné et le gombo.

1. Dattes

+ Objectifs :

Le palmier dattier représente l'ossature de l'agriculture dans la région du Tafilalet. Il occupe une place importante sur les plans économique, social, environnemental et culturel. L'effectif des palmiers dattiers dans la zone est d'environ 1.399.000 pieds produisant en moyenne 26.000 Tonnes/an, et constituant ainsi la première espèce fruitière au niveau de la zone.

Les variétés de bonne qualité ne représentent que 26% du profil variétal alors que les khalts représentent plus de 40%. Plus de la moitié de la production est constituée de dattes molles difficiles à stocker. Traditionnellement, les femmes rurales procèdent à la transformation d'une partie de cette production dans des conditions loin d'être hygiéniques, et cette tâche prend beaucoup de temps.

L'objectif du projet est d'améliorer les conditions de transformation de la datte molle et d'alléger la lourdeur de cette tâche par l'introduction de machines nécessaires pour le dénoyautage et le malaxage des dattes.

+ Consistance :

Les actions entreprises dans ce domaine sont :

- La préparation de la pâte de dattes aromatisée et conditionnée ;
- L'organisation des femmes ;
- La promotion du produit.

Pour ce faire l'Office, la JICA une une société privé ont mis au point dun Kit de petit matériel familial adapté aux exploitations oasisienne pour la valorisation de la datte molle et semi molle. Le Kit est composé d'un dénoyauteur électrique 220 V de capacité 50 à 60 Kg/h confectionné localement, un malaxeur électrique de capacité 650 kg/h, une presse manuelle de la pâte de dattes, du plastique alimentaire et autres accessoires sont mis à la disposition de l'association Nahda Lmamounia à Tinejda et la coopérative Dahbia à Boudnib. L'objectif de cette action est de faciliter la tâche aux femmes rurales qui préparent la pâte de dattes, d'obtenir un produit dans de bonnes conditions hygiéniques et d'améliorer sa présentation au consommateur.

+ Résultats :

Les produits obtenus par le matériel introduit ont été appréciés par le consommateur lors des foires organisées au niveau de la zone. En effet, la pâte a été produite dans des conditions hygiéniques. En outre le matériel a permis :

- Valoriser la pâte de date dans des préparations culinaires ;
- Gain de temps et d'efforts des femmes ;
- Création d'une dynamique au niveau de la zone concernant la valorisation de la datte molle.

Dans ce sens l'Office a procédé à l'acquisition de deux nouveaux Kit qui seront mis à la disposition d'ONG locale au niveau d'autre site de la zone productrice de datte molle.

2. Henné

Menée en culture herbacée, au niveau de la zone d'action de l'ORMVA/TF, le henné occupe une superficie annuelle moyenne de 600 Ha. La production moyenne annuelle est de 1.560 tonnes. Le séchage des feuilles se fait d'abord au soleil et se termine dans des locaux bien aérés. La production est commercialisée à l'état brut vu la difficulté du broyage traditionnel.

Dans l'objectif de valoriser la production du henné, deux moulins à henné type électrique de capacité 30 à 60 Kg/h, du plastique pour emballage et autres accessoires ont été mis à la disposition de l'association Agdal à Taoumarte. En effet, cette localité commercialise en vrac annuellement environ 5 tonnes de henné. Dans le même objectif un voyage d'étude sur la valorisation du henné et l'organisation des producteurs a été organisé au profit de 16 agriculteurs de la zone d'Alnif au niveau de Tamgroute/ Zagora.

Cette action a permis de susciter l'intérêt des producteurs compte à la valorisation du henné et demande actuellement un matériel ayant une grande capacité.

3. Gombo

Au niveau de la zone d'action de l'ORMVA/TF, la culture du gombo occupe une superficie annuelle de 70 ha. La production moyenne est de l'ordre de 600 tonnes. Celle-ci est autoconsommée à hauteur de 30%. Le reste est soit commercialisé (25%) soit séché (45%) traditionnellement dans des conditions sans précaution hygiénique malgré que cette culture s'apprête à la conservation à l'état frais.

La valorisation du Gombo et autres légumes était l'une des composante du projet. Ainsi, une machine coupe légumes électriques avec différents disques, une ensacheuse soudeuse, des claies de séchage, du plastique alimentaire et autres accessoires ont été mis à la disposition de l'association khattarate Lamharza à Sifa. L'objectif est de faciliter la tâche pour les femmes rurales et le séchage du produit dans de bonnes conditions et son emballage. Si la machine a donné satisfaction pour la carotte et le navet, une adaptation a été faite pour des coupes en anneau du gombo.

L'évaluation d'une telle activité est prévue durant la campagne 2005-2006.

III. Transfert de technologie

Pour la réalisation des différentes composantes du projet, des modules de formation ont été organisées au profit des techniciens sur la conduite des lapins et pigeons. En outre pour assurer la diffusion des technologies introduites, 03 voyages inter-zones ont été organisées au profit de 75 femmes rurales et un voyage hors zone au profit de 16 agriculteurs.

En outre plusieurs visites commentées ont été organisées au profit d'ONG locale, d'étudiants, d'experts ... au niveau des sites objet de projets pré-cités.

Séminaire Sur Le Développement Des Communautés Rurales à Travers La Réhabilitation Des Khettras Dans Les Zones Semi-Arides De l'Est-Sud Du Maroc

Performances de reproduction et de production de la race D'Man au Domaine Expérimental de l'INRA d'Errachidia au Maroc

Reproduction and Reproduction performance of D'Man in Errachidia Experimental Station of INRA in Morocco

*M. Kerfal, A. Chikhi et B. Boulanouar,
Institut National de la Recherche Agronomique
Maroc*

Résumé

Ce travail vise à faire le point sur les potentialités de reproduction et de production de la race D'Man en station et à déterminer les facteurs non génétiques qui influencent ses potentialités en vue de leur prise en compte lors de l'évaluation des animaux. L'étude a porté sur l'analyse de 1653 performances de reproduction des brebis, 3799 performances de croissance et de viabilité et 303 performances d'engraissement d'agneaux. La détermination des effets des facteurs non génétiques a été faite par la méthode des moindres carrés en appliquant la procédure GLM du logiciel SAS. L'analyse des données a montré que les brebis D'Man ont en moyenne une taille de portée à la naissance de 2,41 agneaux, une taille de portée à 90 jours de 2,20 agneaux, un poids de portée à la naissance de 6,14 kg et un poids de portée à 90 jours de 43,4 kg. Ces performances sont généralement influencées par l'âge de la brebis, la saison d'agnelage et le poids de la brebis à la lutte. Les agneaux de race D'Man pèsent en moyenne 2,60 kg à la naissance, 7,69 kg à 30 j, 19,8 kg à 90 j et 28,4 kg à 135 j. Les vitesses de croissance moyennes réalisées durant la période 10-30 j, 30-90 j et 90-135 j sont respectivement de 166 g, 201 g et 189 g. La moyenne du taux de la mortalité entre la naissance et 135 j est de 8%. La majorité des mortalités se sont produites de la naissance à 5 jours (80%). Ces caractères sont influencés par l'âge de la mère, le sexe, le mode de naissance et la saison de naissance des agneaux. Les agneaux D'Man engraisés durant 3 mois environ ont réalisé un gain moyen quotidien à l'engraissement de 226 g/j et un indice de consommation de 5,75 kg de matières sèches par kg de gain de poids. Il a été conclu que la race D'Man a des potentialités très prometteuses qu'il est possible d'exploiter pour améliorer la production de viande au Maroc et pour augmenter la productivité des autres races locales à travers des programmes de croisements.

***Mots-clés:** Ovin D'Man – Reproduction – Croissance – Viabilité – Engraisement- Facteurs non génétiques – Maroc.*

1. INTRODUCTION

La rentabilité d'un élevage ovin se mesure par la productivité de son troupeau. Celle-ci est la résultante de plusieurs composantes, en l'occurrence, la prolificité des brebis et la croissance des agneaux, et si on s'intéresse à la productivité annuelle, on peut également inclure le nombre d'agnelage par an. Ainsi, pour améliorer la productivité d'un troupeau, il faut optimiser chacune de ces composantes. Or, il a été démontré que la productivité dépend plus de la prolificité des brebis que des autres composantes.

La prolificité ou le nombre d'agneaux nés peut être améliorée selon deux voies soit par l'augmentation du nombre d'agneaux nés par agnelage ou par l'augmentation du nombre d'agnelage par an. La première voie peut être accomplie par sélection des meilleurs reproducteurs sur la prolificité ou par croisement avec des races prolifiques, comme la D'Man. L'accroissement du nombre d'agnelage par brebis et par an peut être réalisé par accélération du rythme d'agnelages.

Cette étude vise à faire le point sur les potentialités de reproduction et de production de la race D'Man en station et à déterminer les facteurs non génétiques qui influencent ses potentialités.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Sources des données

Les données analysées ont été collectées dans le Domaine Expérimental d'Errachidia (DEE) de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) d'Errachidia. Ce Domaine est situé dans la zone pré-saharienne sur le secteur A du périmètre de recasement, au croisement des 2 routes principales N°21 reliant Meknès-Rissani et N°32 reliant Agadir-Bouarfa à l'entrée de la ville d'Errachidia (longitude 4,25-latitude 31,75) à une altitude de 1060 mètres. Le DEE est situé dans l'étage bioclimatique saharien. La pluviométrie annuelle moyenne est généralement faible et irrégulière, aussi bien dans le temps que dans l'espace, et varie de 50 à 250 mm. Le nombre total de jours de pluie est très réduit et varie entre 20 et 30 jours par année. Les températures varient de -6°C à 50°C, avec une saison chaude de 7 mois présentant des moyennes mensuelles supérieures à 30°C. La température annuelle moyenne est de l'ordre de 23°C, oscillant entre 10°C en hiver et 35°C en été. L'amplitude thermique journalière est généralement assez importante: de 15 à 20°C. Les vents dominants dans la région d'Errachidia sont le chergui en été soufflant dans la direction nord et le sahel soufflant pendant le printemps dans la direction sud-ouest.

2.2. présentation de la race ovine D'man

La race D'Man est la race ovine locale des palmeraies du sud marocain. Elle est élevée en troupeaux de petite taille (un bélier et 3 à 4 brebis, en moyenne) et maintenue en stabulation pendant toute l'année. L'effectif total de la race D'man est 616.966 têtes, soit 3,7% de l'effectif des ovins du Maroc (MADRPM, 1998; Boujenane, 1999).

Elle est caractérisée par ses performances de reproduction exceptionnelles, notamment sa précocité sexuelle, son aptitude au double agnelage et sa prolificité élevée. Sur le plan morphologique, la race D'Man est caractérisée par une taille réduite, une tête fine et longue, un cou mince et allongé, un squelette et un avant train peu développés. L'absence de cornes chez le mâle différencie la race D'Man des autres races locales. La pigmentation est diversifiée (brun, noir, blanc et mélange). La toison des animaux de race D'Man est légère et ne couvre pas certaines parties du corps. Le poids moyen de la toison est de 1 kg et varie de 0,25 à 2,80 kg. La laine est de mauvaise qualité à cause d'une forte présence de jarre. Le poids oscille entre 30 et 45 kg pour la brebis et entre 50 et 70 kg pour le bélier. La hauteur au garrot varie de 0,60 à 0,70 m chez les béliers et de 0,50 à 0,55 m chez les brebis (Benlekhail, 1996; Boujenane, 1999).

2.3. Matériel animal

L'étude a porté sur l'analyse de 1653 performances de reproduction des brebis D'Man, 3799 performances de croissance et de viabilité et 303 performances d'engraissement d'agneaux de race D'Man. Ces données ont été collectées durant seize ans, de 1988 à 2003, au Domaine Expérimental d'Errachidia. Les caractéristiques moyennes des brebis montrent que le rang d'agnelage des brebis est en moyenne de 2,8. L'âge moyen des brebis est de 30 mois. Le poids moyen à la lutte et à l'agnelage sont respectivement de 44 kg et 47 Kg.

La répartition des données selon l'âge des brebis a montré une fréquence maximale de 34% pour les brebis âgées de moins de 18 mois.

2.4. Mode de conduite

Conduite de la reproduction

Les brebis, conduites en un seul troupeau, sont soumises à une lutte contrôlée qui a lieu durant trois périodes: du 1^{er} février au 15 mars, du 1^{er} octobre au 15 novembre et du 1^{er} juin au 15 juillet. Ces luttes se traduisent par trois périodes d'agnelage allant du 1^{er} juillet au 15 août, du 1^{er} mars au 15 avril et du 1^{er} novembre au 15 décembre. La lutte dure 45 jours et les mises bas ont eu lieu tous les 8 mois en automne, au printemps et en été.

La lutte proprement dite se fait de la manière suivante: matin et soir et pendant une demi-heure, on fait passer 2 béliers détecteurs de chaleurs munis de tabliers protecteurs dans les différents lots de brebis; celles détectées en chaleur sont présentées au géniteur. A la fin de la journée, on enregistre la date de lutte de la brebis sur le registre de lutte. Cette opération de contrôle des chaleurs se fait quotidiennement jusqu'à la fin de la période de lutte. Les agnelles sont mises à la reproduction vers l'âge de 11 mois avec un poids vif moyen de 37 kg.

Conduite alimentaire

Au Domaine Expérimental d'Errachidia, l'élevage D'Man est de type intensif, les animaux sont en stabulation permanente et reçoivent leur alimentation en bergerie. L'alimentation des brebis est basée essentiellement sur la luzerne (en vert ou en foin) qui est la première ressource fourragère en palmeraie. En plus, de la luzerne, on trouve l'orge et le sorgho en vert, le foin de vesce avoine et de la paille. On fait également appel aux aliments concentrés, notamment la pulpe sèche de betterave, le son, l'orge grain et les déchets de dattes.

La formulation de rations a été faite en vue de satisfaire les besoins des animaux en rapport avec les stades physiologiques. Ainsi, pour les brebis en fin de gestation en plus de leur besoin d'entretien, on ajoute le besoin de 8 kg de fœtus à terme. Pour les brebis allaitantes, on tient compte des besoins selon la production laitière estimée au 1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème} mois d'allaitement.

L'alimentation des agneaux au cours du premier mois de leur vie est exclusivement lactée. A partir du deuxième mois, les agneaux ont reçu à volonté un concentré composé d'orge et de tourteau tournesol et du CMV (complément minéral vitaminé). De 30 à 45 jours d'âge, le mélange distribué a une valeur nutritive de l'ordre de 18% de MAT (matières azotées totales) et de 1 UF/kg MS (matières sèches). De 46 à 135 jours d'âge, sa valeur nutritive est d'environ 16% de MAT et de 1 UF/kg MS. En plus, les agneaux disposent du foin de luzerne et d'eau à volonté. Les agneaux sont sevrés à l'âge de 70 jours et les mâles sont séparés des femelles.

Pour apprécier les performances d'engraissement de la race D'Man, les agneaux mâles de différents types de naissance (simples, doubles, triples et quadruples) sont engraisés durant 90 jours environ. Les agneaux d'engraissement sont répartis en lots de 10 agneaux. La ration distribuée est composée d'un mélange de foin de luzerne, d'orge grain, du tourteau tournesol et du CMV. La ration a été formulée de manière à avoir 1 UF/kg de MS et 16% de MAT. Le concentré étant offert à volonté avec un apport d'environ 300 g de foin de luzerne par tête et par jour.

Conduite prophylactique

Pour éviter les accidents tels que les entérotoxémies, les parasitismes internes et externes, les animaux font l'objet de vaccinations et des interventions régulières. Les animaux ont bénéficié des traitements sanitaires et prophylactiques suivants:

- Pour l'ensemble du troupeau: bain parasitaire en juillet de préférence après tonte contre la galle et autres parasites externes

- Pour les brebis au dernier tiers de gestation: vaccination contre l'entérotoxémie, traitement antiparasitaire interne, traitement préventif des bronchites, des strongyloses gastro-intestinales et complémentation minérale et vitaminique par drogage
- Pour les agneaux, ils ont subi les interventions suivantes:
 - à la naissance: désinfection du cordon ombilical avec la teinture d'iode
 - de 1 à 5 jours: administration d'un complexe minéral et vitaminique
 - à 30 jours: première vaccination contre l'entérotoxémie
 - entre 45 et 60 jours: deuxième vaccination contre l'entérotoxémie
 - à 90 jours d'âge: traitement antiparasitaire interne

2.5. Contrôles effectués

A partir des contrôles de performances enregistrées sur les brebis et sur les agneaux D'Man une base de donnée a été constituée. Les contrôles et observations réalisés sont:

- numéros des brebis, des béliers et des agneaux
- date de lutte et date de mise-bas
- poids de la brebis à la lutte et à la mise-bas
- rang, année et saison d'agnelage
- âge de la brebis à la lutte et à la mise-bas
- taille et poids de portée à la naissance et à 90 jours
- dates de naissances et de mortalités des agneaux
- sexe et mode de naissance des agneaux
- poids à la naissance, 10, 30, 90 et 135 jours
- doubles pesées des agneaux au début et à la fin de la période de l'engraissement
- pesées simples des agneaux tous les 15 jours durant la période d'engraissement
- contrôle de l'alimentation distribuée par lot et par quinzaine (pesée des quantités distribuées et refusées) et son ajustement de telle sorte que le refus constitue 10% du distribué

Ces contrôles ont permis de déterminer les performances suivantes:

- les tailles de portée à la naissance et à 90 jours,
- les poids de portée à la naissance et à 90 jours.
- le poids à la naissance
- les poids aux âges types 30, 90 et 135 jours
- les gains moyens quotidiens (GMQ) 10-30 jours, 30-90 jours et 90-135 jours
- le poids final à l'engraissement
- le GMQ à l'engraissement
- le niveau d'ingestion
- l'indice de consommation

2.6. Analyses statistiques

L'analyse des données a été réalisée par les procédures d'analyse de la variance des moindres carrés à l'aide du programme GLM du logiciel SAS (Statistical Analysis System, 1996). Les modèles statistiques utilisés pour l'analyse de la variance sont ceux retenus après élimination des interactions non significatives.

Les modèles mixtes adoptés pour l'analyse de la variance des performances de reproduction incluent l'effet aléatoire de la brebis, les effets fixes de l'âge de la brebis, de la saison d'agnelage et de la covariable poids de brebis à la lutte. Les niveaux des facteurs étudiés sont: 6 niveaux pour l'âge de la brebis ($\text{âge} \leq 18$ mois, $18 < \text{âge} \leq 24$ mois, $24 < \text{âge} \leq 30$ mois, $30 < \text{âge} \leq 36$ mois, $36 < \text{âge} \leq 42$ mois et $\text{âge} > 42$ mois) et 3 niveaux pour la saison d'agnelage (automne, printemps et été).

