

# *HOMMES TERRE & EAUX*

Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural

N° ISSN 03739554



# RAPPORT MORAL

## I- REFLEXIONS SUR LES ACTIVITES DE L'ANAFID

### 1. Considérations générales

Depuis la dernière AG tenue le 5 Mai 2001 à L'ORMVAG – Kenitra, le bureau a été élargi à 25 personnes, parmi lesquelles 2 sont des élèves ingénieurs GR. L'ANAFID a poursuivi ses activités avec beaucoup d'engagement et sans rupture. L'Association a beaucoup de mérite aussi bien sur le plan de son action que de son symbole.

Sur le plan international, il faut noter que l'ANAFID, est un des rares comités nationaux qui a aligné un grand nombre de ses membres au sein d'organisations internationales telles que la CIID et la CIGR, tant au niveau des instances de direction qu'au niveau des comités de réflexion.

Au niveau du Maroc, des associations comme l'ANAFID doivent apporter leur contribution à la réflexion tant au niveau national qu'international ; aussi le temps nécessaire doit être pris pour réfléchir sur les thèmes sur lesquels les efforts des comités techniques doivent être orientés.

Un comité de réflexion sur les activités de l'ANAFID, notamment celles de comités techniques a été constitué.

### 2. Comités techniques

Les comités techniques devraient intensifier leurs activités autour de thèmes spécifiques, relatifs aux besoins du Maroc. Par ailleurs, l'intérêt n'étant réel que s'ils travaillent en diapason avec des thèmes faisant l'objet de débats internationaux.

Les comités techniques, moteur de l'activité de l'ANAFID méritent d'être pensés dans la continuité, en liaison avec les activités internationales, les obligations nationales ainsi qu'avec les activités des associations membres de la FANDER.

L'accent doit également être mis sur le dynamisme des animateurs et le choix des membres des comités techniques.

Les comités techniques ont été créés en fonction des besoins du moment. Chacun des comités doit engager un travail que ce soit une publication, une table ronde, un séminaire etc.

Les comités techniques doivent aussi travailler en diapason avec les ORMVA.

**Comité technique "Gestion, Rationalisation et Economie de l'Eau en Agriculture"**

L'ANAFID note l'extrême importance de ce comité ainsi que l'élargissement de sa base à d'autres personnes autres que celles du secteur.

Le comité technique "Gestion, Rationalisation et Economie de l'Eau" devra travailler sur le sujet et émettre son point de vue pour que l'ANAFID puisse l'exprimer aux diverses instances.

Compte tenu du débat international actuel sur l'eau, la sécurité alimentaire et l'environnement, l'ANAFID propose que le comité technique de l'ANAFID s'inscrive dans ce débat.

**Comité Technique "Entreprises, Marketing et Communication"**

Le Comité technique "Entreprises" devra faire participer aux réunions de ce comité des professionnels, des membres d'associations sectorielles et des responsables d'administrations. Les sujets définis seront choisis parmi les sujets actuels de la Fédération à savoir des sujets qui touchent directement les entreprises.

Il est important de souligner qu'il y a un apport de l'ANAFID, notamment sur l'état de l'art, et qu'il serait intéressant de montrer comment elle peut contribuer à la mise à niveau technique de l'entreprise et comment elle peut être à l'écoute des entreprises pour engager la réflexion sur leurs problèmes.

### 3. Revue "Hommes, terre et eaux"

Compte tenu de la demande pour consultation des premiers numéros de la revue "Hommes Terre et Eaux" qui sont épuisés, ils seront empruntés à la bibliothèque de l'IAV Hasssan II ou au

CND, scannés et réimprimés.

Les membres des Comités Techniques doivent participer massivement pour susciter la rédaction d'articles.

Un effort supplémentaire sera fait pour utiliser la revue " Hommes, Terre et Eaux ", comme outil d'information pour les cadres oeuvrant dans le domaine sur tout le territoire marocain.

Dorénavant, chaque numéro consacrera trois pages aux activités de l'ANAFID en général et à ceux des Comités Techniques en particulier.

### 4. Bulletin Info-ANAFID

Le bulletin devra constituer l'outil de liaison et d'information de l'ensemble des membres de l'ANAFID et des membres potentiels.

Le comité de réflexion désigné par le bureau, s'est penché sur cette question et a élaboré une note, montrant la nécessité de maintenir, avec la fréquence bimensuelle et sous sa forme actuelle, ce bulletin comme outil indispensable de liaison entre les Anafidiens, et a proposé des solutions financières de rechange pour son édition et sa diffusion.

### 5. Problématique du recouvrement des adhésions

Le liste des adhérents physiques potentiels de l'ANAFID doit être mise à jour, les personnes y figurant seront contactées, notamment celles travaillant au niveau du MADR.

Le suivi du règlement des adhésions sera fait par les membres du bureau.

Les adhésions morales étant une des sources de financement du fonctionnement de l'ANAFID, le problème de leur recouvrement est soulevé.

Pour financer le fonctionnement de l'ANAFID, les propositions d'offre de services et l'organisation de manifestations (séminaires, tables rondes, etc...) ont été émises.

La proposition de professionnaliser la tâche de recouvrement des adhésions

morales a été examinée. Plusieurs idées ont été émises :

- Un pourcentage sera octroyé à la personne chargée de ce travail
- Indiquer tous les membres du bureau dans le recouvrement des adhésions. Chaque membre pourrait se charger du recouvrement de 10 adhésions physiques et de 2 adhésions morales.
- Insister sur l'importance qui pourrait provenir de la publicité dans la revue "Homme, Terre et Eaux".
- Financer la publication de la revue "Homme, Terre et Eaux" par les adhésions morales. Ainsi la personne chargée de cette tâche pourrait s'occuper du recouvrement de ces adhésions.
- Lors des manifestations organisées par l'ANAFID, des stands pourraient être loués à des sociétés. Dans ce cas, le travail de location et de recouvrement pourrait être réalisé par des professionnels.

A la lumière de ces propositions, une commission pour étudier toutes les propositions faites a été constituée.

## 6. Conclusion

Bien que l'ANAFID ne mobilise pas tout le potentiel intéressé par ses activités, sa pérennité est due non seulement à la participation de tous ses membres, mais également à celle des personnes participants occasionnellement pour certaines activités.

En conclusion à cette réflexion, il serait intéressant d'analyser la cause de la diminution de la participation des personnes oeuvrant dans le domaine rural aux activités de l'ANAFID, ceci compte tenu de l'importance du potentiel de l'Association .

## II - COMITES TECHNIQUES

### 1. Comité technique "Environnement"

Suite à la publication du rapport de la Commission internationale sur les grands barrages qui était censée faire une évaluation objective de l'apport des barrages et dont la conclusion fut défavorable, les membres des comités "Gestion, Rationalisation et Economie de l'Eau en Agriculture" et "Environnement" ont fait lecture de ce rapport. Une réunion avec l'Association

des Grands Barrages et la Commission des Ressources en Eaux pour en débattre devait être tenue.

### Séminaire sur "La Rationalisation de l'utilisation des Engrais et des Pesticides en Agriculture"

Monsieur EL MAHRAZ, coordinateur du Comité "Environnement", a précisé que ce séminaire, organisé conjointement par l'ANAFID et l'AMSSOL, s'est tenu à Meknès le 26 Avril 2002. Au moins soixante personnes appartenant à divers organismes, notamment l'AGR, les ORMVA, la SOGETA, la DPV, le Département de l'Environnement, la Direction de l'Hydraulique etc.. ont pris part aux travaux de ce séminaire. Monsieur DEBBARH Directeur de l'ENA est vivement remercié pour la qualité de l'accueil et de l'organisation.

Ce séminaire a connu un grand succès. Les communications sont publiées dans un numéro spécial de la revue "Homme, Terre et Eaux".

Les recommandations envoyées aux directeurs des ORMVA et aux directeurs d'organismes qui ont participé au séminaire, ont été élaborées par un comité restreint constitué par messieurs EL MAHRAZ, BOUALAM, BADRAOUI et BELLOUTI.

Ce séminaire est une suite logique à la table ronde sur "L'Agriculture et l'Environnement" qui a été organisée auparavant.

### 2. Comité technique infrastructure et développement rural

#### Atelier "Tarification de l'énergie à usage agricole"

Cet atelier a eu lieu le vendredi 12 octobre 2001 à l'ORMVA des Doukkala. Il a été coordonné par M. Baali et rentre dans les activités du comité technique infrastructures et développement rural. Trois membres du bureau de l'ANAFID y ont participé: MM Baalli, Rbaaibi et Bartali.

Nous tenons à remercier le Directeur de l'ORMVA des Doukkala qui a réservé un excellent accueil aux participants. Les principales questions traitées sont les suivantes :

- évaluation des modes de tarification

introduits depuis 1989,

- évaluation de l'impact de ces modes sur la facture d'énergie,
- élaboration des caractéristiques minimales d'un mode de tarification à mettre en œuvre à l'horizon janvier 2002.

Les exposés qui ont précédé les débats lors de l'atelier ont été répartis en deux groupes :

- Aspects généraux traitant de l' :
  - Importance de l'énergie électrique dans le secteur agricole ;
  - Evolution des modes de tarification de l'énergie électrique à usage agricole.
- Etudes de cas
  - ORMVA du Loukkos ;
  - ORMVA des Doukkala.

### 3. Comité technique Entreprise, Marketing et communication

#### Journée d'étude "système de qualification et de classification des entreprises du secteur des aménagements hydro-agricoles"

Cette journée d'étude, qui a eu lieu le 2 Février 2002 à l'ORMVA du Gharb, a connu un succès aussi bien sur le plan de l'organisation que de la participation.

Je tiens à féliciter le comité d'organisation, notamment Messieurs BOUHAMIDI et ALAMI SOUNI, pour la bonne organisation de la journée, l'accueil des participants et le déjeuner offert.

Deux exposés ont été faits l'un par l'ORMVAG et l'autre par la Fédération (FNBTP). Ces exposés ont été diffusés dans la revue "Homme, Terre et Eaux".

La qualité des communications et des débats a été appréciée par l'ensemble des participants . Compte tenu du fait qu'environ 70% de ces derniers provenaient du secteur privé, il a été noté que la répétition de ce genre de manifestations favoriserait un rapprochement entre les entreprises du secteur et l'ANAFID.

Saisissant cette occasion, il est demandé aux membres du Bureau de voir comment rendre les entreprises, qui ont participé à la journée d'étude, actives au sein de l'ANAFID. Un sondage pourrait être réalisé auprès de ces entreprises

pour voir ce qu'elles attendent de l'ANAFID et quelle pourrait être leur contribution au sein de l'Association.

Une liste des entreprises qui participent régulièrement aux activités de l'ANAFID doit être établie. Il est aussi demandé aux membres du bureau de créer des liens avec les entreprises, de les sensibiliser aux activités de l'association et de leur demander d'aider l'ANAFID pour l'organisation de ses manifestations.

#### 4. Conférence "politiques d'irrigation: considérations micro et macro économiques"

L'ANAFID et l'association Marocaine des Agro-Economistes (AMAECO) ont organisé cette conférence qui a été coparrainée par plusieurs institutions et organismes nationaux et internationaux dont :

- Le Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts;
- La Banque Mondiale;
- L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO);
- L'Agence Américaine d'Aide au Développement International (USAID); Projet SWIM-Agadir;
- Le Centre International des Hautes Etudes Agronomiques (CIHEAM), IAM-Bari)
- Le Consortium International de Recherche sur l'Eau et l'Environnement (IRWEC);
- Le Centre International de l'Alimentation et de Politique Agricole (CIFAP) ;
- L'Institut International de Recherche sur l'Alimentation et les Prix (IFPRID);
- L'Institut International de la Gestion de l'Eau (IWMI) ;
- L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II;
- L'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès;
- L'Office Régional de Mise en valeur Agricole du Sous-Masa.

La séance d'ouverture a été présidée par Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Dans son discours, Monsieur le Ministre a noté l'importance du thème

traité par cette conférence, compte tenu des problèmes pressants, de la rareté de l'eau, des sécheresses fréquentes et des besoins croissants multi-sectoriels en eau pour un développement soutenu des pays du sud du pourtour méditerranéen dont le Maroc. Cette séance a été aussi marquée par le mot de bienvenue de Monsieur BEKKALI, président de l'ANAFID, l'allocution conjointe ANAFID-AMAECO lue par Monsieur Hassan SERGHINI, président de l'AMAECO, et une intervention de Monsieur DINAR, au nom de la Banque Mondiale.