Pour l'analyse des performances de croissance, les modèles mixtes adoptés incluent en plus de l'effet aléatoire de la mère, les effets fixes de l'âge de la mère avec 6 niveaux ($\text{âge} \leq 18$ mois, $18 < \text{âge} \leq 24$ mois, $24 < \text{âge} \leq 30$ mois, $30 < \text{âge} \leq 36$ mois, $36 < \text{âge} \leq 42$ mois et $\text{âge} > 42$ mois), du sexe (mâle, femelle), du mode de naissance avec 4 niveaux (simple, double, triple, quadruple et plus) et de la saison de naissance avec 3

niveaux (automne, printemps et été).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. PERFORMANCES DE REPRODUCTION DES BREBIS D'MAN

3.1.1. MOYENNES ARITHMETIQUES DES PERFORMANCES

Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation de la taille de portée à la naissance et à 90 jours, le poids de portée à la naissance et à 90 jours sont rapportés au tableau 1.

L'analyse des données a révélé que les brebis D'Man ont en moyenne une taille de portée à la naissance de 2,41 agneaux, une taille de portée à 90 jours de 2,20 agneaux, un poids de portée à la naissance de 6,14 kg et un poids de portée à 90 jours de 43,4 kg.

La taille de portée à la naissance chez les brebis D'Man varie de 1 à 7 agneaux. La distribution des tailles de portée à la naissance a montré que les brebis ont réalisé 16,4% des portées simples, 41,6% des portées doubles, 30,1% des portées triples et 9,3% des portées quadruple et 2,6% des portées quintuples et plus. Les naissances doubles et triples ont une incidence élevée et représentent 71,7%.

3.1.2. EFFETS DES FACTEURS NON GENETIQUES

Les moyennes ajustées de la taille et du poids de portée à la naissance et au sevrage sont présentées au tableau 2.

L'âge de la brebis a un effet significatif sur tous les caractères de reproduction étudiés. Les plus faibles performances ont été réalisées par les brebis primipares alors que les performances les plus élevées ont été enregistrées chez les brebis adultes âgées de 36 à 42 mois. Les différences sont 0,33 agneaux pour la taille de portée à la naissance, 0,27 agneaux pour la taille de portée au sevrage, 1,41 kg pour le poids de portée à la naissance et 8 kg pour le poids de portée au sevrage. Cette supériorité est due à l'accroissement de la production laitière avec l'augmentation de l'âge affectant positivement la croissance des agneaux. Boujenane et Kerfal (1992) ont trouvé que la production laitière augmente avec l'âge des brebis et que les brebis adultes ont produit 30% de plus que les jeunes brebis.

Le résultat de l'effet significatif de l'âge de la brebis sur les performances de reproduction est en accord avec les résultats de Khallouk (1987) et Kerfal (1995) qui ont rapporté que l'âge de la brebis a un effet significatif sur les performances de reproduction. Chikhi (2002) a rapporté une différence de 0,27 agneaux pour la taille de portée à la naissance, 0,23 agneaux pour la taille de portée au sevrage, 1,26 kg pour le poids de portée à la naissance et 6,0 kg pour le poids de portée au sevrage entre les brebis Boujâad primipares (âgées de moins de 30) et les brebis adultes âgées de plus de 78 mois. Ces résultats s'accordent avec ceux de Chafik (1994) a trouvé que l'augmentation de l'âge moyen des brebis D'Man, Sardi et leurs croisées de 100 jours s'accompagne d'une amélioration de 6,3% dans la taille de portée à la naissance, de 0,11 agneau dans la taille de portée au sevrage et de 1,4 kg dans le poids de la portée au sevrage et ce jusqu'à un âge optimum de 67 mois.

La saison d'agnelage influence de manière significative la taille de portée à la naissance et au sevrage et le poids de portée à la naissance mais il n'a pas d'effet sur le poids de portée au sevrage. Les brebis de race D'Man ont sevré en moyenne un poids de 42 kg durant les trois saisons. Ce qui représente 90% environ de leur poids vif. Cette productivité élevée des brebis de race D'Man, au Domaine Expérimental d'Errachidia, témoigne de leur potentiel génétique intéressant.

Le poids à la lutte des brebis D'Man a une influence significative sur tous les caractères de reproduction étudiés sauf le poids de portée au sevrage. Les coefficients de régression des caractères de reproduction sur le poids des brebis à la lutte indiquent que l'augmentation de 1 kg du poids des brebis à la lutte s'accompagne d'une amélioration de la taille de portée à la naissance et au sevrage de 0,021 et 0,018 agneaux et du poids de portée à la naissance et au sevrage de 0,048 et 0,169 kg. Ces résultats confirment ceux de Kerfal (1995), El Fadili (1997) et Chikhi (2000) qui ont rapporté que le poids des brebis à la lutte affecte significativement les performances de reproduction. En effet, Boujenane (1989), Khallouk (1987), Chafik (1994) et Chikhi (2000) ont constaté que chaque accroissement moyen de 1 kg du poids des brebis à la lutte engendre une amélioration de la taille de portée à la naissance de 0,009 agneaux, de la taille de portée au sevrage de 0,008 agneaux, du poids de portée à la naissance de 0,035 kg et du poids de portée au sevrage de 0,21 kg.

3.2. PERFORMANCES E CROISSANCE DES AGNEAUX D'MAN

3.2.1. MOYENNES ARITHMETIQUES DES PERFORMANCES

Les moyennes arithmétiques, les écarts-types et les coefficients de variation des performances de croissance des agneaux de race D'Man enregistrés au Domaine INRA d'Errachidia sont récapitulés dans le tableau 3.

Les agneaux pèsent en moyenne 2,60 kg à la naissance, 7,69 kg à 30 jours, 19,8 kg à 90 jours et 28,4 kg à 135 jours. La vitesse moyenne de croissance est de 166 g/j entre 10 et 30 jours, de 201 g/j entre 30 et 90 jours et de 189 g/j entre 90 et 135 jours. Ces performances pondérales et de croissance témoignent du potentiel de croissance satisfaisant des agneaux de race D'man.

3.2.2. EFFETS DES FACTEURS NON GENETIQUES

Les moyennes ajustées des poids à la naissance, à 30 jours, à 90 jours et à 135 jours et des GMQ 10-30 jours, 30-90 jours et 90-135 jours par facteur de variation sont résumées dans le tableau 4.

L'âge de la mère a un effet significatif sur tous les caractères de croissance étudiés. Ces caractères s'améliorent avec l'âge des brebis. Les agneaux issus des brebis adultes sont plus lourds que ceux issus de jeunes brebis. Les écarts sont de 0,56 kg, 1,27 kg, 1,90 kg, 1,60 kg, et 14 g et 12 g respectivement pour les poids à la naissance, à 30 j, à 90 j à 135 j et les GMQ 10-30 et 30-90 j. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés Boujenane et Kerfal (1990) et Kerfal (1995), qui ont mis en évidence un effet significatif de l'âge de la mère sur les poids et les GMQ des agneaux D'Man. En effet, Chafik (1994) a rapporté que pour chaque augmentation de l'âge des mères de 100 jours correspond un accroissement de 0,11, 0,30 et 0,55 kg respectivement pour les poids à la naissance, à 30 j et à 90 j et de 7 g et de 3 g respectivement pour le GMQ 10-30 et GMQ 30-90 jours, et ceci jusqu'à l'âge optimum des mères de 72 mois.

Le sexe de l'agneau influence significativement tous les caractères étudiés. En effet, les mâles ont réalisé des poids et des GMQ plus élevés que ceux des femelles. La différence constatée entre les deux sexes augmente avec l'âge. La supériorité des mâles par rapport aux femelles est de 0,20 kg, 0,87 kg, 3,40 kg et 6,1 kg et de 24 g, 45 g et 63 g respectivement pour les poids à la naissance, à 30j, à 90j, à 135, les GMQ 10-30 30-90 et 90-135 jours. Cette supériorité des mâles par rapport aux femelles peut être expliquée par la composition différente du gain. Les femelles consacrent une partie du lait consommée à l'élaboration du tissu adipeux qui est plus coûteux en énergie. Ces résultats relatifs à l'effet significatif du sexe de l'agneau sur les performances de croissance des agneaux sont conformes aux résultats rapportés par Chikhi (1986), Berger et al. (1989) et Boujenane et Kerfal (1990).

Le mode de naissance de l'agneau exerce un effet significatif sur tous les poids et GMQ étudiés sauf pour les GMQ 90-135 jours. Les agneaux simples sont plus lourds à différents âges et croissent plus rapidement que les agneaux doubles, triples et quadruples et plus. L'effet du mode de naissance sur les poids sur les GMQ s'atténue avec l'augmentation de l'âge des agneaux. La supériorité des simples par rapport aux quadruples et plus est de 1,35 kg, 4,75 kg, 7,90 kg, 7,80 kg, 111 g et 63 g respectivement pour les poids à la naissance, 30, 90 et 135 jours, GMQ 10-30 et 30-90 jours. Cela montre que les agneaux quadruples et plus ont tendance à compenser le retard de croissance enregistré au début de leur vie. Cette tendance a été également observée sur les agneaux de race D'Man par Chikhi (1986), Boujenane et Kerfal (1990) et Kerfal (1995).

La saison de naissance a une influence significative sur les poids à la naissance, à 30 j, à 90 j et à 135 j et sur les GMQ 10-30 et 30-90j, mais il n'a pas d'effet significatif sur les GMQ 90-135 j. Les agneaux nés en automne ont tendance à réaliser des poids et des GMQ plus élevés que ceux nés au printemps et en été. Mais la différence entre les saisons n'est pas considérable.

3.3. PERFORMANCES DE VIABILITE DES AGNEAUX D'MAN

La distribution de fréquences de la mortalité des agneaux de race D'Man selon leur âge montre que 80% des mortalités se sont produites de la naissance à 5 jours, 11% des mortalités entre 6 et 30 jours, 7% des mortalités entre 31 et 90 jours et 2% entre 91 et 135 jours. Ces résultats concordent avec ceux de Tchamitchian et al. (1976), Ricordeau al. (1976 et 1977) et Ricordeau (1982) qui ont rapporté que 50 à 80% des pertes se produisent au cours de la première semaine de la vie de l'agneau.

La moyenne du taux de viabilité des agneaux entre la naissance et 135 jours est de 91,7% avec un écart-type de 22% et un coefficient de variation de 24%. Ce taux est supérieur à celui trouvé chez les agneaux de race D'Man rapportés par Benlakhhal (1983), Essaadi (1984), Boutgayout (1980), Chikhi (1986) et Boujenane et al. (1991) et qui varient de 70% à 81% pour la période allant de la naissance à 90 jours.

3.4. PERFORMANCES D'ENGRAISSEMENT DES AGNEAUX D'MAN

Les agneaux mâles de race D'Man engraisés durant 3 mois environ, dans le Domaine Expérimental de l'INRA d'Errachidia, ont mis en évidence une aptitude à l'engraissement satisfaisante (Tableau 5). En effet, les agneaux D'Man ont réalisé en moyenne un GMQ engraissement de 226 g/j, un poids vif final à l'engraissement de 42,5 kg, un niveau d'ingestion de 1,30 Kg de MS/animal/jour et un indice de consommation de 5,75 Kg de MS d'aliments/Kg de gain de poids et de 5,50 UF/kg de gain de poids.

Ces résultats sont meilleurs que ceux trouvés chez la race D'Man et qui sont en moyenne de 156 g/j pour le gain moyen quotidien à l'engraissement, 30 kg pour le poids vif final à l'engraissement, 1,40 Kg de MS/animal/jour pour le niveau d'ingestion et 7 Kg de MS d'aliments/Kg de gain de poids pour l'indice de consommation (Roudies, 1998; Benmira, 1999).

CONCLUSION GENERALE

A l'issue de cette étude, il apparaît que les potentialités de reproduction de la race D'Man sont exceptionnellement élevées et que le mouton D'Man constitue un matériel génétique répondant parfaitement au besoin vital de l'agriculture en palmeraie à savoir l'intensification maximale des productions.

Avec une taille moyenne de portée à la naissance de 2,41 agneaux nés, un poids moyen de portée à 90 jours de 43,4 kg, la brebis D'Man est capable de sevrer en moyenne 3,62 agneaux et de produire 65 kg de poids vif par an dans un système de production intensif. Par conséquent, son intérêt déborde du cadre strict de la palmeraie. Le mouton D'Man pouvant être utilisé dans des programmes de croisement avec d'autres races locales en vue d'améliorer leurs performances de reproduction et d'augmenter leur productivité.

La mortalité entre la naissance et 135 j est en moyenne de 8%. La majorité des mortalités se sont produites de la naissance à 5 jours (80%). Ainsi, pour améliorer la viabilité des agneaux de cette race prolifique, il faudrait chercher à regrouper les agnelages et accroître la surveillance avec une main d'œuvre qualifiée apte à assister la brebis en cas de difficulté.

Les poids moyens des agneaux D'Man à 90 jours (20 kg) et à 135 jours (28 kg) et les GMQ 30-90 jours (201 g/j) et GMQ 90-135 jours (190 g/j) confirment les possibilités de production d'agneaux précoces. Les agneaux mâles engraisés durant 3 mois ont réalisé un GMQ à l'engraissement de 226 g/j et un indice de consommation de 5,75 kg MS par kg de gain de poids. Par conséquent, il serait intéressant d'exploiter les performances de la race D'Man pour l'amélioration de la production de viande au Maroc.

Il serait intéressant de prendre en considération les facteurs de variation déterminés dans cette étude pour les prendre en compte lors de l'évaluation des reproducteurs de cette race.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Benlakhhal M. 1983: Interprétation des performances de croissance et de reproduction des ovins de races locales conduites en race pure et en croisements à la ferme du Gharb. Mémoire 3^{ème} cycle agronomie, IAV Hassan II, Rabat.

Benlakhhal A. 1996. Etudes des races ovines marocaines. Direction de l'Elevage-ACSAD, Rabat.

Benmira, A. 1999. Comparaison des performances des brebis et des agneaux des races DS, D'man et Sardi. Mémoire. 3^{ème} Cycle Agronomie, I. A. V. Hassan II, Rabat.

Berger, Y.M., G.E. Bradford, A. Essaadi, D.W. Bourfia et A. Lahlou-Kassi. 1989. Performances of D'man and Sardi sheep on accelerated lambing. III. Lamb mortality, growth and production per ewe. Small Rumin. Res. 2: 307-321.

Boujenane, I. 1989. Inheritance of reproduction traits in crosses between the D'man and Sardi breeds of sheep. Ph. D. Dissertation. University of California, Davis.

Boujenane, I. 1999. Les ressources génétiques ovines au Maroc. Actes Editions, Rabat. 136 p.

Boujenane, I. et M. Kerfal. 1990. Estimates of genetic and phenotypic parameters for growth traits of D'man lambs. Anim. Prod. 51: 173-178.

Boujenane, I, G.E. Bradford, Y.M. Berger et A. Chikhi. 1991. Genetic and environmental effects on growth to I year and viability of lambs from cross breeding study of D'Man and Sardi breeds. J. Anim. Sci. 69: 3989-3998.

Boujenane I. et M. Kerfal 1992. Estimation de l'aptitude laitière des brebis D'man. Al awamia N° 78: 145-155.

Boutgayout M. 1980. lan de reproduction et contrôle de croissance de la race D'Man à la SODEA et SOGETA, et la race Sardi à la COMAGRI Thèse Doctorat Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

Chafik A. 1994. Effets d'hétérosis sur les performances des ovins de différentes générations du croisement entre les races D'man et Sardi. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences. Université Chouaib Doukkali, Faculté des Sciences, El Jadida.

Chikhi A. 1986. Interprétation des performances de croissance et de mortalité des ovins de race D'man, Sardi et leurs croisés, Mémoire de 3^{ème} cycle IAV Hassan II Rabat.

Chikhi, A. 2000. Caractérisation de la race Sardi au Domaine Expérimental INRA Dérroua: performances de reproduction et de productions. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'Ingénieur en Chef. INRA, Programme Viandes Rouges, Rabat, Maroc.

Chikhi A., 2002. Caractérisation des ovins de race Boujaâd en station et chez les éleveurs sélectionneurs. Thèse de Doctorat es-Sciences Agronomiques, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat.

El Fadili M. 1997. Intensification de la production ovine par le croisement. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'Ingénieur en Chef. INRA, Programme Viandes Rouges, Rabat, Maroc.

Essaadi A. 1984. ude préliminaire des performances de croissance et de reproduction de deux races ovines marocaines: Sardi et D'Man. Mémoire de 3^{ème} cycle agronomie, IAV Hassan II, Rabat.

Kerfal M. 1995. Etude du potentiel de la race ovine D'man. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'Ingénieur en Chef. INRA, Programme Viandes Rouges, Rabat, Maroc.

Khallouk M. 1987. Analyse génétique des performances de reproduction et déterminisme héréditaire de la taille de portée chez la race D'man. Mémoire 3^{ème} cycle agronomie IAV Hassan II Rabat.

MADRPM 1998. Recensement général de l'agriculture, Résultats préliminaires. Direction de la Programmation et des Affaires Economiques, Rabat.

Ricordeau, G. 1982. Aspects génétiques de la viabilité des agneaux. 7ème Journ. Rech. Ovin. Capr. INRA-ITOVIC: 37-73.

Ricordeau, G., A. Desvignes, L. Tchamitchian, R. Rastogi et C. Lefèvre. 1976. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher (BC) par croisement. I- Productivité numérique des brebis BC, Cotentin, Border Leicester, Romanov et de 3 types de F1. Ann. Génét. Sél. Anim. 8: 367-389.

Ricordeau, G., L. Tchamitchian, C. Lefevre et J.C. Brunel. 1977. Amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher (BC) par croisement. IV- Durée de gestation et viabilité des agneaux Berrichon, Romanov et croisés F1, F2, et F3. Ann. Génét. Sél. Anim. 9: 219-239.

Roudies, S.N. 1998. Comparaison des performances de la race synthétique ovine DS avec celles des races parentales D'man et Sardi. Mémoire 3^{ème} Cycle Agronomie, I.A.V. Hassan II, Rabat.

Statistical Analysis System. 1996. SAS/STAT User's Guide (Release 6.12). SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Tchamitchian, L., G. Ricordeau, A. Desvignes et C. Lefèvre. 1976. amélioration de la productivité des brebis Berrichonnes du Cher par croisement. II. Productivité numérique des brebis croisées trois races. Ann. Génét. Sél. Anim. 8: 391-403.

TABLEAU 1

Moyennes arithmétiques, écarts types et coefficients de variation
des performances de reproduction des brebis D'Man

| Caractères | Nombre | Moyenne arithmétique | Ecart-type | Coefficient de variation (%) |
|---|--------|----------------------|------------|------------------------------|
| Taille de portée à la naissance (agneaux) | 1653 | 2,41 | 0,84 | 34,7 |
| Poids de portée à la naissance (kg) | 1653 | 6,14 | 1,63 | 26,5 |
| Taille de portée à 90 jours (agneaux) | 1541 | 2,20 | 0,77 | 34,9 |
| Poids de portée à 90 jours (kg) | 1541 | 43,4 | 12,5 | 28,4 |

TABLEAU 2

Moyennes ajustées \pm erreurs types des performances de reproduction des brebis de race D'Man

| Facteurs de Variation | Nombre | Taille de portée à la naissance (agneaux) | Poids de portée à la naissance (kg) | Taille de portée à 90 jours (agneaux) | Poids de portée à 90 jours (kg) |
|--|--------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Age des brebis | | * | *** | * | *** |
| âge \leq 18 mois | 313 | 2,21 \pm 0,09 a | 5,02 \pm 0,17 a | 2,01 \pm 0,08 a | 37,1 \pm 1,3 a |
| 18 < âge \leq 24 mois | 240 | 2,29 \pm 0,07 b | 5,71 \pm 0,13 b | 2,09 \pm 0,06 a | 41,3 \pm 1,0 b |
| 24 < âge \leq 30 mois | 207 | 2,29 \pm 0,07 b | 5,93 \pm 0,13 b | 2,16 \pm 0,06 a | 43,1 \pm 1,0 b |
| 30 < âge \leq 36 mois | 290 | 2,48 \pm 0,06 c | 6,43 \pm 0,11 c | 2,27 \pm 0,05 b | 44,4 \pm 0,8 c |
| 36 < âge \leq 42 mois | 209 | 2,54 \pm 0,07 c | 6,43 \pm 0,13 c | 2,28 \pm 0,07 b | 45,1 \pm 1,1 c |
| âge > 42 mois | 394 | 2,38 \pm 0,07 d | 6,26 \pm 0,14 c | 2,10 \pm 0,07 a | 42,5 \pm 1,1 b |
| Saison d'agnelage | | *** | *** | ** | NS |
| Automne | 694 | 2,24 \pm 0,04 a | 5,83 \pm 0,07 a | 2,08 \pm 0,03 a | 41,9 \pm 0,6 |
| Eté | 308 | 2,37 \pm 0,06 a | 5,86 \pm 0,11 a | 2,15 \pm 0,05 a | 42,1 \pm 0,8 |
| Printemps | 651 | 2,49 \pm 0,04 b | 6,21 \pm 0,07 b | 2,22 \pm 0,04 b | 42,7 \pm 0,6 |
| Régression linéaire (Poids à la lutte) | | ** | *** | * | NS |
| | | 0,021 \pm 0,007 | 0,048 \pm 0,014 | 0,018 \pm 0,007 | 0,169 \pm 0,116 |

Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'un facteur sont significativement différentes au seuil de 5%.
NS > 0,05 * P < 0,05 ** P < 0,01 *** P < 0,001

TABLEAU 3

Moyennes arithmétiques, écarts types et coefficients de variation
des performances de croissance des agneaux D'Man

| Caractères | Nombre | Moyenne arithmétique | Ecart-type | Coefficient de variation (%) |
|---------------------------|--------|----------------------|------------|------------------------------|
| Poids à la naissance (Kg) | 3799 | 2,59 | 0,43 | 16,6 |
| Poids à 30 jours (Kg) | 3420 | 7,69 | 1,28 | 16,7 |
| Poids à 90 jours (Kg) | 3305 | 19,8 | 2,89 | 14,6 |
| Poids à 135 jours (Kg) | 2142 | 28,4 | 3,74 | 13,1 |
| GMQ 10-30 j (g/j) | 3417 | 166 | 43 | 26 |
| GMQ 30-90 (g/j) | 3366 | 201 | 37 | 18 |
| GMQ 90-135 (g/j) | 2179 | 189 | 47 | 25 |

TABLEAU 4

Moyennes ajustées ± erreurs types des performances de croissance des agneaux D'Man

| Facteurs de Variation | Nombre | Poids à la naissance (kg) | Poids à 30 j (kg) | Poids à 90 j (kg) | Poids à 135 j (kg) | GMQ 10-30 j (g) | GMQ 30-90 j (g) | GMQ 90-135 j (g) |
|-----------------------|--------|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Age des mères | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | * |
| âge≤18 mois | 633 | 2,28 ± 0,02 a | 7,03 ± 0,06 a | 18,7 ± 0,15a | 27,6± 0,21a | 163 ± 2 a | 194 ± 2 a | 186±3 a |
| 18<âge≤24 mois | 512 | 2,56 ± 0,02 b | 7,78 ± 0,07 b | 20,1 ± 0,16b | 29,2± 0,27b | 171 ± 2 b | 205 ± 2 ab | 197 ± 3 ab |
| 24<âge≤30 mois | 467 | 2,71 ± 0,02 c | 8,20 ± 0,07 c | 20,4 ± 0,17 c | 29,6 ± 0,31 c | 178 ± 2 c | 203 ± 2 cd | 188 ± 4 cd |
| 30<âge≤36 mois | 704 | 2,79 ± 0,02 c | 8,16 ± 0,06 c | 20,4 ± 0,14c | 29,3 ± 0,22 c | 174 ± 2 c | 204 ± 2 bc | 191 ± 3 bc |
| 36<âge≤42 mois | 529 | 2,82 ± 0,02 c | 8,28 ± 0,07 c | 20,6 ± 0,16c | 29,1 ± 0,25 c | 177 ± 2 d | 206 ± 2 bc | 187 ± 3 bc |
| âge>42 mois | 954 | 2,84 ± 0,02bc | 8,30 ± 0,07 c | 20,6 ± 0,15 c | 29,2 ± 0,25 c | 176 ± 2 cd | 204 ± 2 d | 183 ± 3 d |
| Sexe | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| femelle | 1867 | 2,57± 0,01 a | 7,52 ± 0,04 a | 18,4± 0,10 a | 26,0± 0,16a | 161 ± 1 a | 180 ± 1 a | 157 ± 2 a |
| mâle | 1932 | 2,77± 0,01 b | 8,39 ± 0,04 b | 21,8 ± 0,10 b | 32,1 ± 0,16 b | 185 ± 1 b | 225 ± 1 b | 220 ± 2 b |
| Mode de naissance | | *** | *** | *** | *** | *** | *** | NS |
| simple | 256 | 3,35 ± 0,03 a | 10,5 ± 0,10 a | 24,2 ± 0,22a | 32,80 ± 0,40 a | 234 ± 3 a | 234 ± 3 a | 189 ± 5 a |
| double | 1342 | 2,88 ± 0,01 b | 8,68 ± 0,05 b | 21,4 ± 0,11b | 30,6 ± 0,18b | 189 ± 2 b | 213 ± 1 b | 192 ± 2 b |
| triple | 1436 | 2,43 ± 0,02 a | 6,92 ± 0,05 a | 18,5 ± 0,12a | 27,6 ± 0,18a | 146 ± 2 a | 192 ± 1 a | 190 ± 2 a |
| Quadruple et plus | 765 | 2,00 ± 0,02 b | 5,75 ± 0,08 b | 16,3 ± 0,18 b | 25,0 ± 0,28 b | 123 ± 3 b | 171 ± 2 b | 183 ± 3 b |
| Saison de naissance | | *** | *** | *** | * | *** | *** | NS |
| Automne | 1537 | 2,70 ± 0,01 a | 8,05 ± 0,05 a | 20,5 ± 0,10a | 29,30 ± 0,19 a | 174 ± 1 a | 208 ± 1 a | 190 ± 2 a |
| Eté | 734 | 2,61 ± 0,02 b | 7,75 ± 0,06 b | 20,0 ± 0,14b | 28,8 ± 0,19 b | 168 ± 2 b | 203 ± 2 b | 188 ± 2 b |
| Printemps | 1528 | 2,70 ± 0,01 a | 8,07 ± 0,04 a | 20,0 ± 0,10 b | 28,9 ± 0,17 a | 177 ± 1 a | 197 ± 1 b | 187 ± 2 b |

Les moyennes suivies de lettres différentes au sein d'un facteur sont significativement différentes au seuil de 5%.

NS > 0,05 * P < 0,05 ** P < 0,01 *** P < 0,001

TABLEAU 5

Moyennes arithmétiques, écarts-types et coefficients de variation
des performances d'engraissement des agneaux mâles de race D'Man

| Caractères | Moyenne arithmétique | Ecart-type | Coefficient de variation (%) |
|--|----------------------|------------|------------------------------|
| Poids initial à l'engraissement (kg) | 23,8 | 2,3 | 9,88 |
| Age initial à l'engraissement (jours) | 104,4 | 14,1 | 0,1 |
| Durée d'engraissement (jours) | 86,8 | 5,5 | 0,1 |
| Age final à l'engraissement (jours) | 191,2 | 13,8 | 0,1 |
| Poids vif final à l'engraissement (kg) | 42,5 | 4,0 | 9,4 |
| GMQ à l'engraissement (g/j) | 226 | 12 | 5 |
| Niveau d'ingestion (kg MS/Animal /j) | 1,30 | 0,17 | 13,2 |
| Niveau d'ingestion (g MS/kg P ^{0,75} .jour) | 93,4 | 9,4 | 10,0 |
| Indice de consommation (kg MS/kg de gain de poids) | 5,75 | 0,60 | 10,4 |
| Indice de consommation (UF/kg de gain de poids) | 5,50 | 0,75 | 13,6 |

Thème proposé : Par BOUKHARI

Evaluation participative Projet de Développement des Communautés Rurales à Travers la Réhabilitation des Khettaras

Objectifs et résultats :

1. Rappeler les constats de la situation initiale avant le démarrage du projet ;
2. Rappeler les objectifs et les résultats fixés pour l'étude et attendus par rapport aux attentes des paysans ;
3. Rappeler les principaux problèmes, contraintes et besoins exprimés au départ du projet pour le Développement des Communautés Rurales à Travers la Réhabilitation des Khettaras : (principaux résultats du DIGRAP)
4. Par rapport à cette situation d'avant projet animer les échanges avec les membres des associations pour ressortir les succès et échecs des actions menées dans le cadre de ce projet en utilisant la méthode SEPO :
 - Succès du projet,
 - Echecs du projet,
 - Potentialités mises en valeurs et
 - Obstacles rencontrés)

et évaluation participative faite avec les paysans participants en utilisant la méthode FFOM :

- Forces du projet,
 - Faiblesses du projet,
 - Opportunités valorisées par le projet,
 - Menaces pouvant diminuer la durabilité des actions menées dans le cadre de ce projet,
5. **Evaluation participative avec les paysans participants de :**
 - **Pertinence** : (objectifs/ Besoins) des actions menées dans le cadre de ce projet,
 - **Efficacité** : (résultats/ Objectifs) des actions menées,
 - **Efficience** : (coût/ résultats) des actions menées,
 - **Appropriation** par les paysans des types actions menées,
 - **Durabilité et reproductibilité** des actions après projet,
 - **Participation** des paysans et paysannes,
 - **Implication** des genres communautaires,
 - **Partenariat** avec les acteurs locaux, (ONG, Associations des irrigants, Associations locales et régionales de développement, ORMVAT, INRA, Universités, JICA, Privés, collectivités locales,...)
 - **Faisabilité technique** des aménagements des khattaras et économie de l'eau appréciée et vu par les paysans,
 - **Rentabilité économique** / Investissements engagés et contributions des paysans par rapport aux résultats réalisés,
 - **Acceptabilité sociale** des différents types d'actions menées dans ce cadre de ce projet,
 - **Effets** directs sur le revenu et exploitations paysannes,
 - **Impacts sur le développement communautaire en général, lutte contre la pauvreté, l'économie e l'eau et l'environnement en zone aride en général ...**

Rappel des problèmes et besoins exprimés par les paysans et paysannes et concernés :

- 1- Pertes par infiltration
- 2- Sélection des sites pour la réhabilitation
- 3- Manque d'eau
- 4- Conditions climatiques
- 5- Pauvreté
- 6- Isolement
- 7- Subventions
- 8- Complexité des procédures
- 9- Commercialisation
- 10- Fermeture des terres
- 11- Manque de secteur privé pour engagement avec l'Etat
- 12- Epuisement et tarissement des Eaux
- 13- Alphabétisme
- 14- Manque d'autres activités non agricoles
- 15- Evasement des sables
- 16- Immigration rurale
- 17- Vent
- 18- Diminution de l'eau potable
- 19- Perte des fleurs des oliviers
- 20- Difficulté pour le forage des galeries
- 21- Manque d'expertise au niveau du forage des khettara et de leur maintenance
- 22- Qualité d'eau
- 23- Problème de supervision et guidance
- 24- Bayoud (palmiers)
- 25- Morcellement des terres
- 26- Curage des khettara
- 27- Statut des terres collectives
- 28- Revenu faible des agricultures
- 29- Assistance technique
- 30- Conflits communautaires
- 31- Crues
- 32- Nouvelles générations abandonnent les khettara
- 33- Manque des études hydrogéologiques dans la région
- 34- Cycle très long de renouvellement d'eau...
- 35- Nouveaux moyens de concurrence : Stations de pompages
- 36- Difficulté d'étendre les khettara dans le territoire des autres communautés
- 37- L'utilisation excessive des eaux et le manque de méthode de sauvegarde d'eau
- 38- Répartition d'eau et de terre à cause des héritages
- 39- Pas de construction de khettara
- 40- Glissement des terrains (terres en sable)
- 41- Manque de barrage d'approvisionnement

Rappel des résultats du Diagnostic participatif (DIGRAP)

Dans cette section, nous établissons les problèmes majeurs liés aux opérations des khettara, ainsi que les besoins et problèmes pour un développement communautaire durable comme a été collecté en utilisant la méthode Diagnostic Global Rapide et Participatif (DIGRAP).

Ce qui suit est un résumé des résultats selon une typologie basée sur problèmes collectés dans les domaines d'intervention.

- Problèmes liés aux khettara

- ❖ Equipements Hydro agricole
- ❖ Infrastructures
- ❖ Système de production agricole
- ❖ Environnement naturel
- ❖ Environnement socio-économique
- ❖ Marché et services privés
- ❖ Services publics et interventions externes
- ❖ Populations et organisations
- ❖ Intégration de la femme dans le développement

3.1 PROBLEMES DES KHETTARAS

- ❖ Réhabilitation des khettaras
- ❖ Ajout des barrages en amont des khettara
- ❖ Maintenance des seguias
- ❖ Construction des barrages
- ❖ Travaux à coûts très élevés
- ❖ Contrôle des glissements des terrains
- ❖ Plantes de travaux très étroites
- ❖ Stations de pompage
- ❖ Construction des khettaras
- ❖ Creusements des puits
- ❖ Equipements de construction
- ❖ Envasement des sables
- ❖ Dessèchements des puits
- ❖ Négligence et manque de maintenance
- ❖ Creusement des puits et stations de pompes en amont des khettaras
- ❖ Creusement des puits de type chevron en amont pour augmenter le courant
- ❖ Construction des canaux d'irrigation
- ❖ Extension des puits en amont

- ❖ Difficulté de maintenance
- ❖ Prohibition de creuser des puits près des khetaras
- ❖ Couverture des puits des khetaras contre la pollution
- ❖ La nécessité de la participation de la population pour maintenir les travaux

3.2 PROBLEMES DES EQUIPEMENTS HYDROAGRIQUES

- ❖ Travaux de développement pour l'élargissement des eaux
- ❖ Creusement des puits
- ❖ Nivellement des terres
- ❖ Barrage d'El Oued
- ❖ Construction de canaux d'élargissement des eaux de crues
- ❖ Construction de barrages pour recharge de la nappe
- ❖ Maintenance des seguias
- ❖ Canal d'irrigation non cimentée
- ❖ Contrôle des crues
- ❖ Forage
- ❖ Augmentation de la productivité d'eau (crue)
- ❖ Construction de pont

3.3. PROBLEMES LIES A L'INFRASTRUCTURE

- ❖ Problèmes de routes pavées
- ❖ Zones enfermées entre les terres
- ❖ Dispensaire
- ❖ Accès
- ❖ Souk
- ❖ Eclairage
- ❖ Eau potable
- ❖ Tours d'eau ne fonctionnent pas
- ❖ Insuffisance d'eau potable

- ❖ Manque de centre de santé (médicaments, visites médicales)
- ❖ Hôpital
- ❖ Eloignement du collège
- ❖ Création d'un centre de formation
- ❖ Foyers de femme (broderies, couture, textile...)
- ❖ Manque de crèches/Centre de garde d'enfants non équipée
- ❖ Mosquée
- ❖ Offre de terres pour la construction des maisons
- ❖ Manques de téléphonie mobile (réseaux)
- ❖ Services postaux et la création d'un bureau de poste
- ❖ Création d'un centre de jeunes et de sport
- ❖ Déchets liquides et solides

3.4 SYSTEM DE PRODUCTION AGRICOLE

- ❖ Amélioration de l'agriculture
- ❖ Manque de pesticides pour les oliviers
- ❖ Invasion de l'agriculture par d'autres activités (tourisme...)
- ❖ Problème de *bayoud* pour les palmiers
- ❖ Manque des subventions agricoles
- ❖ Insuffisance des récoltes de blé
- ❖ Formation agricole
- ❖ Amélioration de la qualité des palmiers
- ❖ Diminution des nombres de bétails
- ❖ Rendement de palmiers faible
- ❖ Manque de nouvelles plantations
- ❖ Manque de fourrage et d'aliments animales
- ❖ Isolement des terrains agricoles
- ❖ Insectes
- ❖ Maque de pesticides

- ❖ Production agricole faible

3.5 PROBLEMES LIES A L'ENVIRONNEMENT NATUREL

- ❖ Désertification
- ❖ Sécheresse
- ❖ Envasement des sables
- ❖ Erosion
- ❖ Evasements des sables menaçant les maisons
- ❖ Rareté des terres agricole (montagnes)
- ❖ Vent
- ❖ Isolement des forets
- ❖ Manque de reboisement
- ❖ Rareté d'eau
- ❖ Qualité mauvaise d'eau potable (salinité)
- ❖ Pollution
- ❖ Salinité
- ❖ Déchets solides

3.6 ENVIRONNEMENT SOCIOECONOMIQUE

- ❖ Chômage
- ❖ Pauvreté
- ❖ Revenu faible
- ❖ Vulnérabilité, risques et manque de sécurité sociale
- ❖ Immigration rurale
- ❖ Immigration permanente
- ❖ Manque de moyens de transports
- ❖ Manque de débouchés
- ❖ Mauvaise qualité
- ❖ Manque de moyens et possibilités d'emballage
- ❖ Manque d'emploi

3.7 MARCHES ET SERVICES PRIVES

- ❖ Marketing
- ❖ Acquisition des rendements
- ❖ Création de zones d'expositions
- ❖ Souk pour la commercialisation des produits travaillés à domicile
- ❖ Coûts élevé de l'électricité
- ❖ Manque de Micro Crédits
- ❖ Création des marchés hebdomadaires
- ❖ Approvisionnement en farine de bonne qualité
- ❖ Exploitations des travailleurs (heures de travail>salaire)
- ❖ Manque et isolement des moulins
- ❖ Manque et isolement des bains publics
- ❖ Manque de fours

3.8. POPULATIONS ET ORGANISATIONS

- ❖ Alphabétisme
- ❖ Développement de la population
- ❖ Manque de coopérative agricoles (machine+fertilisants+fouillage+semences)
- ❖ Manque d'associations

3.9. SERVICES PUBLICS ET INTERVENTIONS EXTERNES

- ❖ Support et subventions
- ❖ Manque de motivation des professeurs
- ❖ Manque de toute assistance
- ❖ Manque de coopératives agricoles (machine+fouillage+fertilisants+semences)
- ❖ Manque de services sociaux
- ❖ Manque de Micro crédit
- ❖ Négligence et isolation des autorités locales
- ❖ Veuves ne bénéficiant d'aucun support ou assistance sociale
- ❖ Amélioration de l'éducation

- ❖ Fournir aux associations des moyens de textile, travaux manuels et produits premiers
- ❖ Création des association : assistance et formation
- ❖ Soins médicaux : contrôle des épidémies
- ❖ Isolement des écoles
- ❖ Reconstruction des salles de cours
- ❖ Cantine des écoles
- ❖ Fournitures d'instruction
- ❖ Mur autour de l'école
- ❖ Isolement des administrations publiques
- ❖ Difficultés causées par l'administration.