La conférence a rassemblé 255 participants dont 85 étrangers venant de 24 pays en plus du Maroc. Au total 82 communications ont été présentées dans les différentes sessions de ladite conférence et réparties selon les axes thématiques suivants :

- **Axe 1:** Les contraintes, réformes et futur de l'agriculture irriguée;
- **Axe 2:** Les aspects institutionnels liés à la gestion de l'eau d'irrigation;
- **Axe 3:** Les aspects économiques liés à la gestion de l'eau d'irrigation;
- **Axe 4:** la gestion de l'eau au niveau du bassin hydraulique ;
- **Axe 5:** Les politiques de prix et de recouvrement ;
- **Axe 6:** la gestion et la tarification de l'eau d'irrigation dans la région méditerranéenne ;
- **Axe 7:** Les allocations sectorielles des ressources en eau ;
- **Axe 8:** La politique de l'eau et la durabilité des projets d'irrigation ;
- **Axe 9:** Les changements climatiques et leurs impacts sur l'irrigation et l'environnement.

La conférence fut organisée en deux sessions plénières et 17 sessions concomitantes présidées par des experts nationaux et étrangers. Les présentations formelles des communications ont été suivies de débats assez riches entre des participants venant d'horizons divers: chercheurs, experts, gestionnaires, décideurs, bailleurs de fonds, ...etc. Ces discussions ont été, par la suite, synthétisées par les rapporteurs de séance qui ont été choisis parmi les personnalités scientifiques et techniques nationales et internationales ayant pris

part aux travaux de la conférence.

Une synthèse des travaux de ladite conférence a été présentée, lors de la séance de clôture, par Monsieur Abdelhafid DEBBARH. Après discussion, elle fut adoptée par les participants de cette importante conférence internationale.

Les 82 communications, présentée lors des différentes sessions de cette manifestation scientifique, ont fait l'objet de publications écrites (3 tomes distribués à chacun des participants) et de publications électroniques accessibles par Internet sur le site : <http://www.Worldbank.org/agadirconference>.

### III - CIGR ET CIID

Deux activités importantes engagées par ces deux associations sont les suivantes:

- Le XVème congrès mondial de la CIGR (Commission Internationale du Génie Rural) - Congrès organisé conjointement avec l'Association Américaine du Génie Rural (ASAE) du 28 juillet au 1er Août 2002, Chicago, USA . Sous le thème: "Une ingénierie pour un monde durable".
- 18ème Congrès international la CIID (Commission Internationale de l'Irrigation et du drainage) du 21 – 28 Juillet 2002 à Montreal qui a traité des thème importants pour le Maroc. Le Comité National Canadien de la CIID n'a ménagé aucun effort pour la réussite de ce congrès.

Du fait que ces 2 congrès se sont tenus l'un à la suite de l'autre et que l'ANAFID est le représentant officiel du Maroc au sein de la CIGR qu'elle présidait, il a été retenu d'explorer la possibilité d'organiser un voyage d'étude à options pour stimuler une participation marocaine à l'un ou à l'autre ou même aux 2 congrès.

#### Réunion du Présidium à Marrakech.

Le Présidium de la CIGR a tenu une réunion à Marrakech le 4 Avril 2002. Ont pris part à cette réunion, du coté de la CIGR: Pr. PELLIZI (Italie) et Pr. BARTALLI, président de la CIGR (Maroc). Du côté de l'Association Américaine du Génie Rural (ASAE) y ont participé le Président et le Président Exécutif de l'ASAE, respectivement Pr.

SKAGGS et Madame MOORE. En tant que président de l'ANAFID (Comité National Marocain de la CIGR) j'étais souffrant et je n'ai donc pas pu prendre part aux travaux de cette dernière. Cette réunion a été consacrée à la préparation du 15ème congrès mondial du génie rural prévu pendant la dernière semaine du mois de juillet 2002 à Chicago.

Les participants à la réunion ont été chaleureusement accueillis par Monsieur JELLOULI, Directeur de l'ORMVA du Haouz. Ils ont également effectué une visite au périmètre du Sous-Massa grâce à l'aimable collaboration du Directeur de l'ORMVA du Sous-Massa. Des lettres de remerciements ont été envoyées à Messieurs JELLOULI et GOURMA.

#### ***XVème congrès de la CIGR à Chicago***

Le 15ème congrès mondial du génie rural s'est tenu pendant la dernière semaine du mois de juillet 2002 à l'hôtel Hyatt Regency Chicago (USA) et a été organisé conjointement par la CIGR et l'association Américaine du Génie Rural (ASAE). Le Maroc était représenté par Monsieur BEKKALI, Président de l'ANAFID, comité national marocain de la CIGR et par Monsieur BARTALI, Président de la CIGR. Le club de Bologne, affilié à la CIGR et regroupant des experts de mécanisation agricole, a organisé en prélude au congrès une session et une visite sur le thème de la mécanisation et la tractabilité.

Le 15ème congrès international de la CIGR a connu un grand succès et a réuni 1730 participants issus de 90 pays des cinq continents. 144 sessions parallèles ont eu lieu au cours desquelles 900 communications techniques orales et posters ont été présentées. Les travaux du congrès se sont déroulés suivant un excellent planning et ce, grâce à un long travail de préparation et une étroite collaboration entre la CIGR présidée par le Maroc en la personne du PR. BARTALI et l'ASAE.

Les thèmes du congrès étaient d'un grand intérêt à la fois pour les participants des pays industrialisés ou ceux en voie de développement. Les thèmes traités par le congrès étaient diversifiés et ont couvert

les domaines de l'eau et du sol, la modélisation, la technologie de l'information, l'agriculture de précision, les structures et équipements de productions animales et les aspects de l'environnement, les technologies de post récoltes et les questions de qualité et de technologie dans les fruits et légumes, la mécanisation dans les pays en développement, l'énergie et la biomasse. Toutes les communications sont regroupées dans un CD qui peut être commandé auprès de l'ASAE et dont une copie est disponible au secrétariat de l'ANAFID.

En marge des sessions techniques, plusieurs réunions des instances dirigeantes de la CIGR ont eu lieu dont celles du Présidium, du bureau Exécutif, du Bureau technique et de l'Assemblée Générale de La CIGR.

A l'occasion de ce congrès, la CIGR et l'ASAE ont remis plusieurs distinctions aux personnalités qui ont marqué la progression du génie rural par leurs réalisations aux niveaux régional et international.

Ainsi, Monsieur BEKKALI a reçu le Prix AMA Kishida de la CIGR en reconnaissance de ses nombreuses activités au service de la formation-recherche et du développement en génie rural et à la promotion des activités de la CIGR et au rôle joué par le comité marocain.

M. BARTALI a, pour sa part, reçu au nom de la CIGR, la distinction décernée par l'ASAE pour les services rendus aux ingénieurs du génie rural à travers le monde et l'organisation du 15ème congrès mondial du GR.

Parmi les autres prix décernés par la CIGR figurent les prix Armand Blanc qui ont été confiés à trois étudiants américains et le prix du journal électronique de la CIGR reçu par six auteurs japonais.

Le Pr. BARTALI, Président de la CIGR, a remis un certificat à l'ensemble des étudiants inscrits au congrès de Chicago ainsi qu'aux représentants de l'ASAE.

La présidence marocaine de la CIGR a contribué au développement du rayonnement de celle-ci au niveau international et à l'élargissement de sa base d'adhérents notamment au niveau des pays francophones et des pays arabes.

L'assemblée générale de la CIGR a en effet entériné l'adhésion d'une part d'un réseau de 14 pays africains francophones représentés par l'Ecole Inter Etats de l'Equipement Rural de Ouagadougou et d'autre part de l'Organisation Arabe pour le Développement Agricole (OADA).

L'estime internationale dont jouit la CIGR a été renforcée par le succès de son dernier congrès organisé conjointement avec l'ASAE. Son prochain congrès est prévu à Bonn, en Allemagne et sera organisé par l'Association Allemande du Génie Rural (VDI) en collaboration avec l'Association Européenne du Génie Rural (EurAgEng).

#### ***Participation aux manifestations internationales***

Il est regrettable de voir la participation marocaine au 15ème congrès international de la CIGR se limiter à Monsieur BARTALI, en tant que président de la CIGR et à lui-même, en tant que président du comité national marocain.

Il est souligné aussi le fait qu'aucun effort n'a été fait pour envoyer des cadres marocains prendre part aux travaux de ce congrès.

L'ANAFID souligne que la volonté des jeunes compétences à participer aux manifestations internationales de la CIGR et de la CIID existe mais qu'elle se heurte aux problèmes financiers. Il est suggéré de mettre en place une stratégie pour encourager la participation de cadres marocains aux manifestations internationales notamment la CIGR et la CIID.

## **IV. FINANCEMENT**

Les Possibilités d'amélioration de la trésorerie de l'ANAFID ont été analysées. Ainsi une convention de partenariat entre l'ANAFID et la société DMIC, société chargée de réaliser les travaux d'édition et le recouvrement des recettes a été engagée. L'objectif à moyen terme sera d'autofinancer les travaux d'édition et de permettre au delà de cinq ans une recette à l'ANAFID.

La société DMIC percevra un pourcentage sur chaque recette (adhésions, publicité, vente) pour laquelle elle aura contribué. Ce pourcentage s'élèvera à 25% du montant des adhésions et des publicités

## V. INFORMATION

M. DEBBARH, coordinateur des comités techniques de l'ANAFID a été nommé Président du Conseil Scientifique de l'Agence Universitaire de la Francophonie.

## VI. CONDOLEANCES

C'est avec affection que les membres du Bureau ont appris le décès de notre camarade Monsieur Rachid KEDDANI dans un accident de la route alors qu'il se rendait à la conférence Internationale sur le thème "Politiques d'Irrigation: Considérations Micro et Macro-économiques". En cette douloureuse circonstance, Monsieur BEKKALI au nom de l'ANAFID et les membres du Bureau présentent leurs sincères condoléances à la famille du défunt ainsi

qu'à tous ses camarades et collègues. Compte tenu du dynamisme et des valeurs propres du défunt, Monsieur BEKKALI a souligné la perte que représente ce décès aussi bien pour l'ANAFID que pour le monde du génie rural.

L'ANAFID et l'AIGR ont pris l'initiative d'envoyer une lettre commune pour collecter une participation financière qui sera remise à la mère du défunt.

Une minute de silence a été observée et la Fatiha a été psalmodiée à la mémoire de feu Rachid KEDDANI.

## VII. FORUM DE L'INGENIEUR DU GR

Tenue le 9 juin 2001 à l'I.A.V. H II. Ce premier forum organisé par l'Association

Marocaine des élèves Ingénieurs du Génie Rural (AMEIGR) fut un succès. Des conférences ont été présentées et un parc d'exposition a été organisé auquel ont participé les entreprises et les sociétés de service en relation avec le domaine du Génie Rural. De même, l'ANAFID disposait d'un stand où étaient exposés les productions de l'ANAFID (Revue Hommes terre et Eaux, Actes de Congrès etc ...)

lors de ce forum, un hommage a été rendu à Mr BEKKALI pour les services rendus pour l'enseignement, la recherche et le développement rural.



**Forum de l'Ingénieur du Génie Rural:** Stand de l'ANAFID visité par Mr. H. Benabderrazik, Secrétaire Général du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.



# UTILISATION DE L'ULTRA LEGER MOTORISE (ULM) POUR LES TRAITEMENTS AERIENS : L'EXPERIENCE DES DOMAINES AGRICOLES.

A. Aït Houssa<sup>1</sup>, M. Ouknider<sup>1</sup> & M. Safine<sup>2</sup>.

## Résumé

Introduit et suivi depuis dix ans aux Domaines Agricoles, l'Ultra léger motorisé (ULM) à trois axes, a montré une performance de traitement de l'ordre de 100 à 200 ha/j, une efficacité agronomique comparable à celle d'un avion agricole classique et une rentabilité fonction de la climatologie de l'année, de la formule de gestion choisie et de la vigilance du pilote pour éviter la casse. Avec la formule usuelle de type 'pilote permanent + assurance tous risques + zéro casse' et une politique à deux traitements (un premier passage pour le désherbage et un second pour le fongicide), le seuil de rentabilité de l'appareil, exprimé en superficie minimale à traiter, est de l'ordre de 1500 ha.

## The use of ultra light aircraft for the aerial treatments: the experiment of the 'Domaines Agricoles'

### Abstract

Since its introduction in the 'Domaines Agricoles' ten years ago, the ultra light aircraft showed a spray performance of about 100 to 200 ha/day, an agronomic effectiveness comparable to that of a common agricultural aircraft, a profit depending on the climate of the year, the kind of management decided, and the talent of the pilot to avoid breakdown. According to the common utilization based on a permanent pilot, all risks insurance, no breakdown, and a policy of 2 sprays (herbicide and fungicide), the aircraft threshold profitability expressed in minimum area is 1500 ha.