3.10. INTEGRATION DE LA FEMME DANS LE DEVELOPPEMENT

- ❖ Activités et travail dur
- ❖ Les femmes veuves sans aucune aide
- ❖ Amélioration de la situation de la femme
- ❖ Le vide laissé par l'immigration rurale et étrangère
- ❖ Manque d'assistance et de support pour les femmes
- ❖ Manque de soins médicaux
- ❖ Contrôles des épidémies
- ❖ Amélioration de l'agriculture
- ❖ Fournir aux femmes des opportunités pour continuer les études
- ❖ Commercialisation des produits travaillés à la maison
- ❖ Manque de sensibilisation et de conscience sur le rôle de la femme

4.9. Approche Genre et intégration des femmes et développement :

Nous présentons les principales contraintes et problèmes de l'intégration des femmes et leur développement selon approche ASEG (Analyse Socio-Economique selon le Genre) pour un développement communautaire et durable basé sur la réhabilitation des khéttara :

Eloignement de centre de santé
 Accès aux soins de base
 Manque d'hygiène
 Problèmes d'accouchement
 Mortalité infantile
 Sous alimentation

Dépendance
 Assistance sociale
 Sécurité sociale
 Nombre élevé d'enfants
 Travail non valorisé
 Ignorance des Droits

Malnutrition
 Manque d'infrastructures de base
 Enclavement
 Alimentation en eau potable
 Electrification
 Eloignement de l'école
 Absence de collègue
 Absence d'internat
 Manque d'espace féminin
 Absence de foyer féminin
 Absence de garderie
 La pauvreté
 Manque d'activités génératrices de revenu
 Faible revenu
 Niveau de vie bas
 Accès aux moyens de production
 Accès aux ressources
 Accès aux bénéfices
 Accès au crédit
 Problèmes de financement
 Corvée d'eau
 Corvée du bois
 Surcharge des travaux ménagers
 Surcharge des travaux agricoles
 Problèmes de commercialisation
 Problèmes de mentalités
 L'analphabétisme
 Accès au savoir
 Savoir faire faible
 Accès à l'éducation

Statut social
 Marginalisation
 Accès à l'héritage
 Mauvaises représentations
 Manque d'organisation
 Contraintes culturo-institutionnelles
 Absence de projet de promotion féminine
 Participation à l'auto développement
 Faible encadrement
 Manque sensibilisation
 Accès à l'information
 Scolarisation de la fille
 Accès à l'école

4.10. RECOMMANDATIONS

Elaborer des critères d'éligibilité des Khettara prioritaires pour la réhabilitation en intégrant les critères socio-économiques en se basant sur les indicateurs de la situation présentée dans la présente étude entre autres tel que :

- L'importance et l'évolution du débit ;
- L'importance de la superficie irriguée par les eaux des khattara essentiellement ;
- L'importance des bénéficiaires des eaux de la khettara ;
- L'utilisation des eaux des khettara en plus de l'irrigation à des fins de boisson humaine et abreuvement de bétail ;
- La non existence d'autres systèmes d'irrigation ;
- Le dynamisme et fonctionnement des organisations traditionnelles de gestion des irrigations ;
- La volonté de participation aux coûts ; investissements et travaux de réhabilitation ;
- La volonté de s'organiser en AUEA localement et en réseau d'AUEA régionalement ;
- L'engagement et l'implication pour l'entretien ; la prise en charge et la gestion des ouvrages et équipements réalisés ;

Intégrer d'autres actions de développement communautaires et d'accompagnement pour réussir la revitalisation de la vie communautaire autour de la réhabilitation des khettara en intégrant :

Des actions concernant le développement des femmes en essayant de répondre à leurs problèmes pratique pour l'amélioration de leurs conditions matérielles mais surtout essayer de promouvoir des activités qui amélioreraient leurs situations socio-économiques en renforçant leurs capacités (Empowerment) : (voir les résultats et conclusions relatifs à l'ASEG)

Intégrer d'autres genre de populations qui ne bénéficie pas directement des eaux de la khattara mais qui ont d'autres intérêts liés au développement de la vie communautaire tel que la catégorie des jeunes chômeurs et développant des organisations ; formations de jeunes et accès aux micro crédits pour la promotion d'autres activités de production ; commerces et services para-agricoles et agri touristiques (coopératives d'amélioration génétiques Daman ; Coopératives apicoles ; coopératives d'artisanats ; coopératives de gîtes ruraux en Oasis ; coopératives d'approvisionnement en inputs ; coopératives d'emballage ; coopératives de transport ; coopératives d'entretien des équipements ; coopératives d'animation et assistance rurale ; alphabétisation ; coopératives de sous traitance en agro-industrielles (huileries ; moulins à grains ; textiles ;)

Concernant les aménagement et réhabilitation des khéttara prendre en considération des erreurs et succès des expériences passées et en tirer les enseignements en essayant de :

- Impliquer et participer avec les populations depuis l'identification des problèmes en utilisant les diagnostics participatifs ;
- Promouvoir les AUEA par khettara ce n'est qu'après qu'il faudrait encourager des regroupement en réseau sous forme d'union et fédération d'AUEA de proximité ;
- En matière d'aménagement prendre en considération les dimensions de galeries nécessaires pour l'entretien et la possibilité d'adaptation au changement et baisse de niveau de l'amont vers l'aval ;
- Former les groupes de jeunes et promouvoir le travail qualifié en matière d'entretien des khéttara ; et l'entreprise subventionnée pour les travaux annexes pour le creusement ; construction des puits ; curage ; revêtement des seguias ;...

Sur le plan institutionnel et droit d'eau il faudrait revoir les lois coutumières et aider les négociations en impliquant et mobilisant les responsables et représentants en interlocuteurs valables pour amendement des lois et droits régissant l'exploitation et gestion des eaux des khettara et leurs environnement :

- Négocier et gérer les conflits entre communautés riveraines pour revoir les possibilités de creuser des puits en position latérale et en amont ;
- Interdire le creusement des forages et stations de pompages dans l'espace d'alimentation et de drainage des khettara (localement on admet que le rayon d'influence est de l'ordre de 50 à 100 m alors que des recherches en Algérie ont prouvé que l'aurole d'influence a un rayon de l'ordre de 500 m ;
- Harmoniser l'approfondissement des puits situés dans la même zone d'influence pour éviter la course à l'approfondissement qui causerait le drainage des eaux des khattara avoisinantes (voir le cas des Khattara de Siffa)

**SALINITE ET AGRICULTURE DANS LA PLAINE DU TAFILALT :
EVALUATION DE L'IMPACT DES IRRIGATIONS ET APPROCHE
METHODOLOGIQUE POUR LA MAITRISE DE L'UTILISATION DES EAUX**

EDDAHBY* L.

* Laboratoire de Géologie Appliquée (G.R.G.A.), Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques, BP 509-Boutalamine, 52 000, Errachidia, Maroc,
(E-mail : leddahby@yahoo.fr).

Résumé :

Les effets négatifs de l'irrigation, par les eaux de mauvaise qualité, sur les ressources naturelles (eau, sol et végétation) sont les risques permanents de limitation de ces ressources dans un proche avenir.

Dans la plaine du Tafilalt, ces impacts connaissent un rythme très accéléré dont les principaux facteurs responsables sont : la qualité de l'eau, le mode d'irrigation et le climat caractéristique de la région (évaporation de l'eau de la nappe dans les endroits de faible profondeur).

Malgré l'aménagement de la plaine, le problème de l'impact de l'irrigation persiste toujours. Il est présenté par une exploitation intense de la nappe phréatique par un grand nombre de station de pompage, dégradation de la fertilité des sols suite à l'utilisation des eaux salées riches en chlore et en sodium, la pratique des cultures et utilisation des engrais. C'est à cause de ces effets qu'il y a limitation du rendement ou asphyxie de certaines plantes.

Mots clés :

Impact, Irrigation, Propriétés physico-chimiques, Salinité, Sols, Ressources en eaux, Maîtrise de l'utilisation des eaux, Tafilalt.

INTRODUCTION

Dans la région du Tafilalt, les ressources en eau sont extrêmement limitées et surexploitées :

- * Conditions climatiques défavorables ;
- * Exploitation excessive de la ressource ;
- * Qualité non satisfaisante aux normes.

Ces nouveaux défis constituent donc un danger menaçant le développement agricole, industrielle et touristique dans la région.

A cet effet, grâce à son héritage historique et son rôle touristique (palmeraies, dunes de sables,...), la région a préalablement fait l'objet de nombreuses études. Dans cet ordre, et conscient de ce problème, nous proposons de faire une synthèse pour évaluer l'impact des irrigations sur les ressources naturelles (sols, eaux et palmeraies,...) de la région. Un modèle de gestion quantitative et qualitative de ces ressources dans la plaine du Tafilalt a été élaboré dans le but de conserver le patrimoine régional.

I- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1- Cadre géographique et administratif

La plaine du Tafilalt se trouve au Sud-Est du MAROC (Fig. 1), sur le versant méridional du Haut Atlas. Elle est située dans la zone présaharienne où le problème de l'eau se pose avec le plus d'ampleur. La superficie totale de cette région est d'environ 630Km² (5 à 18Km de large et 40Km de long.). Elle est limitée au Nord par les grès rouges de l'Infracénomien (à 12Km au Nord d'Erfoud). Quant aux autres limites, elles sont définies par les affleurements des formations primaires qui constituent le substratum (Schistes, Grès parfois quartzitiques et les calcaires) de la nappe phréatique du Tafilalt.

L'agglomération de la plaine du Tafilalt fait partie de la province d'Errachidia. Les cercles composants cette agglomération sont les Suivants :

- Cercle d'Erfoud ;
- Cercle de Rissani.

Cette région contient Plus de 160 Ksours. A partir de ces renseignements, on conclue que la région a un caractère rural.

I.2- Cadre socio-économique

L'ensemble ethnique de la région est très mêlé : les habitants de la plaine du Tafilalt (FILALA) appartiennent à des tribus essentiellement arabes, Mais plusieurs Ksours sont peuplés de berbères : Ait Atta ou Ait Marrhad.

Le recensement de 1982 indiquait une population d'environ 129.166 habitants pour la plaine du Tafilalt, repartis en petites agglomérations (Douar ou Ksour) et les centres de Jorf, Erfoud et Rissani. Quant au recensement de 1994, le nombre d'habitants de la région est d'environ 144.925 habitants. Il ressort de ces chiffres un taux d'accroissement annuel de la population de 1,22%. Pour le rapporté à l'hectare irrigué en année moyenne, qui est représentatif des conditions de vie dans la région, il est d'environ 9hab/ha.

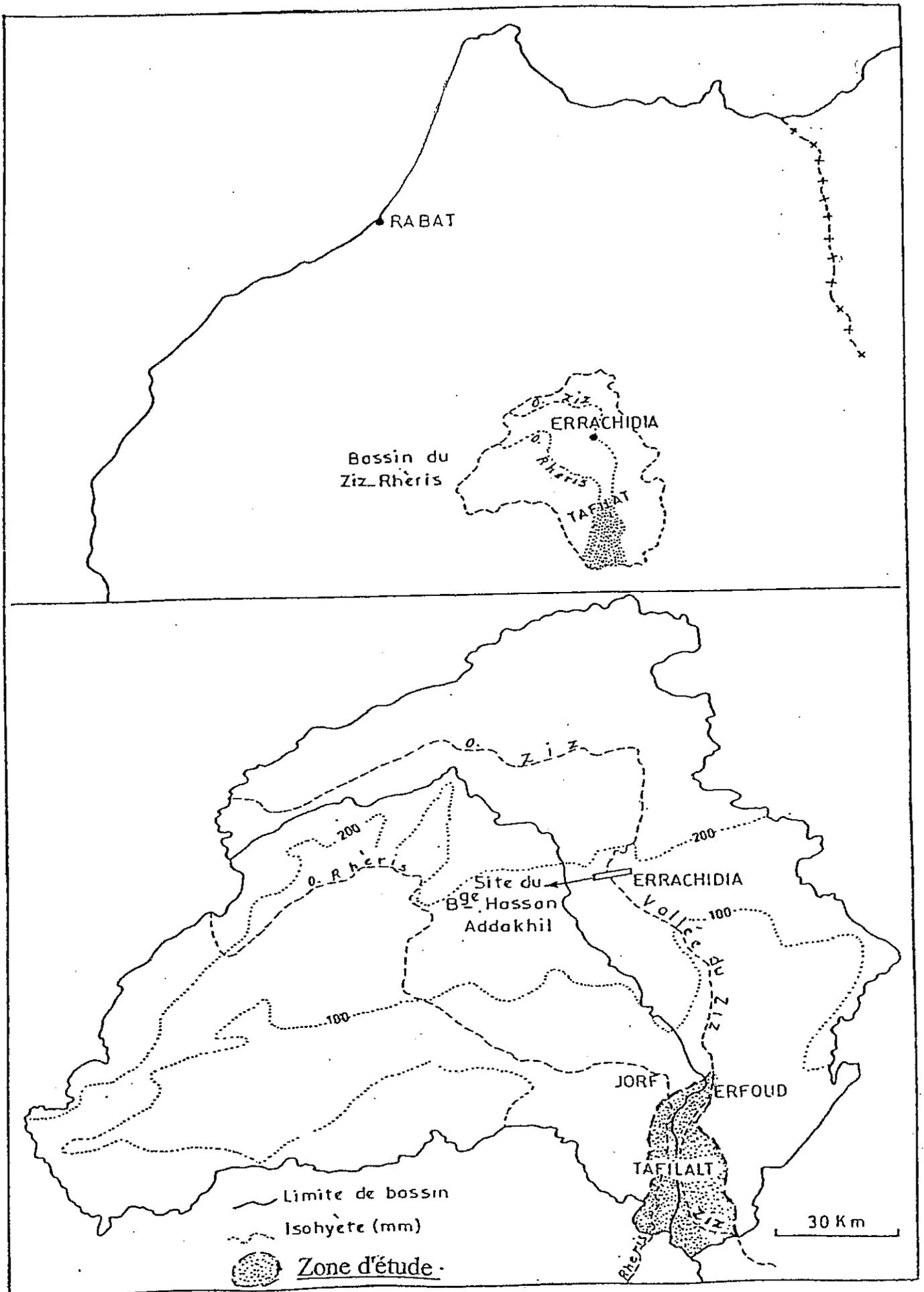


Figure I.1 : Plan de localisation de la zone d'étude

Les ressources financières des habitants de la plaine du Tafilalt sont très limitées : elles proviennent de l'agriculture, du tourisme et de petites exploitations minières artisanales. En effet, les habitants de cette région sont les plus défavorisés et les plus démunies du pays ce qui entraînent l'exode rural vers les grandes villes (Meknès, Fès, Nador, Rabat, Casablanca,...).

Pour l'exploitation agricole dans la région, elle est traditionnelle et caractérisée par des cultures vivrières irriguées sous arboriculture en micro parcelles de taille et d'orientation diverse. Le palmier dattier est le plus important de l'arboriculture de la plaine. Il est indispensable et inhérent au développement économique de la région.

En effet, le palmier constitue la base de la production agricole, en raison de la sécurité alimentaire qu'il procure en année de sécheresse et par son intérêt commercial pour les autres années. Le nombre de pieds de palmier dattier est estimé en 1994 à 760.000 pieds. Cependant en 1981, la photo interprétation estimait le nombre de pieds à 793.000. On enregistre donc une régression globale de la palmeraie de 4% environ.

I.3- Cadre géologique et géomorphologique

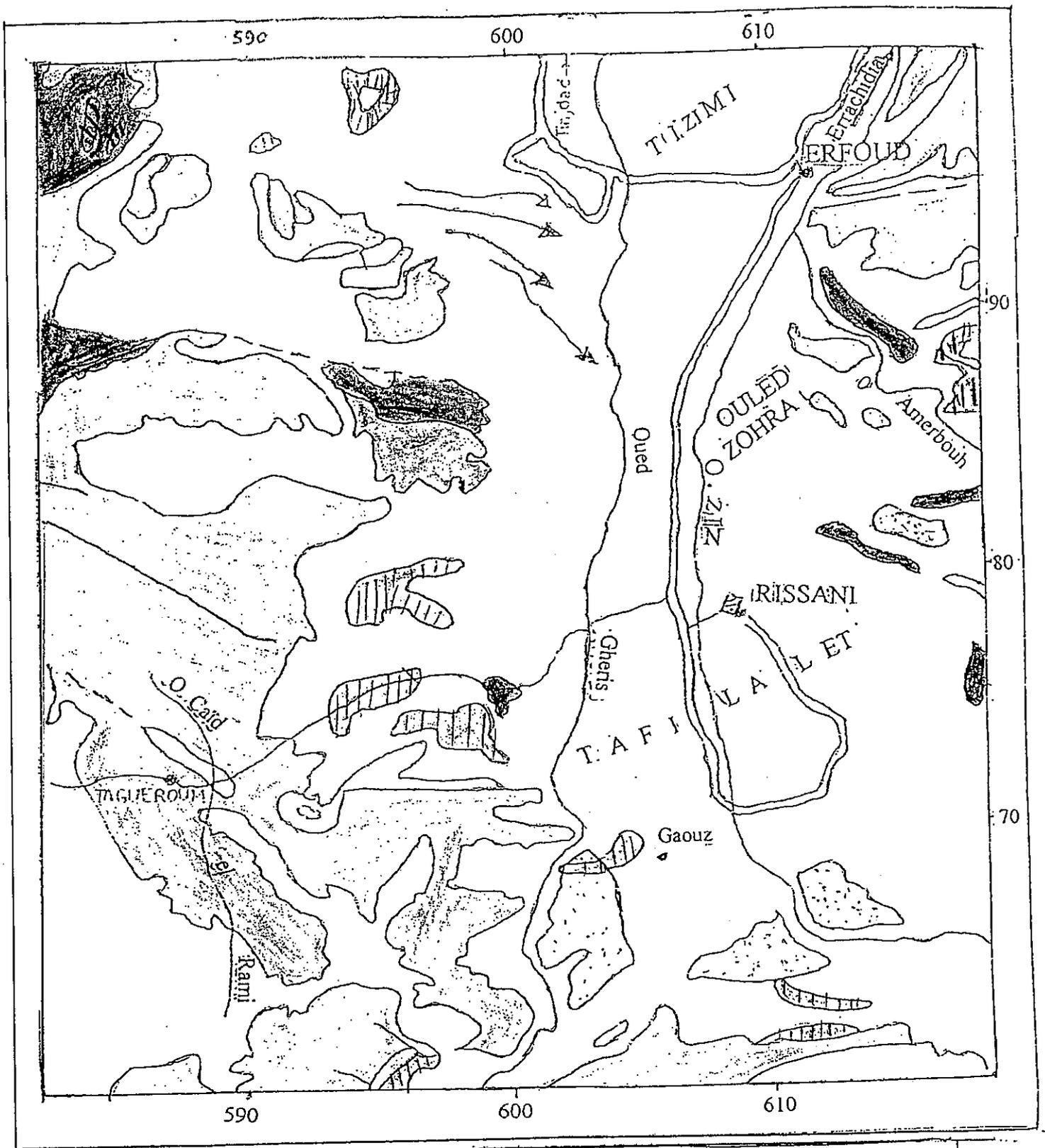
La plaine du Tafilalt est une entité (sous bassin) du bassin Quaternaire du Tafilalt. Ce dernier est essentiellement une vaste dépression d'érosion, où se sont accumulées des formations détritiques issues du déblaiement de la couverture Secondaire (Jurassique et Crétacé) et de l'épigénie des vallées du Ziz, Rhéris, Ferkla et Todgha dans le substratum primaire. Les dépôts rencontrés dans ce bassin diffèrent énormément entre eux par leur extension, puissance, répartition et nature lithologique (Fig. I.2). Dans la plaine du Tafilalt les dépôts sont principalement ceux du Quaternaire récent (Soltanien), Mais incluse en outre les dépôts fluvio-lacustres du Quaternaire moyen recouvert par les précédents, ils ne peuvent donc plus constituer une terrasse. La puissance de ces dépôts d'alluvions graveleuses et de limons oscille en moyenne entre 15 et 35m.

I.4 – Sol et Végétation

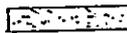
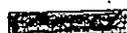
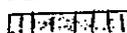
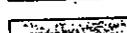
Les sols cultivés sont à caractère Limono Argileux d'origine alluvionnaire du fait de l'irrigation depuis des siècles par des eaux de crues. Les dépôts des sels, sous l'effet de l'évaporation, se traduisent par une salure plus élevée en surface et une tendance à l'alcalinisation en profondeur (cas d'irrigation par pompage et eau de crues). En dehors des secteurs irrigués, les sols sont peu évolués du fait des conditions climatiques sévères.

La végétation de la plaine est assez pauvre. Les zones cultivées se situent, généralement, de part et d'autres, des Oueds Ziz et Rhéris. Les principales espèces cultivées dans la plaine sont : le palmier dattier, l'olivier, les céréales, la luzerne, les cultures maraîchers et le henné.

L'irrigation de ces cultures se fait essentiellement par l'eau du barrage Hassan Addakhil, stations de pompage, les khetaras et/ou les eaux des crues.



Légende

-  Quaternaire
-  Dunes de sables
-  Visien
-  Devonien
-  Ordovicien

Echelle : 1/200.000.

Figure I.2 : Carte géologique de la région étudiée

I.5- Cadre Hydro-climatologique

I.5.1- Le climat

Le climat, de la région, peut être défini comme un climat aride ou semi- désertique à forte influence continentale, alors que dans les vallées et les régions cultivées (palmeraies) règne un microclimat, différent de celui environnant, caractérisé par une humidité élevée et une évaporation potentielle moins intense. La connaissance du climat dans cette zone reste encore insuffisante : le réseau pluviométrique est peu dense et le nombre d'observations est encore faible.

*** Précipitations :**

Les précipitations dans la plaine du Tafilalt connaissent une irrégularité temporelle et spatiale. Selon les années, les pluies surviennent dans la période de Septembre jusqu'à Avril. Les mois les plus pluvieux sont Décembre et Janvier. On remarque également une diminution de la pluviométrie du Nord vers le Sud :

Précipitations annuelles moyennes : Erfoud = 75mm ;

Rissani = 65mm.

*** Température :**

Les renseignements disponibles sont insuffisants (les seules données exploitables sont celles d'Erfoud et Rissani). Il apparaît que le mois de Juillet est le plus chaud et celui de Janvier le plus froid. Les températures journalières maximales atteignent 50°C à Erfoud. Les mois d'Hiver où les températures journalières maximales ne dépassent pas 20°C sont rares. Tous les mois d'Été ont plus de 40°C et parfois le mois de Mai aussi.

Les températures journalières minimales négatives sont limitées à la période Décembre - Février. A partir de Juillet et jusqu'au Septembre, les minima journaliers varient de 10 à 20°C. La température moyenne des minima du mois le plus froid (Janvier) est de -1.5°C. La température moyenne des maxima du mois le plus chaud (Juillet) est de 37,5°C. La température moyenne annuelle est de 18°C. L'insolation réelle moyenne entre le premier Octobre et le 31 Mars est de 1.350 heures, environ.

*** Evaporation :**

L'évaporation potentielle (Bac évaporant) moyenne annuelle, dans la plaine du Tafilalt, s'élève à 2.500mm. L'existence, cependant, d'un microclimat sous les palmiers permet de créer des conditions climatiques moins réelles avec une évapotranspiration potentielle (ETP) maximale de 220mm pour le mois de Juillet et minimale de 12mm pour le mois de Janvier, soit une ETP annuelle moyenne de l'ordre de 1.200mm.

Les vents dominants sont de direction Nord-Est. Le Chergui (vent chaud et sec en provenance du Sud-Est) souffle généralement au Printemps et en Automne.

I.5.2 – Hydrologie

Les oueds qui traversent la plaine du Tafilalt sont Ziz et Rhéris. Ces deux Oueds ont fait l'objet de mesures hydrologiques régulières. L'interprétation des données disponibles montre l'irrégularité du régime annuel du Ziz et Rhéris. Il se caractérise par deux saisons de hautes eaux, Automne et Printemps, séparées par deux périodes d'étiage, au cours desquelles le débit est très faible ou nul. Les débits annuels moyens de ces deux oueds, Ziz et Rhéris sont respectivement 5m³/s et 3,8m³/s.

I.6- Cadre hydrogéologique

La nappe phréatique du Tafilalt se situe à l'aval de l'ensemble Ziz-Rhéris-Todgha, elle constitue un bassin fermé entre le bassin Crétacé d'Errachidia et l'Anti Atlas. Le substratum primaire (schistes, quartzites et les calcaires) est profond de 15 à 35m.

On retrouve dans la plaine du Tafilalt deux niveaux aquifères :

- A la base, des conglomérats et des calcaires lacustres incluant des niveaux graveleux.
- Au sommet, des sables, cailloux et galets, recouverts de limons puissants et assez inégalement repartis.

Les perméabilités sont très élevées (10^{-3} m/s), Mais pour les secteurs de l'amont, les faciès marneux prédominent et les perméabilités sont très faibles. Dans l'ensemble, les perméabilités varient considérablement en fonction de l'hétérogénéité lithologique de la couverture quaternaire. Les variations les plus spectaculaires de la perméabilité se font dans le sens transversal.

La transmissivité moyenne varie de 10^{-2} à 2.10^{-2} m²/s. Le gradient hydraulique moyen est de deux pour mille et décroît irrégulièrement de l'amont vers l'aval. La capacité d'emmagasinement est d'environ 5%.

La carte piézométrique montre nettement plusieurs axes de drainage (lits fossiles de forte perméabilité). En outre Oued Rhéris apparaît comme un autre axe de drainage de la nappe. La puissance aquifère varie entre 1 et 19m et décroît très sensiblement du Nord au Sud et vers les périphéries.

I.7- Qualité des ressources en eau

I.7.1- Généralités

La présence du sel en grande quantité dans les eaux du Tafilalt à deux origines :

- La forte charge saline du Ziz (1 à 2 g/l en moyenne).
- Le phénomène d'évapotranspiration qui concentre les eaux d'infiltration.

Cependant la pratique, depuis plusieurs cycles, de l'irrigation par submersion à considérablement accélérer le phénomène du salure, renforcé par ailleurs par l'absence de l'exutoire au Sud et l'usage d'eau de la nappe déjà minéralisée par le recyclage du sel entre le sol et la nappe.

I.7.2- Eaux souterraines

-a Les Khettaras

La qualité chimique des eaux souterraines du périmètre présente une très grande irrégularité du taux de salure qui varie de 1.75 g/l dans

Les Khettaras de Jorf à 4.79 g/l dans les Khettaras de Siffa.

L'analyse des diagrammes triangulaires nous a permis de conclure que le faciès de ces eaux est de type :

- * Sulfaté sodique au niveau des Khettaras de Jorf ;
- * Chloruré sodique dans les Khettaras de Siffa.

D'après la classification de WILCOX on a les classes suivantes :

C₄S₃, C₄S₄ respectivement aux Khettaras de Jorf et Siffa.

-b Les puits et les forages de la plaine

Selon le degré de la salinité des eaux de la nappe on peut délimiter trois secteurs distincts.

-b1 Secteur Tizimi - Ouled Zohra

Les concentrations en sel sont généralement comprises entre 4.5 et 5.5 g/l avec des pointes locales à 7.5 g/l.

-b2 Secteur Rive droite

Les teneurs en sel varient entre 6 et 7 g/l avec des pointes à 8.5 g/l.

-b3 Secteur Rive gauche

Caractérisé par un taux de salure élevé variant de 5 à 6 g/l avec des pointes à 8 g/l.

D'une manière générale, la concentration en sel augmente de l'amont en aval.

L'interprétation des diagrammes triangulaires nous a permis de déterminer le faciès des eaux de la nappe phréatique du périmètre du Tafilalt qui est de type chloruré sodique dans presque l'ensemble de secteur.

-c Puits et forages de l'Infra Cénomanién

D'après les analyses d'eau de quelques points d'eau captant l'Infra Cénomanién, le taux de salure est très élevé tel que le secteur de Radier d'Erfoud avec un résidu sec variant entre 4.9 g/l et 12.7 g/l.

Le type de faciès des eaux de L'Infra Cénomanién est :

* Carbonaté sodique (F.Ain Elâatti) ;

Le diagramme de classification de WILCOX donne les classes suivantes :

* C4S1 (F.Ain Elatti) ;

I.7.3 Les eaux superficielles

Les eaux du barrage Hassan Addakhil sont faiblement minéralisées (0.5g/l au niveau de la retenue). Lors des crues ou lâchers, les eaux se chargent le long de l'oued. La minéralisation peut atteindre 4 à 6 g/l au Radier d'Erfoud, suite au lessivage des terrains gypseux (évaaporites) traversés par l'eau.

Le type de faciès chimique de ces eaux est comme suit :

* Sulfaté sodique pour les eaux du barrage Hassan Addakhil ;

* Chloruré sodique au niveau du barrage ELBrouj.

Le diagramme de classification de WILCOX nous a permis de déterminer les classes suivantes :

* C₂S₁ (B.Hassan Addakhil) ;

* C₄S₄ (B.Lebrouj).

Remarques :

C1 : Eaux peu salées (1 à 1.75g/l) ne présentant aucun risque pour l'irrigation.

C2 : Eaux moyennement salées pouvant provoquer, si les précautions ne sont pas prises, une salinité lente des sols et limiter le rendement d'espèce végétale sensible aux sels.

C3 : Eaux fortement salées pouvant provoquer une salinité rapide des sols limitant le rendement des plantes sensibles aux sels.

C4 : Eaux fortement salées à n'utiliser en irrigation que pour les plantes très résistantes aux sels.

S1 : Eaux peu alcalinisantes ne pouvant amener plus de 12% de $[Na^+]$ pour le complexe absorbant du sol.

S2 : Eaux moyennement alcalinisantes pouvant amener jusqu'à 20% de $[Na^+]$ sur le complexe absorbant des sols.

S3 : Eaux fortement alcalinisantes pouvant amener jusqu'à 27% de $[Na^+]$ sur le complexe absorbant du sol.

S4 : Eaux très fortement alcalinisantes pouvant amener plus de 27% de $[Na^+]$ sur le complexe absorbant du sol.

Conclusion :

Le faciès des eaux de la nappe du Tafilalt est chloruré sodique. Ces eaux présentent donc un danger d'alcalinisation. Ce type d'eau ne peut être utilisé que pour des plantes très résistantes à la salinité. Cependant les eaux de surfaces (Barrage Hassan Addakhil) sont de bonne qualité.

Donc pour remédier au problème de la salinité des eaux souterraines, l'utilisation alternée de ces eaux avec les eaux de Barrage est recommandée.

I.8- Mode d'utilisation des ressources en eau dans la plaine du Tafilalt

Les exploitants dans la plaine procèdent à l'irrigation par alternance lorsque les eaux superficielles (eaux du Barrage) sont disponibles. En absence de ces dernières les agriculteurs utilisent les eaux souterraines (puits des coopératives ou puits des particuliers) pour irriguer les arboricultures (Palmiers...) suite à la non disponibilité durant l'année des eaux du barrage. Les eaux souterraines sont les plus utilisées pour irriguer les parcelles malgré leur mauvaise qualité.

II- IMPACT DE L'IRRIGATION SUR LA QUALITE DES EAUX ET DE SOL

II.1- Méthodes et matériels

En vue de mettre en évidence les modifications des principales propriétés physico-chimiques du sol que provoque l'irrigation ; trois zones distinctes (Tizimi, rive droite et rive gauche) de la plaine du Tafilalt ont été étudiées. En effet, avant et après l'irrigation des prises d'échantillons tous les 20 centimètres, jusqu'à 120 centimètres de sol ont été réalisées et analysées. À ces échantillons ont été déterminés toute la teneur des sels solubles, tels que les ions : Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} aussi bien que les engrais N, P K. Dans le même temps là a été analysé la composition chimique des eaux dans les canaux d'irrigation et dans les différentes stations de pompage utilisées pour l'irrigation.

Parallèlement à ces sondages dans des parcelles irriguées, dans chacune des trois zones on a réalisé aussi des profils dans les mêmes types de sol, dans des surfaces n'ayant pas été soumises à l'irrigation, profils considérés comme témoin.

II.2- Résultats et discussions

Analysant les données des figures 1, 2 et 3 représentant chaque zone, on constate que les irrigations déterminent d'importantes modifications de certaines propriétés physico-chimiques des sols. La texture du sol, la qualité de l'eau d'irrigation, le mode d'irrigation et les conditions climatiques représentent les facteurs influencent l'évolution des propriétés physico-chimiques des sols.

II.2.1- Impact sur les propriétés physico-chimiques des sols

D'après les résultats des nos analyses et ceux déjà effectués par l'ORMVA/Tf et qui ont concerné quelques stations, des trois zones de la plaine, sur l'évolution de la salure du sol, on constate que :

● **Tizimi – Ouled Zohra (Fig II.1)** : Cette zone est située au Nord de la plaine, elle comprend les secteurs suivants : A, B, C, D, E, F et N. Les analyses faites dans les secteurs C et F (Fig.1), montrent que :

- * Les sols sont salés avec une augmentation de la conductivité avec la profondeur (6,38 à 9,01mS/cm) ;
- * La teneur en sodium, magnésium et calcium, croît avec la profondeur, tandis que le potassium chute de haut vers le bas (le sodium présente plus de 60% de la somme des cations) ;
- * Les chlorures (plus de 70% de la sommes des anions) augmentent avec la profondeur ;
- * Les bicarbonates ont tendance à croître avec la profondeur à Khbita (secteur C) alors qu'à O. Zohra (sect. F) ils diminuent.

La salure de cette zone est essentiellement chlorurée sodique. La texture des sols permet un drainage et lessivage des sels sauf dans certains secteurs de la zone où le drainage et le lessivage des sels sont difficile. Les irrigations par eau de la station d'El Brouj qui présente une forte minéralisation (4,69g de sel/l) doivent être limitées pour éviter l'accroissement forte de la salure.