## 1. INTRODUCTION

Dans les conditions du climat marocain, caractérisé par sa dominante sèche, c'est la pluie qui détermine l'offre en travail pour les avions agricoles. On peut passer d'une très faible activité les années extrêmement sèches à une forte demande pour les traitements phytosanitaires les années très humides [Aït Houssa, 2000].

Pour des impératifs de rentabilité, liés justement à cette irrégularité de l'activité des traitements, il n'y a pas eu d'évolution remarquable du parc d'avions agricoles au Maroc. Toutes les tentatives de création de nouveaux parcs ont été soldées par un échec, et une seule entreprise (forte de son portefeuille de clients fidélisés de longue date), continue de survivre dans le secteur des traitements.

Aux Domaines Agricoles, en dépit d'un accord préférentiel avec la société de services concernée, pour réaliser les traitements dans les meilleures conditions, le recours aux avions de location n'est pas sans poser quelques problèmes de disponibilité, en particulier les années pluvieuses à forte demande, où tout le monde se dispute le peu d'appareils existants. Le cas type à citer ici est celui de "zéro disponibilité" de l'été 1993 où tout le parc d'avions avait été déplacé dans le Sud du Maroc pour la lutte antiacridienne. Le maïs (une culture importante aux Domaines Agricoles) était alors resté sans protection contre les attaques tardives de sésamie, ce qui avait alors conduit à beaucoup de dégâts sur épi, faute de pouvoir traiter.

L'autre problème de la location, est le coût exorbitant (700 Dh/ha) quand il faut déplacer un avion pour de petites superficies trop excentrées par rapport au point de stationnement de l'appareil.

L'importance des superficies traitées, la diversité des cultures (grandes cultures,

agrumes, rosacées,...) et surtout la présence dans le système de culture, de variétés vitales vulnérables sur lesquelles on n'a pas droit à l'appel en cas d'erreur, ont alors conduit les Domaines Agricoles à s'équiper à partir de 1994, d'Ultra Légers Motorisés (ULM) à trois axes, afin de prendre eux mêmes en charge une partie de leurs traitements.

Dix ans après, le but de cet article est de relater cette expérience, très riche d'enseignements, d'en analyser les différentes facettes (performance, efficacité agronomique, rentabilité...), et de montrer les horizons que la promotion de l'ULM peut ouvrir pour le Maroc, notamment en matière de développement agricole.

## 2. LES TYPES D'APPAREILS TESTES

Faute d'expérience au départ, le premier type d'ULM introduit aux Domaines Agricoles a été le Weedhopper [Ultralair, 1986]. Mais cet appareil a très vite montré ses limites (moteur à 2 temps ou à 4 temps mais de faible puissance, manque de pièces de rechange, difficultés de réparation,...). Il a été remplacé définitivement par le Zenair CH701-AG Stol. Ce dernier (tableau 1) est un biplace de type côte à côte (side by side), 3 axes, à pilotage par gouvernes aérodynamiques. Son poids à vide est de 209 kg et son autonomie de vol est de 6 h. Il est équipé d'un système tractif composé d'un moteur Rotax 912 à double allumage électronique, d'une puissance de 80 CV., d'un réducteur et d'une hélice tripale en bois traité. Sa vitesse de manœuvre est de 136 km/h. L'envergure de l'aile est de 9.30 m, sa voilure (de type aile haute rectangulaire sans flèche) est en tôle d'aluminium. Le train d'atterrissage est un tricycle fixe, équipé de pneumatiques basse pression, dits de brousse [Battarel, 1996 ; ZED, 2000].

1. Département d'Agronomie, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès

2. Direction des Domaines Agricoles, Route d'Azemmour, Casablanca - Maroc

Type d'appareil	3 axes, biplace côte à côte
Type de commandes	Par gouvernes aérodynamiques
Train d'atterrissage	Tricycle
Structure fuselage	Tôle d'aluminium
Poids à vide	209 kg
Poids total	435 kg
Capacité réservoir	94 L
Envergure	9.3 m
Surface alaire	16.4 m <sup>2</sup>
Charge alaire	37kg/m <sup>2</sup>
Plage de vitesse de travail	56 à 136 km/h
Vitesse de décrochage (flaps low)	48 km/h
Vitesse à ne jamais dépasser VNE	176 km/h

**Tableau 1 :** Caractéristiques de l'ULM Zenair CH701 Stol.

### 3. EQUIPEMENTS POUR LA PULVERISATION

Pour en faire un appareil à usage agricole, l'ULM a été équipé par le constructeur d'une cuve de 150L pour l'épandage de produits liquides, d'une petite pompe à déclenchement manuel, placée dans l'habitacle près du pilote, d'une rampe de pulvérisation en alliage d'une largeur de 8 m, équipée de 32 buses interchangeable à fentes, espacées de 25 cm. L'appareil peut épandre des bouillies pouvant aller de 10 à 30 L/ha, en fonction de la pression, de l'ouverture de la buse et de la vitesse de traitement.

### 4. RENDEMENT DE L'APPAREIL AU CHAMP

Outre ses caractéristiques spécifiques (puissance, aérodynamique, volume de la cuve, largeur de travail, vitesse, ...) de nombreux facteurs externes interfèrent sur les performances d'un ULM pour en améliorer ou en limiter le rendement sur le terrain, exactement à l'instar d'un avion agricole classique [Ciba-Geigy, 1990]. Le rendement est manifestement plus élevé par temps calme, piste de décollage sise à proximité de la ferme, parcelles de grande superficie, dégagées, sans obstacles et traitement confié à un pilote chevronné aidé par une équipe d'assistance au sol très habile. Le vent, l'éloignement de la piste, l'exiguïté et la forme biscornue des parcelles, les

obstacles naturels tels que les brise-vent, les fils électriques..., les terrains trop accidentés, sont par contre autant de facteurs de baisse du rendement de l'appareil.

Le tableau 2 présente la performance que le Zenair 701AG-Stol peut atteindre en conditions optimales de traitement (ferme de Hamma dans le Gharb, très peu ventée, parcelles de 500 à 800 m de long, piste in situ, pas de brise vent, remplissage de la cuve au sol en temps record): il faut en moyenne 83s pour charger la cuve, 12 s pour décoller, environ le double pour atterrir, 90 s pour rejoindre la parcelle et autant pour revenir, 300 s pour épandre les 150 L de produits sur la culture, auxquels il faut ajouter 5 s de temps mort. Ce qui conduit à des performances de l'ordre de 25 à 30 ha/h et 200 à 250 ha/j.

Ce n'est plus le cas dès lors que l'ULM évolue sous contraintes ou dans des conditions moins optimales. Le rendement de l'appareil est alors tiré vers le bas et peut varier dans de très

Domaine	Temps ( s )						ha/h
	Remplissage	Décollage	Aller-retour	Traitement	atterrissage	Temps mort	
Hamma	83	12	180	300	22	5	25/30
Oulad Cheddad	225	13	420	1500	25	5	8-oct

**Tableau 2:** Performances (en s et en ha/h) de l'ULM Zenair 701AG-Stol dans deux sites avec conditions différentes de traitement

larges limites (10 à 150 ha/j), en fonction de l'importance des difficultés rencontrées sur le terrain, comme le montrent les résultats obtenus au Domaine Ouled Cheddad (ferme souvent ventée, parcelles irrégulières, piste éloignée, équipe au sol moins efficace). Il peut même être nul par temps venté toute la journée. Dans plusieurs régions, il arrive parfois que l'appareil reste cloué au sol (et le producteur sur ses nerfs), 2 à 3 journées consécutives, malgré l'urgence de l'opération et la menace des maladies ou des ravageurs sur des centaines d'ha de culture.

### 5. EFFICACITE SUR LE PLAN AGRONOMIQUE

Sur les exigences de la qualité des traitements, l'ULM (du moins le Zenair) ne présente aucun avantage particulier par rapport à l'avion, si ce n'est de pouvoir voler un peu plus bas, ce qui limite les risques de dérive du produit. Mais encore faut-il avoir un pilote très " fin " du fait d'un effet-sol (matelas d'air) très faible par rapport aux appareils comme l'Albatros [Ait Houssa, 1995].

Du fait des faibles bouillies (20/30 L/ha), à l'évidence un ULM ne peut épandre des produits de contact demandant un mouillage complet des cultures. Il est donc exclu de vouloir compter sur cet appareil pour traiter le pou de Californie ou la cochenille violette sur agrumes . Il est également bien connu qu'il y a plus de problèmes à obtenir une répartition uniforme de pesticides avec l'avion qu'avec le tracteur, à cause entre autres de la turbulence causée par les extrémités des ailes et par les tourbillons de l'hélice [Ciba-Geigy, 1990].

Aux Domaines Agricoles, il n'y a pas eu de mesures sur cartes Kromekote pour tester la qualité de la pulvérisation de l'appareil. Mais sur les herbicides (où

l'insuffisance de la performance agronomique est très facile à déceler à l'œil, grâce à la technique d'observation des bandes ratées), nous n'avons noté aucune faiblesse de l'ULM par rapport à l'avion classique. Il en est de même pour les fongicides. Par contre, il y a une insuffisance flagrante de la qualité des traitements (même à 30 L/ha) pour les insecticides dirigés contre des ravageurs vivant à l'intérieur de la masse végétative ou dans le cœur du bouquet foliaire de la plante, telle que la casside de la betterave [Habjaoui, 2003, tableau 3].

Pour en améliorer l'efficacité agronomique, il faudrait peut-être une pompe à pression plus forte permettant au produit de pénétrer à l'intérieur de la masse foliaire pour atteindre le ravageur.

Aucun traitement en vraie grandeur nature n'a jamais été réalisé en ultra-bas volume au sein des Domaines Agricoles. Le peu de tests effectués à échelle limitée, avec des bouillies de 10 ou 15 L, montrent des résultats plutôt mitigés en fonction du produit utilisé [Aït Houssa et Samdi, 1999 ; Agnaou et Yahya, 2003]. Pour des anti-graminées systémiques comme Fusilade et Gallant, il ne semble pas y avoir de perte d'efficacité à des bouillies de 10 L/ha, à condition d'en majorer la dose de 50 % (1.5L au lieu de 1 L) et d'être appliqués sur un tapis de graminées bien développées [Aït Houssa et Samdi, 1999].

## 6. RENTABILITE

Ce n'est pas son amortissement (l'appareil avec ses équipements agricoles coûte à peine le prix d'un gros tracteur, soit 447.792.00 Dh) et encore moins sa consommation en carburant (1/2 à 1 L/ha d'essence de voiture SP) et en lubrifiants (négligeable) qui déterminent le coût de revient d'un ULM. C'est plutôt la rémunération du pilote (271.500 Dh/an) et la prime versée à l'assurance, en fonction de la stratégie de gestion retenue (149.254.00 Dh pour la convention tous risques et 107.587.00 Dh pour la convention responsabilité civile).

Du fait des charges fixes correspondantes trop élevées, la formule

	Traitement sous pression au tracteur	Traitement à faible pression par avion
Nombre moyen de larves/plante	3.12	22.2
Degré d'efficacité (%)	80	25

**Tableau 3 :** Efficacité du Dursban sur la casside de la betterave en fonction du type de traitement.

	Pilote	Assurance	Amortissement.	Carburant et Lubrifiant.	Equiv. ha traités	Coût/ha (Dh)
Année sèche F1	271.500	149.254	47.000	15.778	1936	250
Année pluvieuse F2	302.040	107.587	47.000	41027	5034	99

F1 : formule de gestion avec "pilote permanent et assurance tous risques "

F2 : formule de gestion avec "pilote occasionnel et assurance responsabilité civile "

**Tableau 4 :** Rentabilité de l'ULM Zenair CH701-AG Stol utilisé dans les traitements agricoles aux Domaines Agricoles.

usuelle de type "pilote permanent + assurance tous risques" (la première a avoir été essayée aux Domaines Agricoles) n'est pas rentable par rapport à la location (250 Dh/ha contre 160 Dh TTC pour la location), en années extrêmement sèches. Faute de pluie, la superficie traitée n'atteint jamais le seuil de rentabilité de l'appareil qui est de l'ordre de 1500 ha, pour une politique à deux traitements (un passage pour le désherbage et un second pour le fongicide), ou, ce qui revient au même, de 3000 ha (un seul passage soit pour le désherbage soit pour le fongicide) pour une politique à un seul traitement, où une partie du travail est réalisée au tracteur.

Un tel constat suggère, pour être rentable, soit de traiter chez les voisins ou d'associer aux traitements agricoles d'autres activités complémentaires rémunératrices qui sortent totalement du cadre de la mission des Domaines Agricoles (baptême de l'air, banderole, surveillance, loisirs,...).