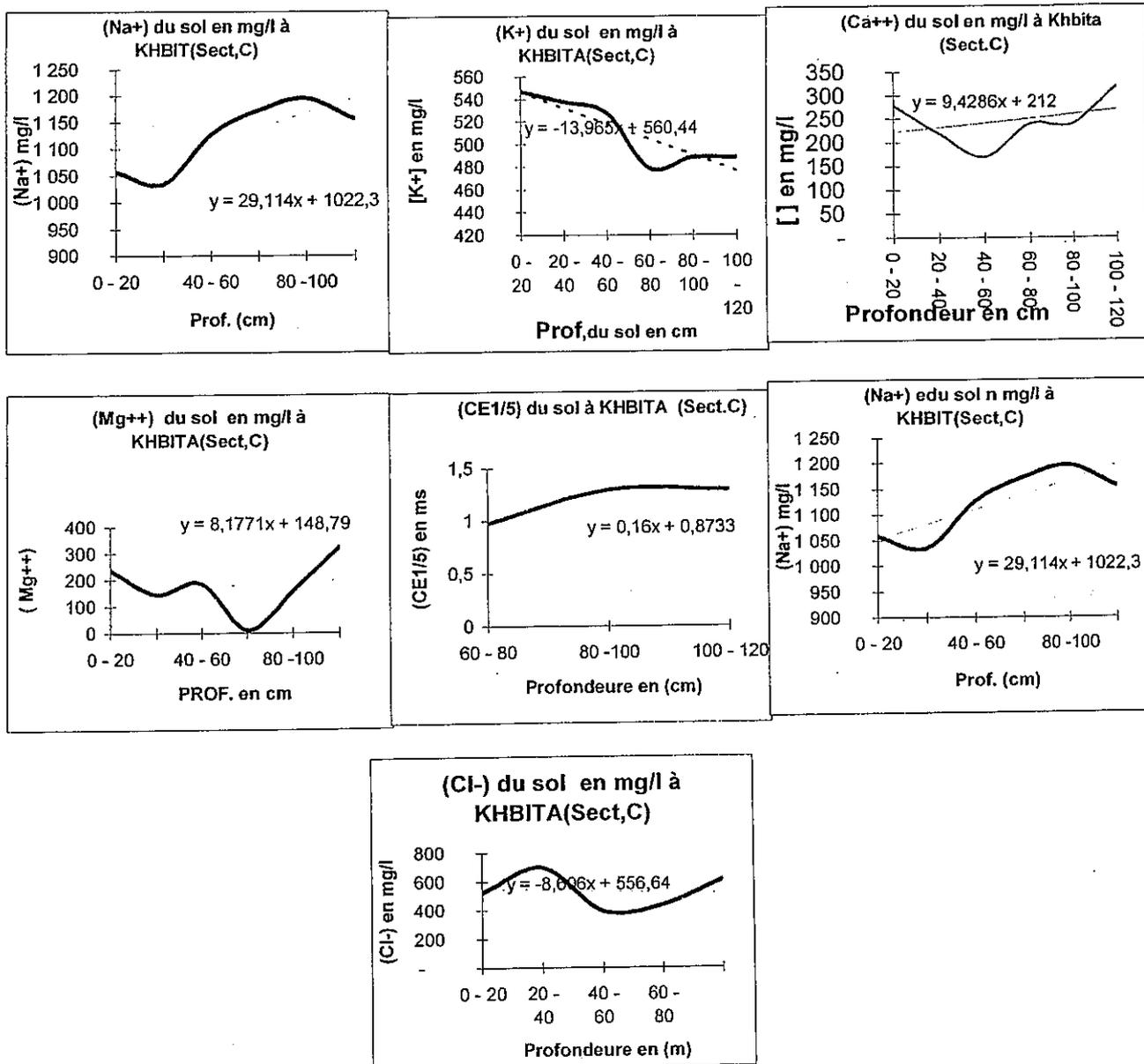


Fig. II.1(A) : Evolution, en fonction de la profondeur, des propriétés physico-chimiques du sol dans KHBITA (Zone 1 (Secteur C))

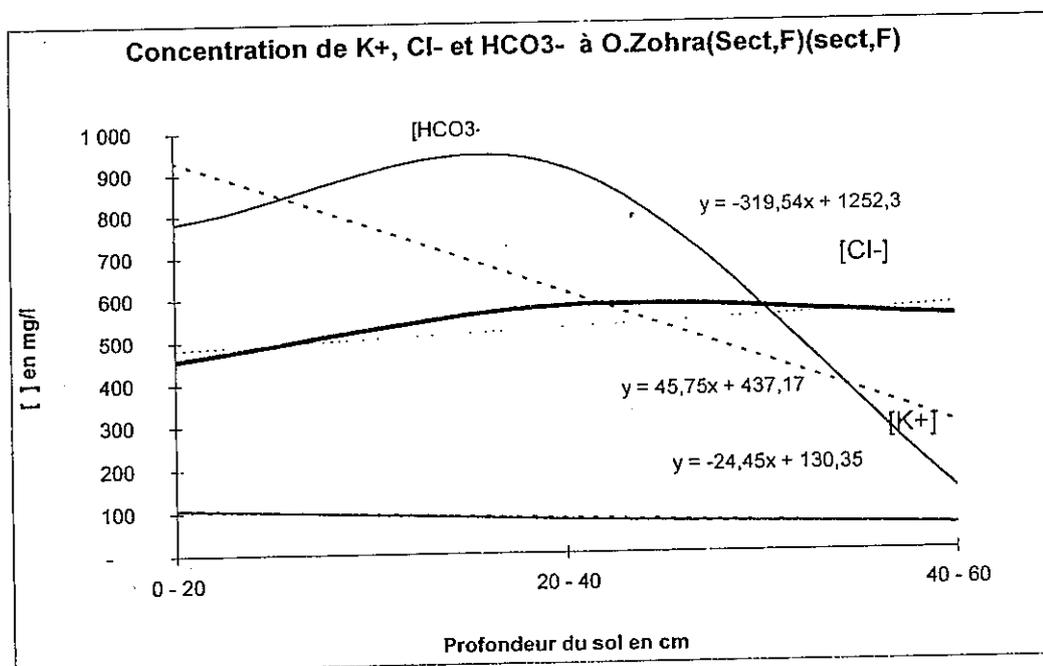
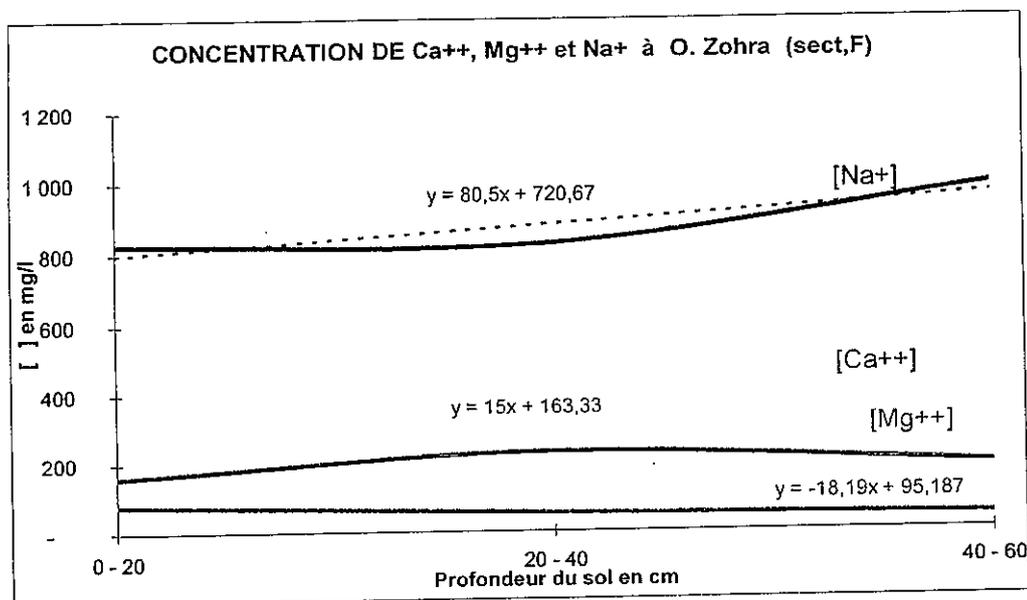


Fig. II.1(B) : Evolution, en fonction de la profondeur, des propriétés physico-chimiques du sol dans O. Zohra (Zone 1 (Secteur F))

● **La rive droite de l'Oued Ziz (Fig II.2) :** Cette zone occupe la partie Sud de la palmeraie en rive droite de l'Oued Ziz. Elle regroupe les secteurs suivants : M, O, P, R, S, T, U et V. Elle est alimentée en eau du barrage par le canal principale P3, et par les eaux de pompage.

Les sols sont salés à très salés, l'alcalinisation est assez faible, Mais la texture (limoneuse, limono sableuse ou limono argileuse), souvent défavorable (surtout dans les secteurs P et V), empêche le lessivage des sols alors que dans le secteur V, la grande majorité des sols sont moyennement drainant (texture limoneuse).

Les échantillons d'eau prélevés dans les secteurs V et P (station de pompage), montrent une minéralisation supérieure à 7g/l et une conductivité supérieure à 9mS/cm.

Dans le secteur V, on note l'augmentation de la teneur en Na^+ et K^+ (Na^+ présente plus de 50% de la somme des cations) et une légère diminution de la teneur en Ca^{2+} et Mg^{2+} au cours de l'année 1993, alors qu'en 1994, on constate un accroissement des deux dernières avec la profondeur (250mg/l).

Les chlorures présentent plus de 80% de la somme des anions et les bicarbonates baissent avec la profondeur.

Les sols sont salés à très salés dans cette zone. Les doses d'irrigation excessive et la mauvaise perméabilité des sols risque de croître fortement le phénomène de salure. Ainsi, l'abaissement du niveau piézométrique de la nappe provoque l'élévation de la teneur en sels des eaux qui sont utilisées pour l'irrigation et par conséquent, contamination des sols. Alors l'emploi de ces eaux doit être strictement contrôlé, avant son utilisation.

● **Rive gauche de l'Oued Ziz (II.3) :** Cette zone regroupe six secteurs : G, H, T, J, K et L. Selon les analyses du sol effectuées dans le secteur K on constate ce qui suit :

- Le sodium présent 60% de la somme des cations ;
- Le magnésium à un pourcentage de 20% tandis que le potassium et le calcium présente respectivement 6% et 12% ;
- Les chlorures représentent 85% de la somme des anions et les bicarbonates sont inférieurs à 15%.

Les sols de cette zone montrent une salure de type chlorurée sodique dont la plupart d'eux sont mal drainant, ainsi l'utilisation de l'eau de la nappe pour l'irrigation amplifie le phénomène de la salinité, alors que les secteurs irrigués par l'eau de barrage (La quantité est insuffisante) ne montre pas un lessivage efficace des sels, ce qui conduit à l'apparition des croûtes salines qui vont provoquer un recul des cultures (essentiellement vers les périphéries de la zone).

Conclusion :

- D'après ces résultats, on remarque une hétérogénéité du phénomène de la salure.
- Plus de 45% des sols sont peu salés à salés. La salure dans les horizons varie selon les engrais, les irrigations et l'évaporation.
- Moins de 32% des sols sont salés. Cette salinité varie ou change en fonction des irrigations à l'eau de la nappe et des crues artificielles (eau de barrage). Le dessalement de ces sols est facile par l'eau douce s'ils ont une texture favorable (sol drainant).
- Moins de 23% des sols sont très salés ou possèdent des horizons très salés.

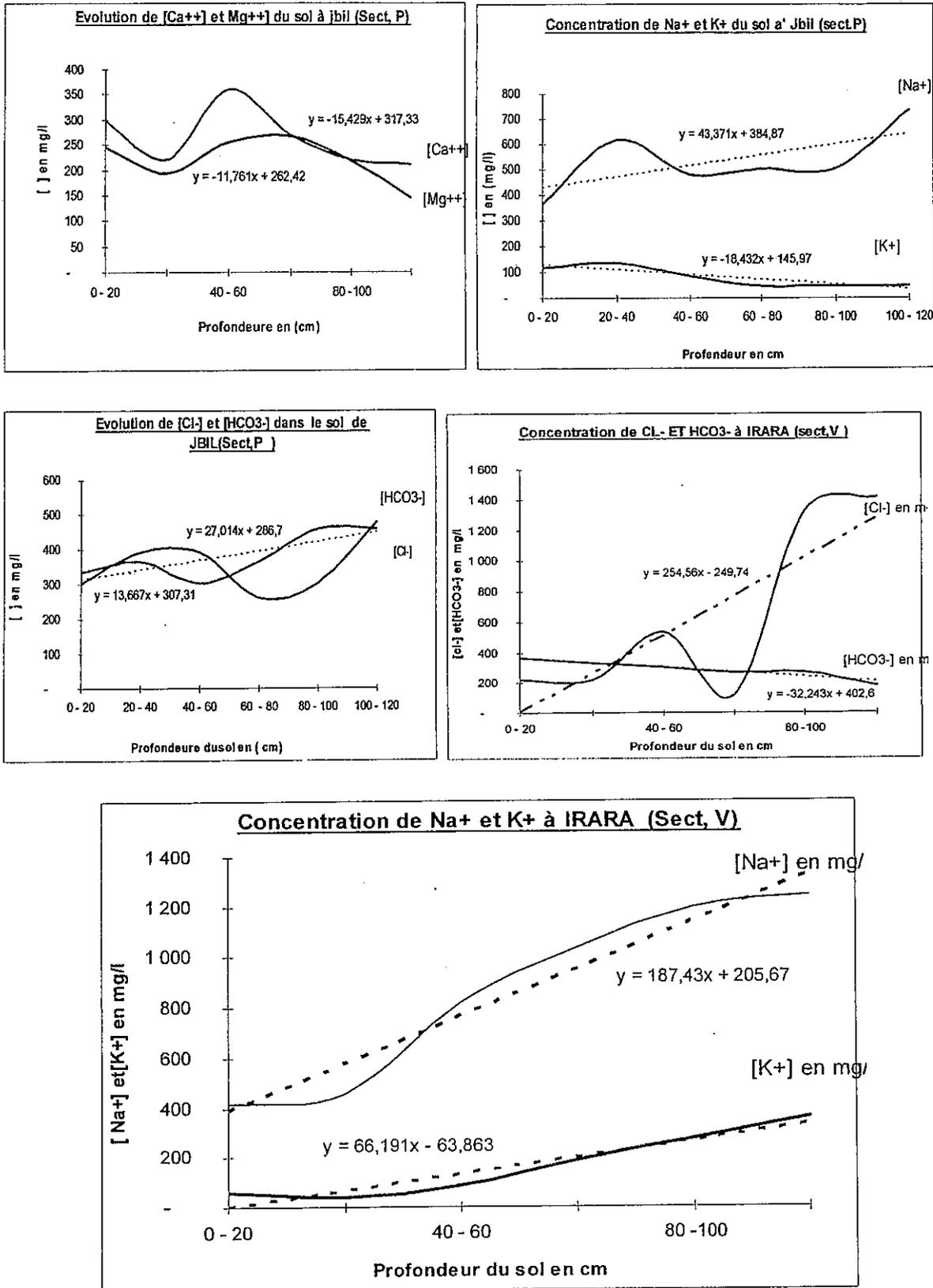


Fig. II.2 : Evolution, en fonction de la profondeur, des propriétés physico-chimiques du sol dans Jbil et Irara (Zone 2 (Secteurs P et V))

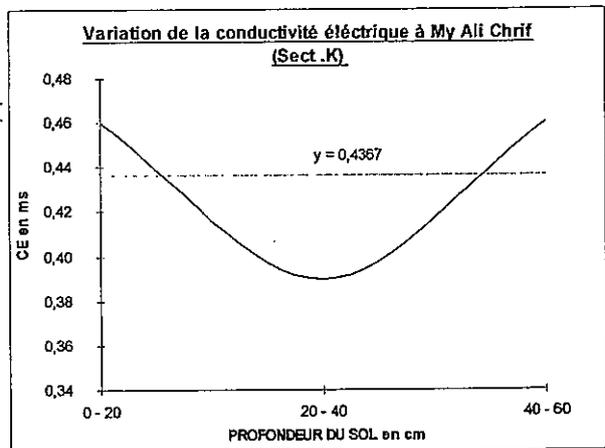
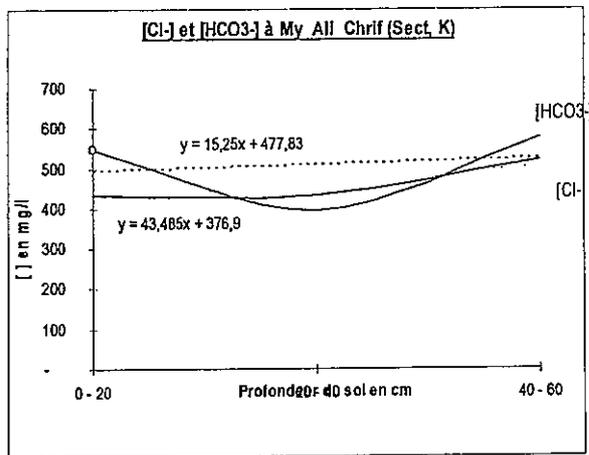
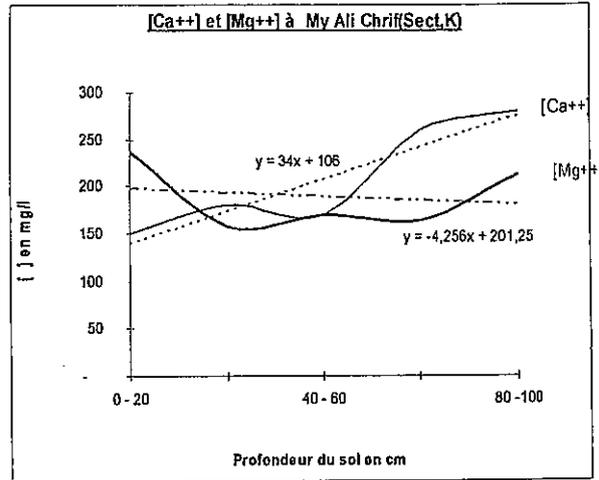
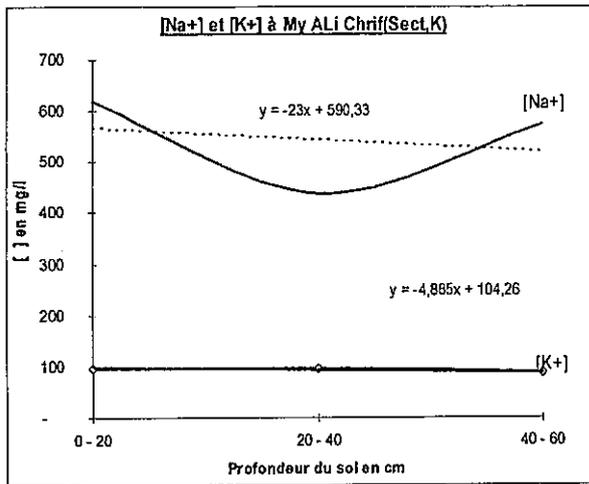
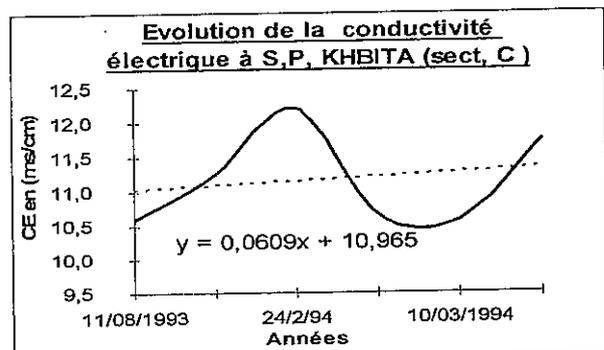
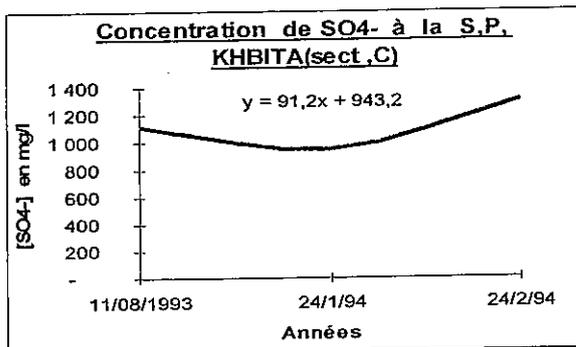
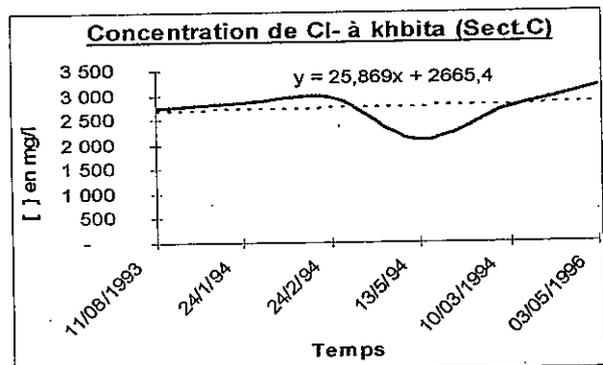
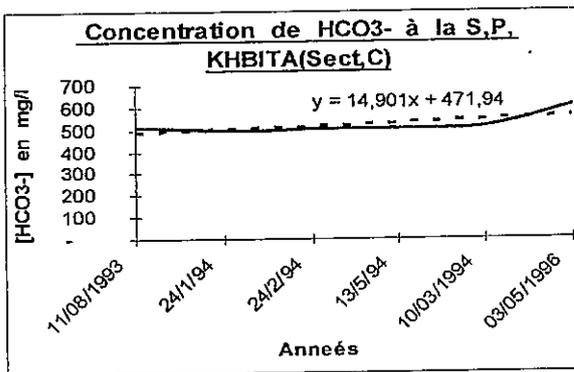
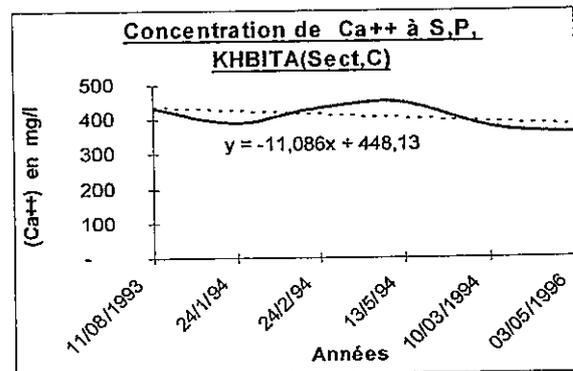
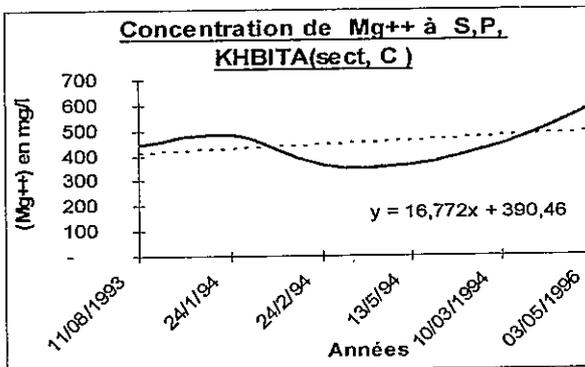
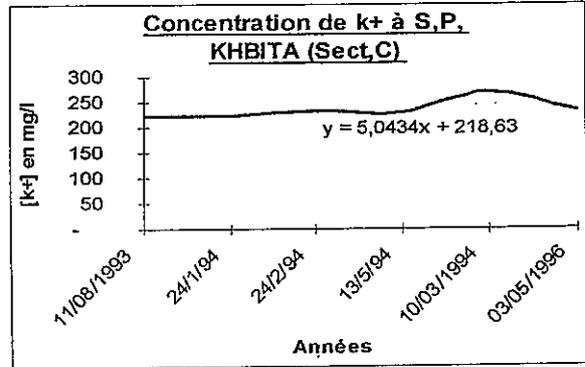
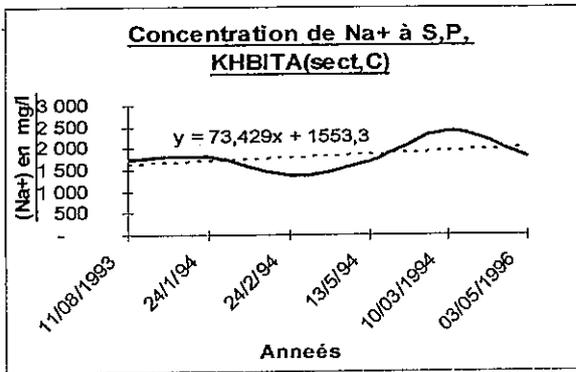
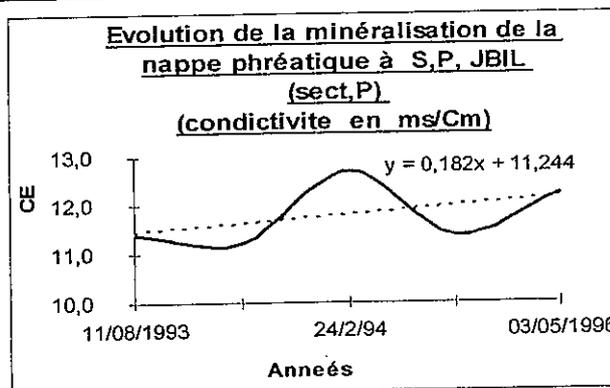
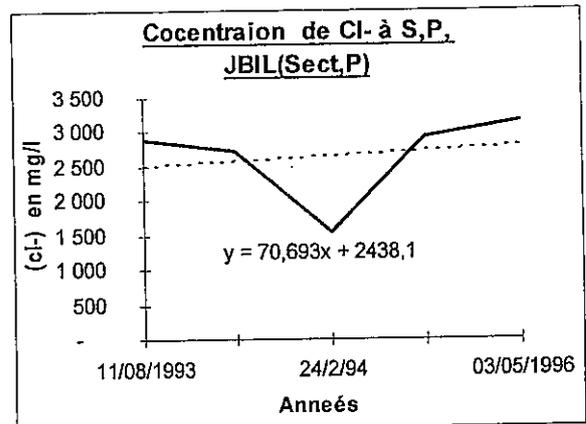
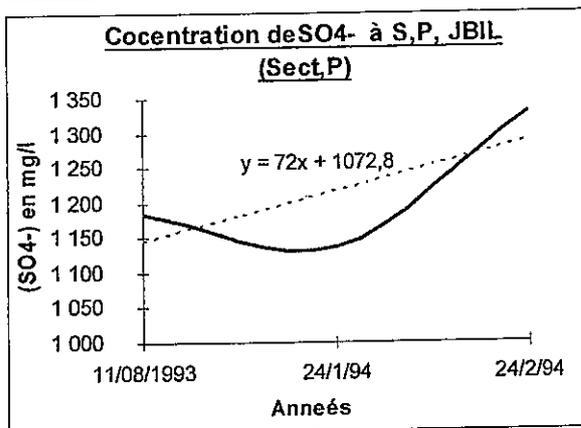
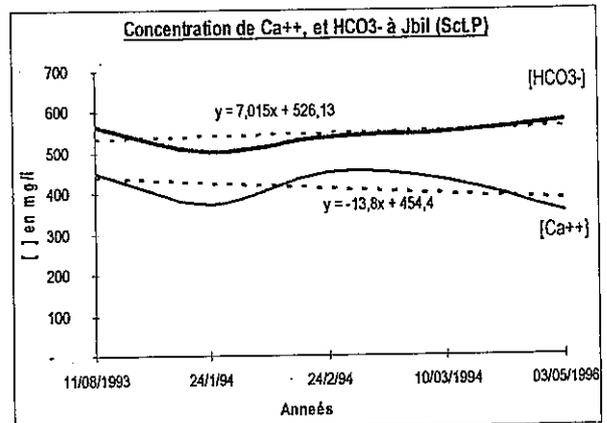
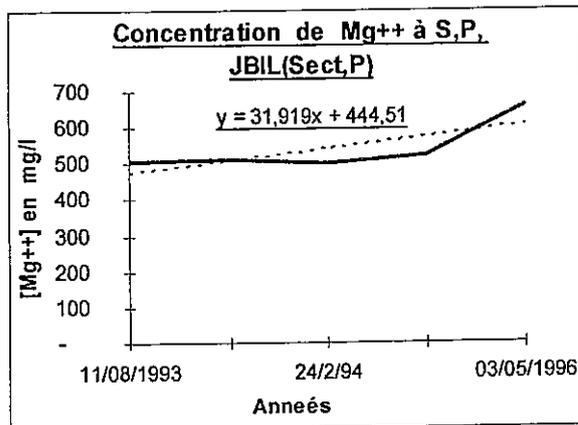
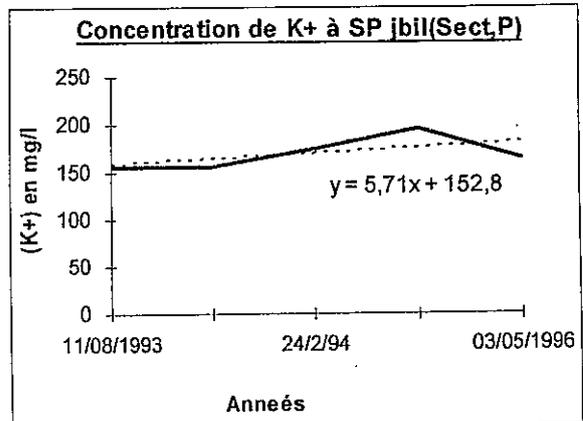
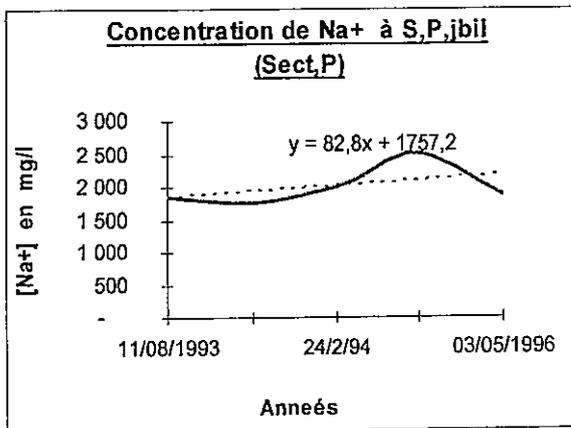


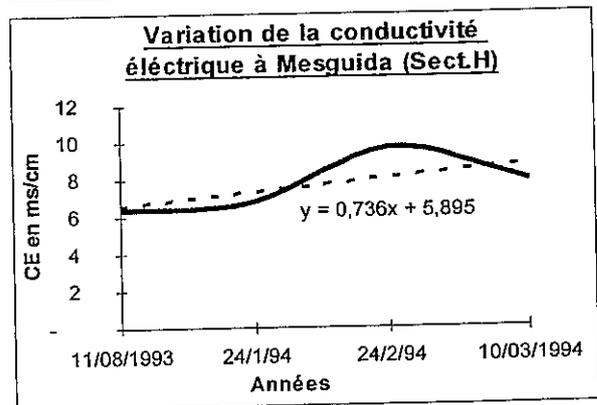
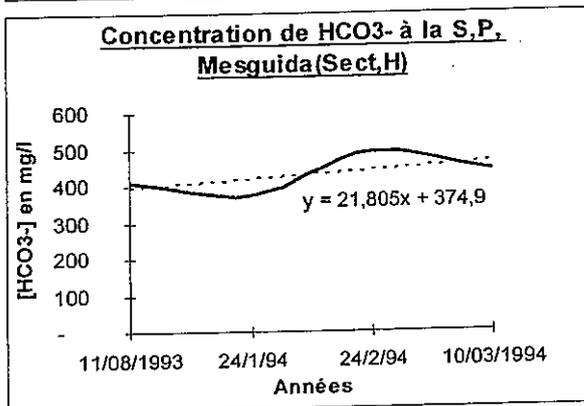
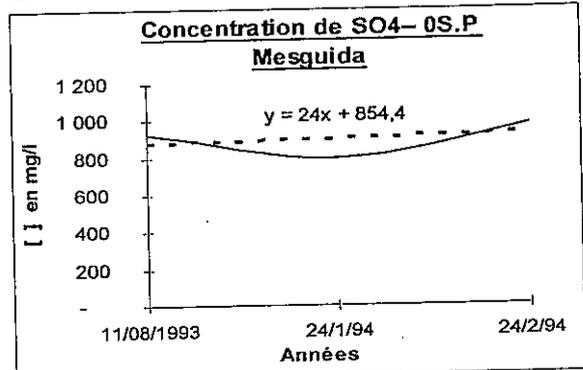
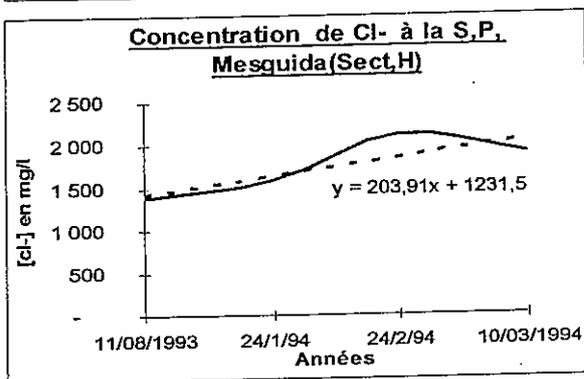
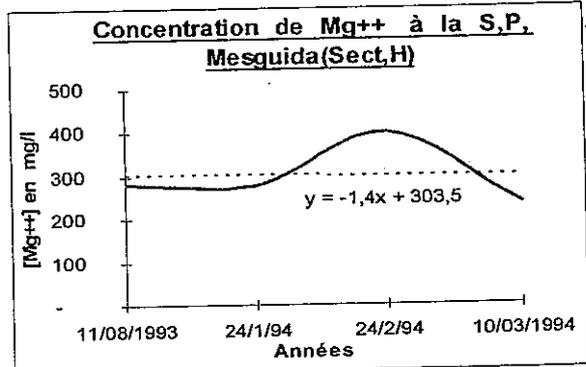
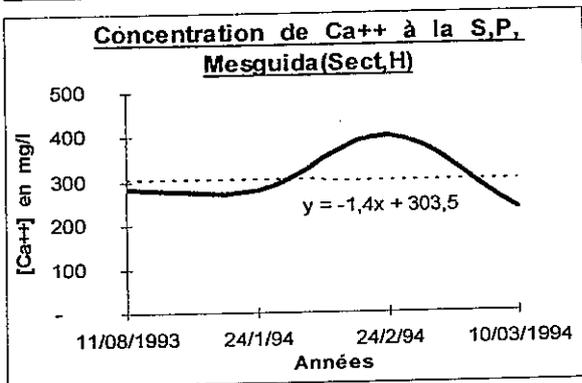
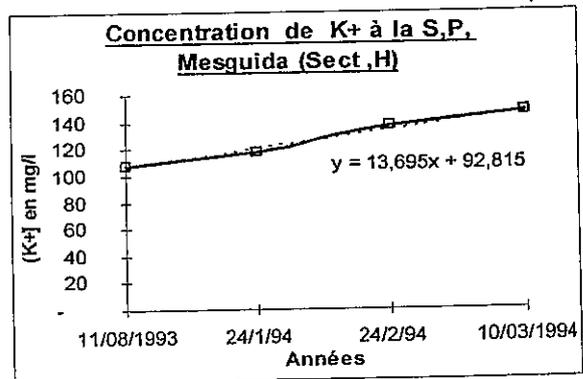
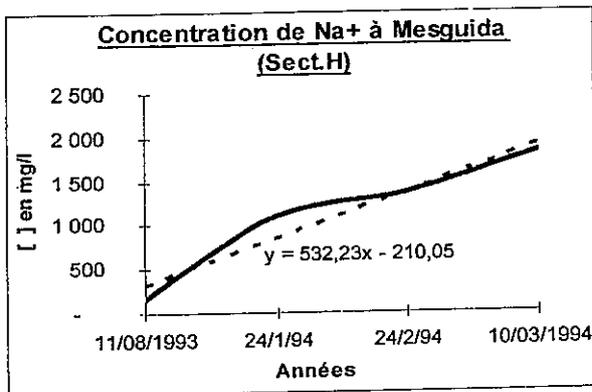
Fig. II.3 : Evolution, en fonction de la profondeur, des propriétés physico-chimiques du sol dans My Ali Chrif (Zone 3 (Secteur K))



Evolution, en fonction de temps, de la concentration en ions majeurs dans la zone 1



Evolution, en fonction de temps, de la concentration en ions majeurs dans la zone 2



Evolution, en fonction de temps, de la concentration en ions majeurs dans la zone 3

III- APPROCHE METHODOLOGIQUE POUR LA MAITRISE DE L'UTILISATION DES EAUX

III.1- Généralités

La recherche opérationnelle est une méthode d'analyse scientifique du problème posé, méthode particulièrement tournée vers la recherche de la meilleure façon d'appréhender les faits, et de prendre des décisions susceptibles de déboucher sur de meilleurs résultats.