La meilleure rentabilité (99Dh/ha) est obtenue en année humide à forte activité avec la formule "pilote occasionnel rémunéré au prorata du nombre d'ha traités + prime d'assurance limitée à la responsabilité civile et zéro casse" (Tableau 4). Cette seconde formule (il faut le dire) n'a été expérimentée avec succès que dans la zone limitée du Gharb grâce à un partenariat (quelque peu fortuné) avec un jeune pilote résident

sur place, qui fait du pilotage une activité annexe. Elle suppose, pour en faire un système de gestion plausible, l'existence à un échelon plus large, de possibilités réelles de créer des parcs d'ULM sans pilotes, avec recrutement de dernière minute (garanti risque- zéro pour l'employeur), d'occasionnels prêts à signer des contrats de travail "tributaires de la pluie"! Le Maroc a une longue histoire en matière d'aviation certes, mais il n'existe pas pour le moment (en tout cas pas à notre connaissance) de liste publiée où de site Internet permettant d'évaluer le potentiel du pays en pilotes occasionnels de ce genre.

La part du pilote n'est pas la seule dépense importante du coût de revient du traitement. Il y a aussi le risque de casse. En dépit des progrès technologiques réalisés sur l'ULM, ce risque n'a pas été encore ramené à un niveau économique acceptable et reste d'un poids déterminant sur la rentabilité de l'appareil. Sur les 4 pilotes qui se sont succédés aux Domaines Agricoles en l'espace de dix ans, pourtant tous des professionnels, deux ont cassé chacun un appareil (perte subite d'altitude et accrochage à un brise-vent pour le premier ; surchauffe par mégarde et incendie en vol pour le second), un en a cassé deux (dans les deux cas décrochage et dégâts irréparables sur le fuselage), et un seul (très vigilant) n'en n'a jamais cassé jusqu'ici.

## Références bibliographiques

- Aït Houssa A., 1995 - Constat fait lors du stage de formation en pilotage sur l'Albatros à l'aérodrome de Pont/Yonnes ( France).
- Aït Houssa A., Samdi M., 1999 - Observations réalisées sur le traitement en ultra-bas volume au Domaine Agricole de Hamma ( non publié).
- Aït Houssa A., 2000 - Rapport annuel sur l'Agriculture- Domaines Agricoles du Gharb, 62 p.
- Habjaoui A., 2003 - Observations réalisées sur la casside de la betterave ( Cassida nebulosa L) au Domaine Agricole de Hamma, Gharb ( non publié).
- B.O n°2598, 1962 - Réglementation de l'aéronautique civile au Maroc.
- Battarel M., 1996 - Le CH-701 - Un authentique Stol. Aviations, n° 16, p16-18.
- Agnaou K., Yahyia A., 2003 - Observations réalisées sur le traitement en ultra-bas volume au Domaine Agricole de Ain Itto ( non publié).
- Ciba-Geigy, 1990 - Application aérienne de pesticides, département Protection des Plantes, 4002, Bâle, Suisse, 34 p.
- Debiesse B., 1995 - Manuel du pilote ULM, CEPADUES-EDITIONS, Toulouse, France, 307 p.
- Ultralair, 1988 - Weedhopper Europa II, fiche technique. Ultralair SA, ZI n°2, Batterie 200-59309, Valenciennes-Cedex: 9 p.
- Remerciements: Les auteurs remercient vivement MM. Agnaou K. et Yahyia A. pour leur collaboration technique.

Quoi que cela puisse paraître paradoxal, c'est lorsqu'il y a casse que la rentabilité de l'ULM est meilleure (!) en année sèche à faible activité, en raison du montant versée par l'assurance (410.000 Dh), à condition de souscrire au régime tous risques. Ce qui ne sous-entend pas, pour rester constamment rentable, de casser volontairement les appareils chaque fois qu'il fait sec (!).

## 7. COMPARAISON ULM/AVION

Les avantages économiques de l'ULM sont surtout son prix d'acquisition moins cher (l'appareil coûterait encore moins cher s'il était importé en Kit et monté localement), son prix de revient faible à l'heure d'utilisation et la possibilité d'être déplacé d'une région à l'autre, en vue d'un travail limité, à un coût moindre que l'avion de location. Par contre, sur le plan des possibilités techniques et aérodynamiques, tout est en faveur de l'avion. Un " Cessna " peut emporter 750 L de produit (contre 150L pour l'ULM), traiter 400 ha /j (contre 200 ha/j). La tenue de route, la force ascensionnelle, la réserve en puissance en cas de pépin (évitement d'obstacles en bout de parcelle) et les qualités de vol d'un avion d'une manière générale, n'ont rien à voir avec celles d'un ULM 3 axes. En un mot, sur le plan technique et aérodynamique, l'écart entre les deux machines est immense et reste largement en faveur de l'avion.

## 8. CONTRAINTES AU DEVELOPPEMENT DE L'ULM AU MAROC

L'obstacle majeur au développement de l'ULM au Maroc demeure la réglementation qui régit son utilisation [B.O n°2598 ; 1962]. Tandis que dans les pays développés, qui ont choisi d'encourager à fond l'usage, le montage de l'appareil même, son immatriculation, l'obtention de la licence de pilotage, les conditions de navigabilité..., sont régis par des textes spécifiques très allégés et adaptés à l'usage très diversifié de cet appareil (sport, loisirs,...). Au Maroc, cet aéronef continue d'être assimilé à un avion VFR classique. Ailleurs, l'entretien par exemple en est entièrement confié à l'utilisateur, sans la moindre restriction, tandis que dans la

réglementation marocaine, il doit être obligatoirement réalisé par un mécanicien avion confirmé. L'appareil est en outre soumis à des contrôles avion périodiques classiques par le bureau Veritas : maintenance préventive à 25h, 50h, 100h,... Ce qui demande un voyage fréquent de l'appareil (très gênant en période de forte activité), depuis son lieu de travail, sur Casablanca ; le seul centre urbain abritant pour le moment des ateliers de contrôle avions agréés.

La difficulté de second niveau concerne la pièce de rechange ; faute justement d'efforts pour en promouvoir l'utilisation, le nombre d'ULM circulant dans le pays étant pour le moment très limité pour justifier aux entreprises étrangères de créer des succursales pour la pièce de rechange ou de s'installer au Maroc.

## 9. DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Au Maroc, sur le plan théorique du moins, d'importantes possibilités pour le développement de l'ULM existent, aussi bien dans le secteur agricole que dans les autres secteurs de l'économie. Mais un tel développement reste tributaire de la volonté de l'Etat de réellement promouvoir cet aéronef, notamment par la promulgation de textes de loi sur les conditions de son importation, d'obtention de la licence professionnelle de pilotage, d'entretien, de navigabilité, moins contraignants et plus adaptés à ce type d'appareil.

Dans le domaine agricole qui nous préoccupe le plus ici, une telle promotion permettra d'ouvrir des horizons pour la création d'entreprises aux jeunes ingénieurs et techniciens aujourd'hui en quête de la moindre occasion du travail.

L'appareil lui-même n'étant pas coûteux et peut même être importé en kit et assemblé localement, l'obtention de la licence non plus (à condition d'alléger les textes à la manière de certains pays de l'Europe), dans chaque grande région agricole du Maroc, (Gharb, Tadla, Doukkala, Saïs...), il y aurait moyen de créer des sociétés d'ULM- services. Pour autant que les candidats acceptent de relever le défi, la double fonction de pilote et de conseiller agricole, devrait

pouvoir jouer largement en faveur des jeunes agronomes qui désirent s'installer à leur propre compte.

Bien sûr, en conditions d'agriculture à dominante Bour, le traitement aérien demeure une activité à rentabilité aléatoire, très dépendante du climat. Mais l'usage multitâches de l'ULM, avec comme activités annexes l'avertissement agricole, la surveillance pour le compte du public ou du privé, la banderole, le baptême de l'air, la photo professionnelle ou la photo tout

court,...est sans doute un système plus complet et plus sécurisant que de se cantonner dans l'épandage .

Enfin, la création d'emploi, sans que cela ne coûte grand-chose à l'Etat (si ce n'est de créer un environnement réglementaire permettant aux jeunes investisseurs de s'affranchir des dispositifs sophistiqués réservés aux avions), n'est pas le seul gain pour le pays. Il y a aussi (il ne faudrait pas le perdre de vue) le double avantage d'introduire sur le terrain :

-une nouvelle technologie qui, comme toute autre technologie moderne, sera source de progrès même dans l'absolu ;

-un potentiel supplémentaire en ingénieurs-conseils privés (forcément opérationnels ceux-là, pour des raisons de compétitivité ) pour accroître l'efficacité d'encadrement de l'agriculture.



Utilisation de l'Ultra Léger Motorisé aux Domaines Agricoles

# “QuantArg2” : Un modèle linéaire de quantification des minéraux argileux des sols

## Partie 1 : Présentation du modèle

M. Lahlou\*, M. Badraoui\*, D. Tessier\*\* & F. Elsass\*\*

### 1. INTRODUCTION

Le comportement du sol vis à vis des contraintes physiques (mécaniques et hydriques) et chimiques (dynamique des éléments) repose principalement sur la fraction argileuse de sa phase solide. La grande réactivité de cette fraction fine provient de sa surface spécifique et des charges négatives développées autour des particules. L'intérêt de la connaissance approfondie des argiles du sol n'est plus à démontrer.

Il existe deux types d'analyses de la fraction argileuse : i) une analyse qualitative par diffraction des rayons-x (DRX) qui sert à identifier les différents minéraux argileux et ii) une analyse quantitative qui vise à déterminer les proportions relatives des minéraux identifiés.

L'analyse quantitative des minéraux argileux peut être réalisée par plusieurs méthodes pouvant être classées en deux catégories; des méthodes directes basées sur l'intensité des pics de diffraction-x et des méthodes indirectes basées sur les analyses chimiques et les propriétés des minéraux.

### 2. METHODES D'ANALYSE QUANTITATIVE DES MINERAUX ARGILEUX

#### 2.1. Méthodes basées sur l'intensité des pics de diffraction des rayons-X.

Il existe diverses méthodes d'analyse quantitatives des minéraux argileux basées sur l'intensité des pics de diffraction des rayons-x. L'équation de base qui lie l'intensité  $I$  d'un minéral  $f$  présent avec une fraction pondérale  $W_f$  dans un échantillon de la fraction argileuse a été présentée par Brindley (1980):

$$I = k \cdot W_f \cdot \frac{1}{v_2} \cdot \frac{1}{\rho} |F|^2 \cdot (1 + \cos^2 2\Theta) \psi \cdot \frac{1}{\mu} \quad (1)$$

$I$  : intensité intégrée d'une diffraction maximale.

$W_f$  : fraction pondérale du minéral  $f$  en mélange dans un échantillon.

$|F|_2$  : Facteur de structure qui est le carré du module de l'amplitude de dispersion des rayons-x dans la direction  $Q$ .

$v_2$  : volume de la maille.

$\rho$  : densité du minéral.

$\mu$  : coefficient moyen d'atténuation (d'absorption) de masse du minéral en mélange.

$1 + \cos^2(2Q)$  : facteur de polarisation.

$1/\sin(2Q)$  : facteur de Lorentz pour le cristal unique.

$Y$  : facteur de distribution annulaire de poudre dont la valeur est contrôlée par la divergence axiale (soller slit)  $Q$  et le degré d'orientation préférentielle.

$k$  : constante.

On remarque que l'intensité intégrée d'une diffraction maximale  $I$  n'est pas seulement fonction de la fraction pondérale  $W_f$  du minéral  $f$ . Elle dépend aussi d'un bon nombre de paramètres qui sont dans la plupart des cas inconnus ou difficilement mesurables. Plusieurs formes simplifiées qui découlent de cette relation de base (1) existent. Cependant, il est important de remarquer que toutes ces relations exigent la détermination des coefficients d'atténuation de masse et/ou des ratios d'intensité.

#### 2.2. Méthodes basées sur les résultats du bilan de masse.

2.2.1. Méthode d'analyse quantitative indirecte basée sur le principe des équations simultanées.

Afin de surmonter le problème de paramètres inconnus et/ou d'équations complexes faisant intervenir les

intensités intégrées des pics, la DRX a été associée à d'autres techniques analytiques, en particulier les propriétés physiques et chimiques des argiles. Ce groupe de méthodes est appelé méthodes d'analyse multifactorielles. Une des premières tentatives d'utilisation de cette approche est celle de McNeal et Sansoterra (1964). Ces auteurs avaient quantifié les proportions relatives des Smectites, de la Vermiculite et de la Chlorite présentes dans quelques sols par des mesures de la capacité d'échange cationique (CEC), de la surface spécifique et des pertes en eau. Hussey (1972) et Robert (1974) ont utilisé aussi une méthode similaire, mais en intégrant plus de propriétés physiques et chimiques des échantillons analysés.