Parmi ces méthodes d'optimisation, la programmation linéaire occupe une partie importante. En effet, un instant de réflexion montre que la plus part des problèmes concrets d'optimisation appartiennent à cette classe où peuvent se formuler de manière similaire. Elle a pour but d'extraire un meilleur élément (de coût minimum ou maximum) de l'ensemble d'études.

Par conséquent, **DANTZIG (en 1951)** fut le premier à fonder la base de la programmation linéaire par l'élaboration d'une méthode itérative dite de « **SIMPLEXE** » ; et qui sera développée par la suite puisqu'elle fera l'axe principal de déroulement de tous les calculs.

III.2 Définition et résultats fondamentaux

III.2.1- Généralités

Les problèmes de programmation linéaire se posent lorsque l'on cherche à rendre optimum (minimum ou maximum) une fonction linéaire de plusieurs variables, ces variables sont assujetties à des contraintes linéaires, c'est-à-dire, du premier degré, il se présente généralement sous la forme suivante :

$$\text{Optimiser } F(x) = [C] * [X] = \sum_{i=1}^n (C_i * X_i)$$

$$\begin{aligned} \text{Sous les contraintes : } \quad & g_i(X) = [A] * [X] = \sum_j (a_{ij} * X_j) \geq 0 ; \\ & g_k(X) = [F] * [X] = \sum_j (f_{kj} * X_j) \leq 0 ; \\ & g_l(X) = [D] * [X] = \sum_j (d_{lj} * X_j) = 0 \\ & X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \text{ de } R^n \end{aligned}$$

Où les fonctions **F** et **g** sont des fonctions linéaires affines des variables x_1, x_2, \dots, x_n .

On peut toujours supposer que les variables x_i sont astreintes de ne pas être non négatives. En effet, s'il existe une variable qui peut prendre n'importe quelle valeur réelle, (positive, négative ou nulle), on pourra remplacer x_i par la différence ($x_i^+ - x_i^-$) de deux variables x_i^+ et x_i^- astreintes, de ne pas prendre que des valeurs non négatives.

III.2.2 Format standard d'un programme linéaire

On dit qu'un programme linéaire est mis sous forme standard, si les contraintes en dehors des contraintes de non négativité, sont des égalités.

On peut toujours mettre un programme linéaire quelconque sous forme standard en introduisant des variables supplémentaires appelées variables d'écart. Pour cette raison on considérera, dans ce qui suit, que des programmes linéaires sous forme standard de type :

$$\text{Optimiser } F(x) = [C] * [X] = \sum_{i=1}^n (C_i * X_i)$$

$$\begin{aligned} \text{Sous les contraintes : } \quad & g_i(X) = [A] * [X] = \sum_j (a_{ij} * X_j) = [b1] \\ & g_k(X) = [F] * [X] = \sum_j (f_{kj} * X_j) = [b2] \end{aligned}$$

$$g_i(\mathbf{X}) = [\mathbf{D}] * [\mathbf{X}] = \sum_j (d_{mj} * X_j) = [\mathbf{b3}]$$

$$\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$$

Où:

n : Nombre de variables ;

m : Nombre de contraintes ;

$[\mathbf{A}]$, $[\mathbf{F}]$ et $[\mathbf{D}]$ Matrices réelles des contraintes ;

$[\mathbf{b1}]$, $[\mathbf{b2}]$ et $[\mathbf{b3}]$ vecteurs des seconds membres ;

$[\mathbf{C}]$ vecteur ligne des coûts.

Finalement on aboutit au tableau standard suivant :

| | | | | |
|-------|-------|----------|-------|--------|
| x1 | x2 | x3..... | xn | b |
| A11 | a12 | a13..... | a1n | b1 |
| a21 | a22 | a23..... | a2n | b2 |
| | | | | . |
| f11 | f12 | f13..... | f1n | b3 |
| fk1 | fk2 | fk3..... | fk n | bk |
| | | | | . |
| d11 | d12 | d13..... | d1n | bm-k+1 |
| dm1 | dm2 | dm3..... | dmn | bm |
| C1 | C2 | C3..... | Cn | . |

III.4. Résolution des programmes linéaires

III.4.1 Algorithme du SIMPLEXE

On suppose que l'on dispose d'une base réalisable de départ $[\mathbf{B0}]$

$([\mathbf{A}] = [\mathbf{B}, \mathbf{N}])$. Les différentes étapes de l'algorithme du SIMPLEXE sont les suivants (Voir Fig.III.1) :

-a/ $[\mathbf{B0}]$ base réalisable de départ ; itération = 0.

-b/ itération = itération + 1.

-c/ soit $[\mathbf{B}]$ la base courante, $[\mathbf{X}] = [\mathbf{Xb}, \mathbf{Xn}]$ la solution de base correspondante.

Calculer

$$[\mathbf{b}^*] = [\mathbf{B}^{-1}] * [\mathbf{b}]; [\mathbf{P}] = [\mathbf{Cb}] * [\mathbf{B}^{-1}]; [\mathbf{Cn}^*] = [\mathbf{Cn}] - [\mathbf{P}] * [\mathbf{N}]$$

-d/ si $[\mathbf{Cn}^*] < 0$ alors fin : l'optimum est atteint.

si $\exists s$ tel que $[\mathbf{Cs}^*] > 0$ alors :

-e/ Calculer $[\mathbf{Cn}^*] = [\mathbf{B}^{-1}] * [\mathbf{As}]$ (ou \mathbf{As} est la colonne s de $[\mathbf{A}]$).

Si $a_{is}^* < 0 \forall i \in [1, m]$ alors fin : Optimum non bornée ($+\infty$).

Si non, calculer :

$$xs' = br^* / a_{rs}^* = \min \{ bi^* / a_{is}^* \} \text{ avec } bi^* / a_{is}^* > 0.$$

-f/ Soit x_r la variable correspondante à la r -ième colonne de la base c'est-à-dire telle que $[B^{-1}] * [At] = er$ (m vecteur à composante toutes nulles sauf la composante r égale à $+1$), alors la variable s prend la valeur xs' (rentre dans la base), la variable t s'annule à $xt' = 0$ (sort de la base); La solution courante $[X']$ correspond à la nouvelle base réalisable : $[B'] = [B] + \{s\} - \{t\}$.

faire $[B] = [B']$ et retourner en b/-

Géométriquement la procédure s'interprète comme un cheminement de points extrêmes adjacents le long de la frontière de S (S : ensemble de solutions réalisables).

Algébriquement, elle s'interprète comme la détermination d'une suite de bases adjacentes $[B_0], [B_1], [B_2], \dots, [B_q]$ et de solutions de bases $[X_0], [X_1], [X_2], \dots, [X_q]$.

III.5- Application et interprétation des résultats

III.5.1- Formulation du programme linéaire

Le domaine d'étude de notre programme linéaire est la plaine du Tafilalt, qui est constituée de trois zones. Pour chaque secteur et pour chaque type de cultures, sont introduites deux variables de décisions : le volume d'irrigation apporté par l'Oued de Ziz (V_i) et celui apporté comme complément par pompage (V_p). Ainsi, le nombre global de variables de décisions n est le double du nombre des principales cultures pratiquées dans le périmètre.

La fonction « objective » est :

$$F = \sum_j (C_{ij} * V_{ij}) + (C_{pj} * V_{pj})$$

Le but est de minimiser cette fonction qui a la dimension d'une masse. En effet, elle reflète la quantité des sels apportés dans le mélange de l'eau d'irrigation.

Cette fonction est soumise à des contraintes. Pour chaque culture l'occupation du sol tolère une concentration bien déterminée C_t ; Ceci se traduit par des contraintes qui se mettent se la forme :

$$(C_{ij} * V_{ij}) + (C_{pj} * V_{pj}) \leq C_{tj} * V_{tj}$$

où :

C_{ij} : Concentration en sel de l'eau superficielle apportée à la culture j .

C_{pj} : Concentration en sel de l'eau souterraine apportée à la culture j .

C_{tj} : Concentration en sel tolérable pour la culture j .

V_{ij} : Volume de l'eau d'irrigation apporté par réseau à la culture j .

V_{pj} : Volume de l'eau d'irrigation apporté par pompage à la culture j .

V_{tj} : Besoin total d'eau pour la culture j ($V_{tj} = V_{ij} + V_{pj}$).

Donc le nombre de contraintes est égal au nombre de cultures. La fonction « Objective » est soumise à des contraintes d'égalité, qui reflète en quelque sorte le volume total demandé pour chaque culture (besoin en eau des cultures).

Ces contraintes prennent la forme :

$$V_{ij} + V_{pj} = V_{tj}$$

Etant donné que les besoins en eau collectés dans le périmètre du Tafilalt sont exprimés en terme de besoin par culture pratiquée, on procède à une homogénéisation des données en tenant compte des superficies correspondantes à chaque type de cultures pour dégager les besoins mensuels par secteur. Ces volumes seront utilisés par la suite pour la formulation numérique des contraintes du programme linéaire.

III.5.2- Paramétrisation et Matrice Standard :

Comme nous avons de le mentionner, pour chaque culture j , on fait appel à deux variables de décisions : Le volume apporté par les canaux d'irrigation V_{ij} et le volume apporté par pompage V_{pj} .

Ainsi, la première phase du problème consiste à générer les variables d'écart pour les contraintes \leq et \geq et les variables artificielles pour les contraintes \geq et « = ».

Par conséquent, les variables d'écarts générées sont au nombre de $m_1 + m_2$ contre $m_1 + m_3$ variables artificielles avec :

- m_1 nombre de contraintes ≥ 0
- m_2 nombre de contraintes ≤ 0
- m_3 nombre de contraintes = 0

Ceci détermine les dimensions de la fameuse matrice [A].

- Nombre de colonnes : $N_p = n + (2 * m_1) + m_2 + m_3 + 1$.
- Nombre de lignes : $M_p = m_1 + m_2 + m_3 + 1$.

Pour limiter l'ensemble d'étude, surtout lorsque la solution est non bornée, on a défini deux vecteurs limites :

- Vecteurs (borne Inférieure) $[I_i]$ et $[I_p]$ pour les eaux superficielles et Souterraines ;
- Vecteurs (borne Supérieure) $[S_i]$ et $[S_p]$ pour les eaux superficielles et Souterraines.

ALGORITHME D'OPTIMISATION

Données de base par secteur

- ◆ Occupation du sol
- ◆ Besoins mensuels en eau pour les principales cultures
- ◆ Tolérance des cultures à la salinité pour une baisse de rendement de 25 %
- ◆ Concentration en sel dans les eaux de la nappe et de Barrage H.Addakhil
- ◆ Borne supérieure et inférieure pour chaque type d'eau

Formulation du programmation linéaire.

Culture :

$$\text{F.Objective : } Z = \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot V_{ij} + C_{pj} \cdot V_{pj}$$

Sous contraintes :

$$C_{ij} \cdot V_{ij} + C_{pj} \cdot V_{pj} \leq C_{tj} \cdot V_{tj}$$
$$V_{ij} + V_{oi} = V_{ti}$$

Formulation de la matrice du simplexe

$$[A] = [B, N]$$

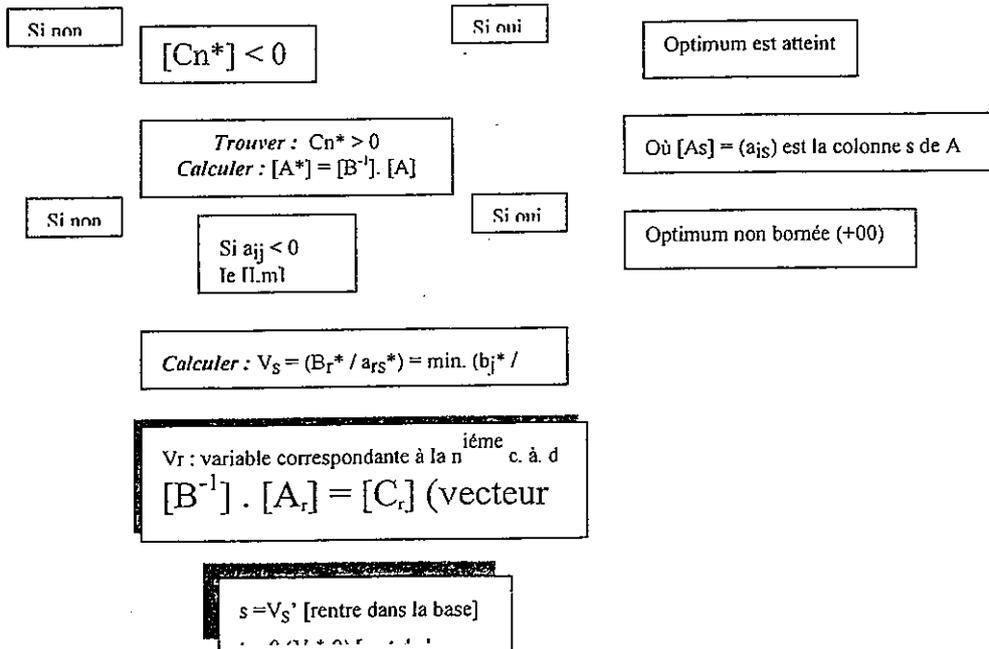
Extraction de base réalisable de départ $[B_0]$ et solution de base $[V] = [V_h, V_n]$, $[C] = [C_h, C_n]$

Itération = Itération + 1

$$\text{Calculer : } [B] = [B^{-1}] \cdot [b]$$

$$[P] = [C_b] \cdot [B^{-1}]$$

$$[C_n^*] = [C_n] \cdot [P] \cdot [N]$$



CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les sols de la plaine peuvent être rendus stérile (dégradation de leur fertilité) suite à la salinité et à l'alcalinisation. Si une solution n'est pas trouvée à ce problème, la baisse des eaux de la nappe et l'évaporation intense conduiront à l'extension de la salure.

L'utilisation des eaux de la nappe pour l'irrigation doit être la plus limitée possible du fait de leurs forts potentiels de salinité et d'alcalinisation et il faut suivre de près la salure des sols afin de tirer la sonnette d'alarme au moment opportun. L'évacuation des sels suppose une bonne perméabilité des sols et le drainage.

Concernant les eaux de surface (l'eau du barrage Hassan Addakhil) elles sont de bonne à moyenne qualité et auront un effet bénéfique pour l'irrigation (dessalage des sols).

La qualité des eaux souterraines devient préoccupante. En effet, on constate une augmentation des teneurs en chlore et en sodium. Les mesures qui devront être prise à moyen et long terme pour contrôler ce problème de pollution (salinité) du sol et de la nappe, sont :

- Utilisation des eaux du barrage pour l'irrigation ;
- Drainage des sels vers l'extérieur de la plaine ;
- Utilisation d'une couche sableuse sur le sol pour filtrer les eaux d'irrigation ;
- Il faut choisir des plantes ayant des grands seuils de tolérances aux sels.

ETUDE DE DEVELOPPEMENT DES COMMUNAUTES RURALES
A TRAVERS LA REHABILITATION DES KHETTARAS DANS LES REGIONS
SEMI-ARIDES DE L'EST SUD ATLASIQUE



P.V DE SÉMINAIRE DE CLÔTURE

19-20 OCTOBRE 2005

- P.V DU SEMINAIRE
- RECOMMANDATIONS GENERALES

OCTOBRE 2005

P.V DE SÉMINAIRE DE CLÔTURE 19-20 OCTOBRE 2005

Le séminaire organisé en cette occasion de clôture de l'étude de développement des communautés rurales travers la réhabilitation des khattaras dans le Tafilalet, a permis à la suite des discussions et débats de soulever un certain nombre de points importants à savoir :

1- Unanimité sur :

- Nécessité d'une approche participative des agriculteurs dans l'élaboration et l'exécution des projets de développement;
- Importance de sauvegarde des khattaras source de vie des oasis;
- Nécessité d'adopter des systèmes à économie d'eau;
- L'importance de l'étude réalisée qui constitue une opportunité de remédier aux problèmes des communautés rurales dans les zones arides.

2- Propositions et compléments d'idées à insérer dans le plan directeur :

- Insister sur le problème de pompage l'ennemi potentiel des khattaras;
- Développer davantage les techniques économes en eau en prenant en considération les particularités par khettara;
- Chercher à exploiter conjointement les eaux de crues et celles des khattaras pour l'irrigation notamment en goutte à goutte;
- Nécessité d'approfondir et d'accorder l'importance nécessaire aux ouvrages de recharge de la nappe;
- Améliorer l'aspect de création d'activités génératrices de revenus en particulier ce qui se rapporte à l'efficacité coût/bénéfice.

PROGRAMME DU SEMINAIRE :

19-10/2005 : 120 participants(dont 100 agriculteurs homme et femme),

20-10/2005 : 70 participants (ORMVA/tf, JICA, DRH, ONEP, Province)

RECOMMANDATIONS GENERALES :

- 1- Poursuite de cette mobilisation de ces différents acteurs de l'ensemble pour l'aboutissement d'un plan de financement.
- 2- Projet intégré élaboré dans un cadre d'une approche participative et qui s'intègre bien dans la stratégie globale de l'INDH pour le développement et l'amélioration des conditions de vie des communautés rurales du Tafilalet.
- 3- Exploitation de la base de données sur les khetaras tout en assurant sa mise à jour et son actualisation.
- 4- Poursuivre et renforcer les visites commentées au profit d'un grand nombre d'agriculteurs et femmes rurales.
- 5- Poursuite du processus et dynamisme relatif à l'introduction des systèmes à économie d'eau surtout au niveau des khetrtaras.
- 6- Aviser les pouvoirs publics pour faire bénéficier les zones de khetaras des subventions de l'Etat en matière d'investissement en système de goutte à goutte.
- 7- Entamer la recherche de financement du projet en collaboration avec la JICA.
- 8- Organiser des campagnes de sensibilisation auprès de bailleurs de fonds, et examiner les possibilités d'organiser un séminaire à la fin du projet, pour inviter les bailleurs de fonds internationaux et encore présenter le projet dans sa version finale et faire de la publicité.