Pearson (1978), Hodgson and Dudeney (1984), Bouabid (1987) et Bouabid et Badraoui (1996) ont adopté une approche différente dans laquelle les phases prédominantes étaient identifiées par la DRX et estimées quantitativement par les éléments du bilan de masse. Un programme de quantification des argiles en mélange dans les sols dit "Quantarg 1" a été utilisé par Bouabid et Badraoui (1996). Les compositions chimiques des fractions argileuses sont liées aux compositions élémentaires des argiles présentes dans l'échantillon par des ensembles d'équations simultanées du type:

$$a_i x + b_i y + c_i z = 100 k_i \quad (2)$$

Où  $a_i$ ,  $b_i$  et  $c_i$ , sont les pourcentages de l'élément  $i$  dans les phases minérales  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , et  $k_i$  représente le % de l'élément  $i$  dans le mélange de ces argiles dans la fraction argileuse.  $x$ ,  $y$  et  $z$  sont les proportions des phases minérales  $X$ ,  $Y$ , et  $Z$  en mélange. Ces auteurs employaient le maximum et le minimum des éléments ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $Fe_2O_3$ , etc.) publiés pour  $a_i$ ,  $b_i$ , et  $c_i$  avec des valeurs mesurées de  $k_i$ .

\* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202 Rabat MAROC.

\*\* Institut Nationale de la Recherche Agronomique, Unité de Science du Sol, route de Saint Cyr, 78026 Versailles cedex FRANCE

Ainsi, la méthode des bilans de masse pour la quantification des minéraux argileux est une méthode qui met en jeu:

- Des paramètres connus relatifs aux valeurs limites des teneurs en éléments chimiques et/ou les valeurs limites de certaines caractéristiques des minéraux argileux telles que la CEC et la surface spécifique. Ces paramètres sont représentés à l'aide d'une matrice M.

L'illustration est faite à l'aide d'un exemple qui met en jeu quatre minéraux argileux qui sont la kaolinite, l'illite, les Smectites, et le quartz comme résultat de l'identification par DRX. Les éléments chimiques qui seront utilisés sont  $SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, K_2O, H_2O$  en plus de la CEC.

$$M \Leftrightarrow \begin{pmatrix} \text{Illite} & \text{Kaolinite} & \text{Smectite} & \text{Quartz} & e \\ Si & 42-53 & 48-51 & 50-65 & 100 \\ Al & 23-39 & 46-50 & 21-38 & 0 \\ Fe & 0-17 & 0-3 & 0-14 & 0 \\ Mg & 0-6 & 0-1 & 0-8 & 0 \\ K & 8-19 & 0-1 & 0-3 & 0 \\ Na & 0-2 & 0-2 & 0-5 & 0 \\ CEC & 10-30 & 0-10 & 70-150 & 0 \end{pmatrix}$$

- La teneur des mêmes éléments chimiques et/ou les caractéristiques ci-dessus de la fraction argileuse du sol étudié. Ces teneurs sont représentées à l'aide d'un vecteur Y.

$$Y \Leftrightarrow \begin{pmatrix} \%Si \\ \%Al \\ \%Fe \\ \%Mg \\ \%K \\ \%Na \\ CEC \end{pmatrix}$$

L'estimation des proportions relatives des différents minéraux (vecteur X) argileux se fait alors en résolvant un ensemble d'équations simultanées de la manière suivante:

$$Y \Leftrightarrow \begin{pmatrix} \% \text{ Illite} \\ \% \text{ Kaolinite} \\ \% \text{ Smectite} \\ \% \text{ Quartz} \end{pmatrix}$$

Exemple :

$$\begin{pmatrix} \text{Illite} & \text{Kaolinite} & \text{Smectite} & \text{Quartz} & e \\ Si & 42-53 & 48-51 & 50-65 & 100 \\ Al & 23-39 & 46-50 & 21-38 & 0 \\ Fe & 0-17 & 0-3 & 0-14 & 0 \\ Mg & 0-6 & 0-1 & 0-8 & 0 \\ K & 8-19 & 0-1 & 0-3 & 0 \\ Na & 0-2 & 0-2 & 0-5 & 0 \\ CEC & 10-30 & 0-10 & 70-150 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \% \text{ Illite} \\ \% \text{ Kaolinite} \\ \% \text{ Smectite} \\ \% \text{ Quartz} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \%Si \\ \%Al \\ \%Fe \\ \%Mg \\ \%K \\ \%Na \\ CEC \end{pmatrix} \quad (3)$$

ou en écriture simplifiée:

$$M \times X = Y \quad (4)$$

L'inconnue dans cette équation étant le vecteur X. Ce dernier peut être obtenu avec  $M^{-1}$  l'inverse de la matrice M. Pour qu'elle soit inversée, la matrice M doit être carrée, ce qui n'est pas toujours le cas. Pour outrepasser ce problème on retient généralement le même nombre de paramètres que de minéraux argileux. Dans ce cas, la quantification se fait au détriment de la précision puisqu'on élimine une partie de l'information susceptible de discréditer des combinaisons non valables. Si le nombre de paramètres disponibles (matrice M) est inférieur au nombre de minéraux argileux, la résolution du système d'équations devient impossible.

De plus, la matrice M ne contient pas de paramètres fixes mais des intervalles de valeurs possibles de ces paramètres. Ainsi, pour obtenir une matrice de valeurs fixes il y a le choix entre: (1) Sélectionner un point au hasard à l'intérieur de chaque intervalle, ou (2) de passer en revue un ensemble de combinaisons de chaque paramètre entre son minimum et son maximum. Cependant, cette dernière alternative n'est pas efficace si on veut l'implémenter sur ordinateur puisque le nombre de combinaisons à tester augmente d'une manière exponentielle en fonction du nombre de paramètres retenus. La matrice ainsi obtenue sera inversée et multipliée par le vecteur Y. La solution retenue est celle dont la somme des valeurs du vecteur X trouvé avoisine les 100%, avec des  $X_i$  supérieurs à un seuil donné.

### 2.2.2. Méthode d'analyse quantitative indirecte basée sur le principe de la programmation linéaire

L'approche proposée repose sur le même principe du bilan de masse. Cependant, la résolution analytique est différente. Au lieu d'utiliser le principe des équations simultanées avec l'inversion de la matrice M, le principe de la programmation linéaire qui met en jeu un ensemble de contraintes et une fonction objective pour qu'une solution soit maximisée ou minimisée est adopté.

La matrice M est d'abord scindée en deux matrices à paramètres fixes, l'une formée des valeurs minimales et sera nommée  $M_{min}$ , l'autre formée des valeurs maximales et sera nommée  $M_{max}$ .

Si on reprend notre formule matricielle  $M \times X = Y$ , chaque combinaison de  $X_j$  donnant un total de 100% et satisfaisant l'inégalité suivante

$M_{min} * X \leq Y_{obs} \leq M_{max} * X$  peut être considérée comme une solution possible. Avec X le vecteur formé de  $X_j$ , et  $Y_{obs}$  le vecteur formé des résultats du bilan de masse  $Y_i$ .

En effet,  $M_{min} * X = Y_{min_i}$  donne la quantité minimale de l'élément chimique  $i$  qu'on peut observer avec les  $X_j$  testés. De même  $M_{max_i} * X = Y_{max_i}$ , donne sa quantité maximale. Pour qu'une solution X soit possible il faudrait que  $M_{min} * X \leq Y_{obs} \leq M_{max} * X$ , définissant ainsi les contraintes de notre programme linéaire:

$$M_{min} \quad \times \quad X \quad \leq \quad Y_{ob} \quad \leq \quad M_{max} \quad \times \quad X$$

$$\begin{pmatrix} \text{Illite} & \text{Kaolinite} & \text{Smectite} & \text{Quartzite} \\ \text{Si} & 42 & 48 & 50 & 100 \\ \text{Al} & 23 & 46 & 21 & 0 \\ \text{Fe} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \text{Mg} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \text{K} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \text{Na} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \text{CEC} & 10 & 0 & 70 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \% \text{ Illite} \\ \% \text{ Kaolinite} \\ \% \text{ Smectite} \\ \% \text{ Quartzite} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} \% \text{ Si} \\ \% \text{ Al} \\ \% \text{ Fe} \\ \% \text{ Mg} \\ \% \text{ K} \\ \% \text{ Na} \\ \% \text{ CEC} \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} \text{Illite} & \text{Kaolinite} & \text{Smectite} & \text{Quartzite} \\ \text{Si} & 53 & 51 & 65 & 100 \\ \text{Al} & 39 & 50 & 38 & 0 \\ \text{Fe} & 17 & 3 & 14 & 0 \\ \text{Mg} & 6 & 1 & 8 & 0 \\ \text{K} & 19 & 1 & 3 & 0 \\ \text{Na} & 2 & 2 & 5 & 0 \\ \text{CEC} & 30 & 10 & 150 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \% \text{ Illite} \\ \% \text{ Kaolinite} \\ \% \text{ Smectite} \\ \% \text{ Quartzite} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Ce qui revient à résoudre le système d'équations linéaires suivant:

$$\begin{cases} \% \text{Illite} \times 42 + \text{Kaolinite} \times 48 + \% \text{Smectite} \times 50 + \% \text{Quartzite} \times 100 \leq \% \text{Si} \\ \% \text{Illite} \times 23 + \text{Kaolinite} \times 46 + \% \text{Smectite} \times 21 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{Al} \\ \% \text{Illite} \times 0 + \text{Kaolinite} \times 0 + \% \text{Smectite} \times 0 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{Fe} \\ \% \text{Illite} \times 0 + \text{Kaolinite} \times 0 + \% \text{Smectite} \times 0 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{Mg} \\ \% \text{Illite} \times 8 + \text{Kaolinite} \times 0 + \% \text{Smectite} \times 0 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{K} \\ \% \text{Illite} \times 0 + \text{Kaolinite} \times 0 + \% \text{Smectite} \times 0 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{Na} \\ \% \text{Illite} \times 10 + \text{Kaolinite} \times 0 + \% \text{Smectite} \times 70 + \% \text{Quartzite} \times 0 \leq \% \text{CEC} \\ \% \text{Illite} \times 53 + \text{Kaolinite} \times 51 + \% \text{Smectite} \times 65 + \% \text{Quartzite} \times 100 \geq \% \text{Si} \\ \% \text{Illite} \times 39 + \text{Kaolinite} \times 50 + \% \text{Smectite} \times 38 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{Al} \\ \% \text{Illite} \times 17 + \text{Kaolinite} \times 3 + \% \text{Smectite} \times 14 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{Fe} \\ \% \text{Illite} \times 6 + \text{Kaolinite} \times 1 + \% \text{Smectite} \times 8 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{Mg} \\ \% \text{Illite} \times 19 + \text{Kaolinite} \times 1 + \% \text{Smectite} \times 3 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{K} \\ \% \text{Illite} \times 2 + \text{Kaolinite} \times 2 + \% \text{Smectite} \times 5 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{Na} \\ \% \text{Illite} \times 30 + \text{Kaolinite} \times 10 + \% \text{Smectite} \times 150 + \% \text{Quartzite} \times 0 \geq \% \text{CEC} \end{cases} \quad (6)$$

A ces équations linéaires on peut ajouter certaines contraintes liées à la nature des valeurs que peuvent prendre les éléments du vecteur X. Par exemple, la valeur minimale de chaque élément correspond au seuil de détection d'un minéral argileux par la DRX (ce seuil est de l'ordre de 3%) et la valeur maximale qu'on peut trouver est 100% diminué de la somme des minima des autres minéraux présents en mélange dans la fraction argileuse considérée.

Dans certains cas on peut ajouter certaines contraintes liées à la présence d'un minéral donné. Tel est le cas de l'Illite dont le taux doit respecter la règle suivante :  $\% \text{Illite}(\%) \leq \% K \times 100 / f$ , avec  $f \in [7, 17]$  en fonction du degré d'ouverture des Illites qui est estimé par la distance à mi-hauteur du pic à 10 Å.

$$\begin{cases} \% \text{Illite} \leq \text{Minimum de } 91\% \text{ ou } \% K \times 100 / 7 \\ \% \text{Illite} \geq \text{Maximum de } 3\% \text{ ou } \% K \times 100 / 17 \\ \% \text{Kaolinite} \leq 91 \\ \% \text{Kaolinite} \geq 3 \\ \% \text{Smectite} \leq 91 \\ \% \text{Smectite} \geq 3 \\ \% \text{Quartzite} \leq 91 \\ \% \text{Quartzite} \geq 3 \end{cases}$$

Pour compléter notre système d'équations linéaires une fonction objective à minimiser doit être définie:

$$\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{si } Y_{\min_i} \leq Y_{\text{obs}_i} \leq Y_{\max_i} \\ \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{\min_i} - Y_{\text{obs}_i})^2}{(Y_{\max_i} - Y_{\text{obs}_i})^2} & \text{si } Y_{\min_i} > Y_{\text{obs}_i} \\ \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{\text{obs}_i} - Y_{\max_i})^2}{(Y_{\max_i} - Y_{\text{obs}_i})^2} & \text{si } Y_{\text{obs}_i} > Y_{\max_i} \end{cases} \quad (6)$$

Cette fonction donne pour un vecteur X testé la somme des écarts (en distance

vectorielle) des  $Y_{\text{obs}_i}$  par rapport aux bornes les plus proches des intervalles  $\{Y_{\min_i}, Y_{\max_i}\}$  correspondants si  $Y_{\text{obs}_i} \notin \{Y_{\min_i}, Y_{\max_i}\}$  et 0 sinon. Cette valeur est ensuite réduite à la racine carrée pour donner une estimation de l'erreur.

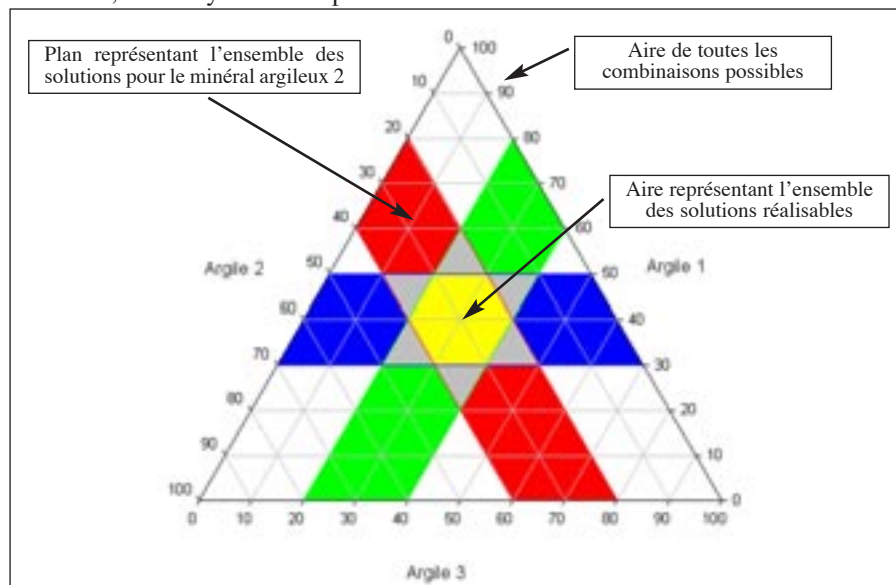
Ainsi, les solutions retenues seront celles qui auront un  $\varepsilon=0$ . Dans le cas où aucune solution n'existe, on retient celle qui a la plus petite valeur de  $\varepsilon$ . En effet, le logiciel qui met en œuvre ce modèle permet d'avoir l'ensemble des solutions pour lesquelles  $\varepsilon=0$ . Cependant, si cet ensemble est vide le logiciel fournit la solution qui possède la plus petite valeur de  $\varepsilon$ .

Rappelons que l'ensemble des solutions possibles d'un système d'équations linéaires détermine dans l'espace un ensemble convexe (appelé domaine réalisable) qui est :

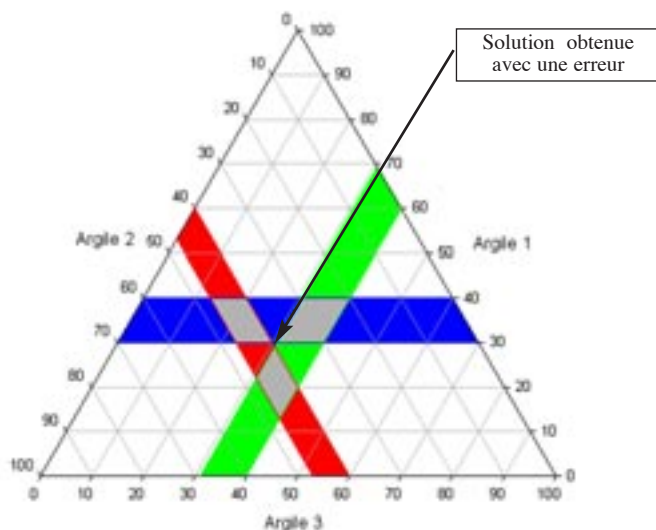
- Soit l'ensemble vide, dans le cas où aucune combinaison du vecteur X ne satisfait ces contraintes.
- Soit un polyèdre convexe, dans le cas où plusieurs combinaisons du vecteur X satisfont ces contraintes. Les valeurs minimales et maximales de chaque minérale ( $X_i$ ) ainsi obtenue définiront les plans délimitant ce polyèdre, alors que leurs moyennes indiqueront son centre de gravité. De ce fait, la moyenne ne peut être

considérée comme la solution au problème, mais comme une des solutions possibles.

Les figures 1 et 2 illustrent ce cas. La figure 1 schématise le cas où on obtient un polyèdre de solutions possibles représenté par l'intersection des solutions possibles de chaque minéral argileux pris à part. Alors que la figure 2 schématise le cas où ce polyèdre est réduit à l'ensemble vide.



**Figure 1** : Vue imagée d'un problème à trois dimensions : cas où une aire de solutions exactes est trouvée.



**Figure 2** : Vue imagée d'un problème à trois dimensions : cas où aucune solution n'est trouvée.

### 3. AVANTAGE DE LA QUANTIFICATION PAR LA PROGRAMMATION LINEAIRE PAR RAPPORT AUX EQUATIONS SIMULTANÉES

1. Possibilité d'utiliser toutes les informations disponibles sur les caractéristiques des minéraux argileux afin de diminuer l'aire de solutions réalisables. Dans le cas d'équations simultanées la quantité d'information utilisable est limitée au nombre de minéraux argileux trouvés dans l'échantillon.
2. L'algorithme fournit toujours le vecteur X qui a donné le plus petit  $\epsilon$  même si ce dernier ne satisfait pas la condition.
3. Rapidité d'exécution sur ordinateur. En effet sur un même ordinateur le logiciel utilisant la programmation linéaire teste jusqu'à 40 fois plus de combinaisons que le logiciel utilisant la résolution par les équations simultanées.

### 4. LOGICIEL D'APPLICATION DU MODELE "QUANTARG2"

Sur la base du modèle présenté ci-dessus, un logiciel informatique a été élaboré. Ce logiciel a été développé avec le langage "Pascal" sous l'environnement "Windows".

Ce logiciel se compose d'une interface conviviale (figure 3) dans laquelle on peut :

- Editer les données de bases (les matrices de contraintes).
- Sélectionner les minéraux argileux présents dans l'échantillon.
- Saisir les résultats de l'analyse chimique quantitative.
- Sélectionner l'une des deux méthodes de calcul: (i) "itération" qui teste toutes les combinaisons possibles avec un pas de 0.1%, (ii) et "combinaisons aléatoires" où on sélectionne le nombre de points à tester.
- Définir le "Seuil minimum" qui correspond à la précision de la DRX et l'"Erreur permise" qui correspond à l'erreur tolérée dans le cas d'absence de solution exacte.

- Choix du type de la simulation :
  - Simuler une combinaison de minéraux: pour estimer le pourcentage de chaque minéral argileux présent dans l'échantillon.
  - Simuler un minéral argileux : pour reconnaître à quel minéral correspond la composition chimique énoncée lorsqu'on est en présence d'une phase pure ou de résultats de microanalyse.

• Afficher les résultats des calculs.

• Les entrées du logiciel sont :

1. Les minéraux argileux identifiés dans l'échantillon par la diffraction des rayons X.
2. Les résultats de l'analyse chimique total portant essentiellement sur les éléments suivants : *Ca*, *Mg*, *K*, *Na*, *Fe*, *Si* et *Al*. Pour le cas du Fer si on ne procède pas à une élimination préalable du fer libre de l'échantillon à analyser, la valeur qui sera retenue dans le calcul correspond à la différence entre le Fer total et le Fer libre. Ce dernier peut être obtenu par la méthode du Citrate-Bicarbonate-Dithionite de sodium (Jackson, 1979).
3. Une base de données sur les caractéristiques chimiques des argiles de références (voir en annexe1). Le choix des éléments à retenir dans cette base de données est une étape très importante et peut avoir des conséquences sur la précision du résultat. Les combinaisons suivantes ont été testées :

a. Dans un premier temps les oxydes ( $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ ,  $Na_2O$ ,  $NiO$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $ZnO$ ) ont été utilisés comme caractéristiques chimiques de référence des minéraux argileux. Cependant, il a été remarqué que certains oxydes ne sont pas toujours reportés, ce qui conduit à des différences importantes dans les références bibliographiques et conduit par la suite à des variations dans les résultats.

b. Pour palier à ce problème, le choix a été porté sur la perte au feu, la CEC et sur la teneur de certains éléments chimiques simples normalisés à 100%. Ces éléments sont (*Ca*, *Mg*, *K*, *Na*, *Fe*, *Si*, *Al*).

- Les sorties représentent une analyse quantitative des minéraux argileux de l'échantillon.

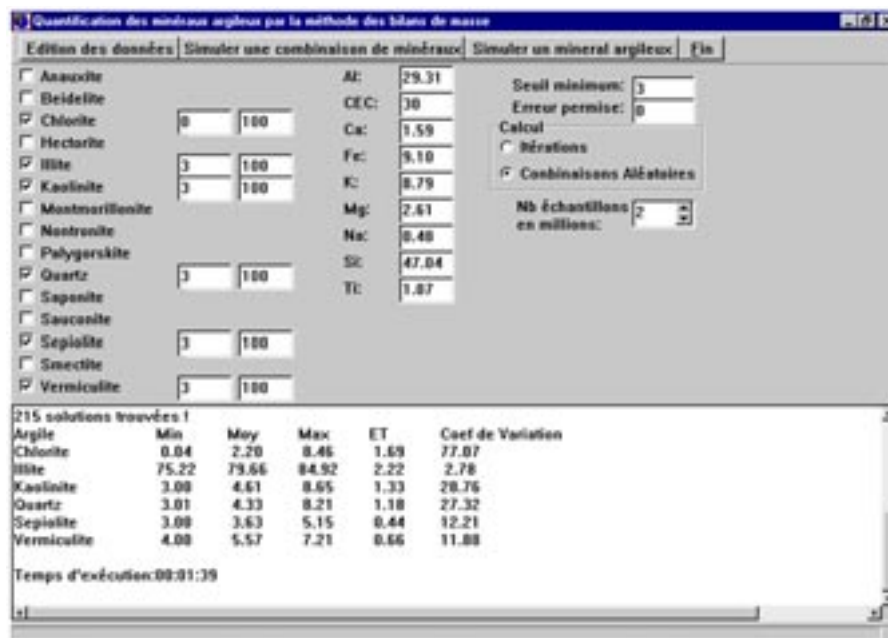


Figure 3 : Interface graphique du logiciel d'application du modèle "QuantArg2"

## 5. EXEMPLES D'EXECUTION

Les données qui seront utilisées proviennent des exemples tirés de l'article "Quantarg1" présenté par Bouabid et Badraoui (1996). Il s'agit des Vertisols du Gharb et de la Chaouia. L'identification minéralogique par la DRX a montré l'existence des

smectites, de l'illite, de la kaolinite et du quartz. En utilisant les intensités intégrées des pics des diffractogrammes de rayon-X (Badraoui, 1988) on obtient les résultats présentés dans le tableau 2:

### 5.1. Résultats de la quantification minéralogique par la méthode des bilans de masse (équations simultanées)

Horizon	Smectite	Illite	Kaolinite	Palygorskite	Quartz
M1	>70%	-	5-15%	-	-
M4	>70%	-	5-15%	-	-
M8	>70%	-	5-15%	5-15%	-
M10	>70%	-	5-15%	5-15%	-
M16	>70%	trace	5-15%	-	5-15%
M17	>70%	trace	5-15%	-	5-15%

Tableau 1 : Composition minéralogique semi-quantitative des argiles d'échantillons de vertisol de la Chaouia (M1, M4, M8 et M10) et du Gharb (M16 et M17) estimée à partir des intensités intégrées des diffractogrammes de rayon-X (Badraoui, 1988).

Le tableau suivant montre les résultats des analyses chimiques effectuées sur les argiles étudiées (Badraoui, 1988).

Echantillon	SiO2 (%)	Al2O3 (%)	Fe2O3 (%)	MgO (%)	K2O (%)	H2O (%)	CEC (méq/100g)
M1	52.12	24.51	6.12	3.41	0.69	9.75	103.7
M4	51.68	23.31	6.99	3.31	0.05	10.87	117.1
M8	55.03	20.85	4.66	2.59	0.82	13.19	108.8
M10	54.85	21.26	4.96	3.47	0.64	11.85	98.1
M16	56.6	22.28	1.9	3.28	0.25	13.77	95.3
M17	58.49	22.67	2.04	2.59	0.13	11.77	90.8

Tableau 2 : Composition chimique des argiles d'échantillons de vertisol de la Chaouia (M1, M4, M8 et M10) et du Gharb (M16 et M17) (Badraoui, 1988).

L'analyse de ces argiles au DRX à montré que les échantillons M1 et M4 sont constitués de deux phases minérales, que les échantillons M8 et M10 en ont trois et que les échantillons M16 et M17 en ont quatre. Ceci nous a conduit à utiliser, dans cette analyse, respectivement deux, trois ou quarts propriétés physico-chimiques qui sont :

- Dans le cas de deux phases minérales SiO<sub>2</sub> (%) et Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%).
- Dans le cas de trois phases minérales SiO<sub>2</sub> (%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) et Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%).
- Dans le cas de quarts phases minérales SiO<sub>2</sub> (%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) et K<sub>2</sub>O (%).

Le tableau 3 reprend les résultats de la quantification par cette méthode. On y trouve pour chaque échantillon et pour chaque minéral argileux le constituant le minimum, la moyenne et le maximum des proportions qui solutionnent le système d'équations.

### 5.2. Résultats de la quantification minéralogique par la méthode des bilans de masse (Programmation linéaire)

Avec cette méthode on peut utiliser toutes les propriétés physico-chimiques dont on dispose quel que soit le nombre de phases minérales contenues dans l'échantillon. Ces propriétés physico-chimiques sont SiO<sub>2</sub> (%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%), MgO (%), K<sub>2</sub>O (%), H<sub>2</sub>O (%) et la CEC (méq/100g).

Le tableau 4 reprend les résultats de la quantification par cette méthode. On y trouve pour chaque échantillon et pour chaque minéral argileux le constituant le minimum, la moyenne et le maximum des proportions qui minimisent la fonction objective énoncée ci dessus.

### 5.3. Comparaison des résultats des deux méthodes

L'utilisation de l'ensemble des propriétés physico-chimiques dont on dispose dans la deuxième méthode (programmation linéaire) a eu comme conséquence l'amélioration de la précision des résultats par rapport à la première méthode (équations simultanées). En effet on s'aperçoit que:

- L'amplitude intervalle a été réduite en moyenne de moitié (47%), avec un maximum de 80% dans le cas de l'Illite, parce qu'on n'a pas tenu

Horizon	Smectites			Illite			Kaolinite			Palygorskite			Quartz		
	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max
M1F	50	73	97	-	-	-	3	27	51	-	-	-	-	-	-
M4F	45	71	97	-	-	-	3	29	55	-	-	-	-	-	-
M8F	8	42	94	-	-	-	3	18	42	3	40	84	-	-	-
M10F	9	43	94	-	-	-	3	18	43	3	39	82	-	-	-
M16	11	52	91	3	5	8	3	28	60	-	-	-	3	16	27
M17	10	50	91	3	4	4	3	28	61	-	-	-	4	18	29

**Tableau 3:** Composition minéralogique semi-quantitative des argiles d'échantillons de vertisol de la Chaouia (M1F, M4F, M8F et M10F) et du Gharb (M16 et M17) estimée par la méthode des équations simultanées.

Horizon	Smectites			Illite			Kaolinite			Palygorskite			Quartz		
	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max	min	moy	max
M1F	71	84	97	-	-	-	3	16	29	-	-	-	-	-	-
M4F	77	87	97	-	-	-	3	13	23	-	-	-	-	-	-
M8F	58	74	94	-	-	-	3	11	25	3	15	36	-	-	-
M10F	45	67	94	-	-	-	3	13	30	3	20	50	-	-	-
M16	60	71	90	3	5	6	3	13	30	-	-	-	3	11	25
M17	58	71	91	3	3	3	3	12	29	-	-	-	3	14	26

**Tableau 4 :** Composition minéralogique semi-quantitative des argiles d'échantillons de vertisol de la Chaouia (M1F, M4F, M8F et M10F) et du Gharb (M16 et M17) estimée par la méthode de la programmation linéaire.

Horizon	Smectites		Illite		Kaolinite		Palygorskite		Quartz	
	ET	Amplitude	ET	Amplitude	ET	Amplitude	ET	Amplitude	ET	Amplitude
M1F	46%	45%	-	-	46%	46%	-	-	-	-
M4F	61%	62%	-	-	61%	62%	-	-	-	-
M8F	64%	58%	-	-	41%	44%	57%	59%	-	-
M10F	51%	42%	-	-	30%	33%	41%	41%	-	-
M16	62%	63%	28%	29%	60%	53%	-	-	4%	8%
M17	59%	59%	74%	80%	61%	55%	-	-	13%	8%

**Tableau 5:** Comparaison des deux méthodes d'analyse quantitative : Réduction de l'écart type (ET) et de l'amplitude lorsqu'on passe de la méthode des équations simultanées à celle de la programmation linéaire.

compte dans la première méthode de la contrainte qui la lie à la teneur en potassium ( , avec f (E [7,17]) et un minimum de 8% avec le Quartz.

- Une réduction moyenne de l'écart type de moitié (48%), du même ordre que la réduction de l'amplitude.
- On remarque aussi que les valeurs moyennes des teneurs des différents minéraux diffèrent entre les deux méthodes puisque la réduction de l'intervalle des valeurs possibles se fait d'une manière asymétrique.

## 6. TEST ET VERIFICATION DES RESULTATS DU PROGRAMME

Afin de tester la validité de la méthode, nous avons réalisé quelques échantillons à partir d'argiles de références. Ces échantillons ont été broyés, séchés à 110 °C puis analysés à la fluorescence X.

On a procédé ensuite à une quantification des minéraux argileux de ces mélanges (i) d'une part en utilisant comme intervalle de valeurs possibles

de la composition des argiles de références celle contenue dans la bibliographie (en annexe1), et d'autre part (ii) en utilisant la composition des argiles de références analysées. Les valeurs minimales et maximales des propriétés de chaque minéral argileux ont été calculées sur la base de la moyenne des analyses obtenues par la fluorescence X à laquelle on a retranché (ou ajouté) l'intervalle de confiance de ces valeurs à un niveau de probabilité de 5%(voir annexe2).

Des tableaux 6 et 7, il est remarqué les résultats de la quantification des minéraux argileux par la méthode des bilans de masses et plus particulièrement par la programmation linéaire sont sensibles aux valeurs de la composition des argiles de références (matrices paramètres Min-Max) utilisées dans l'analyse.

- Dans l'exemple traité l'utilisation de la matrice des paramètres (Min-Max) issus des mesures expérimentales

donne une moyenne des résultats avec un écart moyen de 3 points par rapport au mélange d'origine.

- Alors que l'utilisation de la matrice paramètres (Min-Max) issus de la

bibliographie donne une moyenne des résultats avec un écart moyen de 12 points par rapport au mélange d'origine.

- Le gain ainsi obtenu est de l'ordre de 9 points.

### 6.1. Echantillons testés

Echantillon	Référence	mélange (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
1	Kga-2 (kaolinite)	100	44.33	39.69	1.11	-	-	12.54	-	-	-	0.04	2.27
2	SWY-1 (montmorillonite)	100	60.73	18.95	3.93	2.61	0.46	10.86	1.46	0.02	0.87	0.03	0.14
3	SWY-1 + KGa-2	50 / 50	52.51	29.92	2.44	1.28	0.21	11.47	0.68	-	0.17	0.03	1.26
4	KaCal (kaolinite)	100	45.32	39.48	0.25	0.14	0.06	13.12	0.10	-	-	0.04	1.56
5	SWY-1 + KGa-2	25 / 75	45.09	33.53	1.64	0.42	0.10	17.23	0.24	-	0.20	0.04	1.67
6	PFL-1 (palygorskite)	100	58.94	9.76	3.35	9.59	0.66	14.43	1.85	0.03	-	0.80	0.51
7	SWY-1 + Kga-2 + PFL-1	25 / 25 / 50	53.4	19.73	2.81	5.44	0.45	15.54	1.19	0.02	0.31	0.65	0.72
8	VTx-1 (vermiculite)	100	22.38	3.54	0.15	32.50	-	29.97	11.40	0.04	-	-	0.11
9	SWY-1 + Vtx-1 + KaCal	25 / 50 / 25	36.58	15.00	1.30	17.80	0.11	22.23	6.58	0.02	-	0.02	0.45
10	Providencia / Bentonite (beidellite)	100	53.64	21.85	3.40	2.20	0.65	15.55	1.06	-	1.50	-	0.23
11	Illite	100	58.57	20.09	5.64	1.79	4.67	6.91	0.78	0.07	0.16	0.20	0.94
12	SWY-1 + Illite + Kga-2 + VTx-1	40 / 30 / 20 / 10	51.44	22.9	3.65	3.23	1.48	14.6	1.33	0.03	0.44	0.12	0.83

Tableau 6 : Composition en argiles de références et résultat de l'analyse chimique totale des échantillons testés

### 6.2. Résultats de la quantification minéralogique par la méthode du programme linéaire.

Echantillon	Référence	mélange (%)	Avec les matrices paramètres			Avec les matrices paramètres		
			Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum
3	SWY-1	50	53	61	69	38	45	53
	KGa-2	50	32	39	47	48	55	62
5	SWY-1	25	15	17	19	21	26	32
	KGa-2	75	82	84	86	68	74	79
7	SWY-1	25	17	49	37	17	23	32
	Kga-2	25	3	16	94	23	27	32
	PFL-1	50	3	35	67	46	50	53
9	SWY-1	25	13	16	20	6	22	37
	Vtx-1	50	78	80	84	47	55	63
	KaCal	25	3	4	7	15	23	33
12	SWY-1	40	23	53	91	28	42	56
	Illite	30	3	19	37	22	30	37
	Kga-2	20	3	19	44	18	23	29
	VTx-1	10	3	9	17	4	5	8

Tableau7 : Résultats de la quantification minéralogique par la méthode du programme linéaire.

## ANNEXES

**Annexe 1 :** Intervalles de valeurs possibles des fractions d'éléments chimiques normalisées à 100% pour chaque minéral (données issus de la bibliographie)

	<i>Chlorite</i>	<i>Saponite</i>	<i>Hectorite</i>	<i>Sepiolite</i>	<i>Nontronite</i>	<i>Sauconite</i>	<i>Palygorskite</i>	<i>Vermiculite</i>
<b>Min Al</b>	10.89%	4.79%	0.00%	0.36%	6.57%	14.73%	11.30%	12.76%
<b>Max Al</b>	14.38%	13.27%	1.37%	2.66%	6.57%	24.18%	18.08%	17.24%
<b>Min Ca</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.42%	3.69%	1.88%	2.93%	0.07%
<b>Max Ca</b>	2.02%	5.04%	1.56%	9.50%	3.69%	6.46%	14.68%	0.71%
<b>Min Fe</b>	3.51%	0.00%	0.05%	0.00%	46.49%	0.93%	3.72%	10.28%
<b>Max Fe</b>	39.42%	32.30%	1.25%	6.48%	46.49%	8.16%	6.45%	18.71%
<b>Min K</b>	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%
<b>Max K</b>	0.00%	0.68%	0.82%	0.06%	0.00%	0.97%	0.21%	0.10%
<b>Min Mg</b>	18.70%	15.58%	33.90%	28.34%	0.72%	2.01%	8.32%	29.94%
<b>Max Mg</b>	48.69%	40.32%	37.38%	35.57%	0.72%	3.22%	15.15%	32.97%
<b>Min Na</b>	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%
<b>Max Na</b>	0.40%	0.47%	5.19%	0.62%	0.00%	1.38%	1.40%	0.69%
<b>Min Si</b>	29.35%	42.12%	58.02%	59.50%	42.47%	61.57%	53.62%	37.89%
<b>Max Si</b>	35.18%	55.67%	60.44%	62.88%	42.47%	74.64%	64.82%	38.65%
<b>Min Ti</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	0.11%	0.00%	0.00%
<b>Max Ti</b>	0.00%	0.66%	0.17%	0.00%	0.05%	0.82%	0.85%	0.00%

**Annexe 2 :** Intervalles de valeurs possibles des fractions d'éléments chimiques normalisées à 100% pour les minéraux analysés par microscope électronique.

	<i>Beidelite</i>	<i>Chlorite</i>	<i>Illite</i>	<i>Kaolinite</i>	<i>Montmorillonite</i>
<b>Min Al</b>	35.68%	17.88%	25.11%	46.02%	21.83%
<b>Max Al</b>	41.27%	29.95%	41.43%	51.57%	38.39%
<b>Min Ca</b>	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Max Ca</b>	1.09%	0.90%	1.40%	0.19%	2.01%
<b>Min Fe</b>	6.45%	0.00%	0.75%	2.04%	0.67%
<b>Max Fe</b>	8.17%	36.89%	12.85%	5.32%	13.88%
<b>Min K</b>	0.21%	0.00%	6.82%	0.00%	0.13%
<b>Max K</b>	2.60%	5.11%	16.48%	0.68%	4.79%
<b>Min Mg</b>	2.48%	0.61%	0.00%	0.11%	0.00%
<b>Max Mg</b>	2.97%	43.91%	6.21%	0.73%	12.07%
<b>Min Na</b>	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>Max Na</b>	0.39%	1.05%	2.02%	0.12%	0.97%
<b>Min Si</b>	46.92%	24.83%	40.78%	46.45%	43.34%
<b>Max Si</b>	51.49%	40.36%	48.06%	46.97%	62.52%

## Références bibliographiques

- Badraoui, M. 1988. Mineralogy and Potassium availability in soils from the Chaouia and the Gharb regions of Northwestern Morocco. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, USA.
- Bouabid, R et Badraoui, M. 1996. Quantarg1: un modèle pour la quantification des minéraux argileux dans les sols et les sédiments. Hommes, Terre et Eaux, 101: 48-56.
- Bouabid R. 1987. Caractérisation minéralogique des argiles de sols en relation avec la fixation du potassium. Mémoire de 3ème cycle. IAV Hassan II, Rabat.
- Briant L. and Davis, Ph.D. 1988. Reference intensity method of quantitative X-Ray diffraction analysis. Davis consulting. Rapid city, South Dakota.
- Brindley, G.W. 1980. Quantitative X-Ray mineral analysis of clays. In crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification (Brindley, G.W. and Brown G. eds.) Mineralogical Society Memo. N° 5, London.
- Brindley, G.W. and Brown, G. 1980. Crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification. Mineralogical Society Memo. N° 5, London.
- Charles E. Weaver & Lin D. Pollars. 1973. Chemistry of Clay Minerals. 213p
- Crum, J.R. 1984. Soils and till stratigraphy of west-central Minnesota. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, USA.
- Deer, Howie and Zussman. 1962. Rock Forming Minerals. Volume 3, Sheet Minerals. Longmans. 270p
- Erno Nemezc. Akademiai Kiado. 1981. Clay minerals.. Budapest
- Hodgson, M.A. and Dudeney, W.L. 1984. Estimation of Clay proportions in mixtures by X-Ray diffraction and computerized chemical mass balance. Clays and clay Miner. 32:19-28.
- Hussey, G.A. 1972. Use of simultaneous linear equation program for quantitative clay analysis. Ph.D. Thesis. Pennsylvania State University, USA.
- McNeal, B.L. and Sansoterra, T. 1964. Mineralogical examination of arid land soils Soil Sci. 97:367-375.
- Jackson, M. L. 1979. Soil Chemical Analysis -- Advanced Course. 2nd Edition, Published by the Author, Madison, Wis. 53705
- Pearson, M.J. 1978. Quantitative clay mineralogical analysis from bulk chemistry of sedimentary rocks. Clays and clay Miner. 26 :423-433.
- Robert, J.M. 1974. X-ray diffraction and chemical technique for quantitative soil clay mineral analysis. Ph.D. Thesis. Pennsylvania State University, USA.

## 7. CONCLUSION

Outre le gain en précision dû à l'amélioration de la performance de la méthode de programmation linéaire sur ordinateur, l'amélioration des résultats de quantification par cette méthode est tributaire de plusieurs facteurs :

- Le nombre de propriétés physico-chimiques utilisées dans l'analyse : plus ce nombre est élevé plus les résultats sont précis.
- L'intervalle de valeurs possibles de la composition des argiles de références: plus cet intervalle est restreint plus les résultats sont précis. Dans la bibliographie ils sont en général large puisqu'ils traitent des valeurs possibles d'une propriété donnée pour un minéral argileux donné à travers le monde. Cependant si on se limite aux minéraux argileux se trouvant dans la zone d'étude, les résultats ne peuvent être que plus précis.

- La mesure des propriétés physico-chimiques de l'échantillon: une erreur dans la quantification de ces propriétés peut faire varier d'une manière significative les résultats. Ainsi il serait préférable de réaliser plusieurs mesures et d'utiliser leur moyenne.
- L'utilisation de contraintes qui lient les propriétés physico-chimiques aux minéraux, comme celle qui lie l'illite au potassium, peut discriminer ces minéraux d'une manière précise.
- L'utilisation de propriétés physico-chimiques propre à un minéral donné peut le discriminer d'une manière précise.



# “QuantArg2”: Un modèle linéaire de quantification des minéraux argileux des sols

## Partie 2: Application de la microanalyse à la quantification des minéraux argileux des sols

M. Lahlou\*, M. Badraoui\*, D. Tessier\*\* & F. Elsass\*\*

### INTRODUCTION

Dans la première partie de ce travail la matrice des coefficients relatifs à la composition chimique des argiles a été tiré de références publiées sur les argiles de référence connues. Cependant, les argiles de sols peuvent ne pas avoir la même composition chimique que les argiles de référence. C'est pour cette raison que l'utilisation de la composition chimique des argiles présentes dans l'échantillon de sols à l'étude permet d'avoir plus de précision dans les résultats de la quantification. Cette démarche constitue l'objectif principal de cette partie.

### MATERIEL ET METHODES

#### Origine des sols

Les sols étudiés proviennent de deux périmètres irrigués au Maroc, Les Doukkala et le Tadla. Et deux horizons différents l'horizon 0-20cm et l'horizon 20-40cm.

Les échantillons de Doukkala (Doukkala 0-20 et Doukkala 20-40) proviennent de parcelles étudiées par Ben Guedour (1999) et pour lesquelles il a effectué un suivi des régimes hydriques et salins au courant de la campagne agricole (1998-1999). Toutes ces parcelles sont situées dans le casier de Sidi Bennour, CDA 330. Le sol est du type Faïd (peu évolué d'apport alluvial).

Les échantillons de Tadla (Tadla 0-20 et Tadla 20-40) proviennent de la ferme d'application de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, située dans la partie aval des Beni Amir. Le sol est du type Hamri (brun isohumique).

#### Extraction de la fraction argileuse

La décarbonatation a été réalisée par l'Acétate de sodium à pH=5. La procédure est comme suit : 50 g de sol sont mélangés à 500 ml d'une solution 1 M d'acétate de sodium (acide acétique)

à pH 5. Le mélange est placé ensuite dans un bain-marie à 80°C et agité de temps en temps pendant une demi-heure. Par la suite, le mélange est centrifugé à 2000 t/min pendant 10 min et le surnageant éliminé.

Ces opérations ont été répétées trois fois.

A la fin de la troisième série le culot est mélangé à l'eau déminéralisée, centrifugé à 2000 t/min pendant 10 min.

Cette dernière opération permet de laver le sol de l'excès d'acétate de sodium.

Le sol décarbonaté est mis en suspension avec de l'eau déminéralisée, puis centrifugé à 800 t/min pendant 3 min (exactement). Le surnageant se trouvant à 5 cm au-dessus du culot est récupéré. Cette opération a été répétée jusqu'à ce que le surnageant devienne limpide (sans particules argileuses).

Une pincée de chlorures de calcium permet de précipiter la fraction argileuse au fond du récipient afin d'éliminer le surnageant et concentrer la suspension d'argile.

La fraction argileuse récupérée a été mélangée avec 100 à 400 ml d'une solution 1 M de CaCl<sub>2</sub>, selon la quantité d'argile présente. Le mélange a été placé en agitation mécanique durant 4 h minimum avant de procéder à une centrifugation à 2000 t/min pendant 10 min. Le surnageant est éliminé. Ces opérations ont été répétées trois fois.

L'élimination de l'excès de chlorures a été faite de la manière suivante : Le culot récupéré a été mélangé à l'eau déminéralisée, puis placé en agitation mécanique durant 1 h. Par la suite, le mélange a été centrifugé à 2000 t/min pendant 10 min. Le surnageant est éliminé. Cette opération a été également répétée trois fois.

La fraction argileuse a été caractérisée

de différentes manières. Une caractérisation chimique afin d'avoir la composition chimique totale, la CEC et les bases échangeables. Une caractérisation minéralogique par diffraction des rayons X afin de déterminer les différents minéraux argileux présents dans cette fraction. Une caractérisation au microscope électronique à transmission pour compléter les deux premières caractérisations.

Le but ultime de ces caractérisations étant l'identification et la quantification des minéraux argileux présents dans l'échantillon de sol étudié. Pour cela nous avons utilisé le logiciel cité ci-dessus.

### RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### Analyse qualitative

L'identification minéralogique a été réalisée par un diffractomètre des rayons X. Les figures suivantes présentent les diagrammes de diffraction des rayons X pour les différents échantillons.

Les figures 1 à 4 présentent pour chaque échantillon les diagrammes obtenus par diffraction des rayons X sur des dépôts orientés des fractions argileuses (< 2mm). Ces figures montrent pour les échantillons de Doukkala une prédominance de Micas (Illite) illustrée par un pic très important et très fin. Alors que dans les échantillons de Tadla on remarque l'existence de phases de minéraux simples et de minéraux interstratifié gonflant. Le tableau (1) résume par échantillon les différents minéraux argileux qui ont été identifiés sur la base des DRX.

Les DRX des échantillons de Tadla montrent en plus de la *Chlorite*, l'*Illite*, la *Kaolinite*, la *Palygorskite* et le *Quartz* l'existence d'une phase interstratifiée gonflante à base de *Smectites*.

\* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202 Rabat MAROC.

\*\* Institut Nationale de la Recherche Agronomique, Unité de Science du Sol, route de Saint Cyr, 78026 Versailles cedex FRANCE



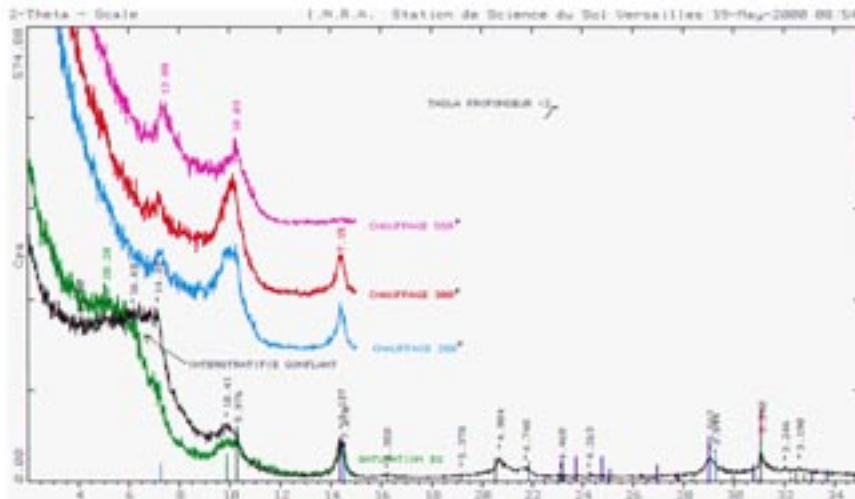


Figure 4 : Diffractomètre aux rayons X (DRX) de l'échantillon Tadla en 20-40.

Doukkalas 20-40	Doukkalas 0-20	Tadla 0-20	Tadla 20-40
Illite	Illite	Chlorite	Chlorite
Kaolinite	Kaolinite	Illite	Illite
Quartz	Montmorillonite	Kaolinite	Kaolinite
Sépiolite	Quartz	Palygorskite	Palygorskite
Vermiculite	Sépiolite	Quartz	Quartz
		Smectite	Smectite

Tableau 1 : L'identification minéralogique par la DRX

	Unité	Doukkala 0-20	Doukkala 20-40	Tadla 0-20	Tadla 20-40
Perte au feu	g/Kg	144	142	194	185
Fer libre (DEB)	g/100g	2.95	2.83	2.45	2.47
Ca tot	g/100g	0.67	0.69	1.22	1.42
Mg tot	g/100g	1.1	0.98	3.46	3.58
K tot	g/100g	3.7	3.68	1.79	1.79
Na tot	g/100g	0.2	0.2	0.06	0.06
Fe tot	g/100g	6.78	6.51	5.33	5.41
Mn tot	g/100g	4.464	4.429	6.668	6.2
Si tot	g/100g	19.79	20.22	20.12	20.1
Al tot	g/100g	12.33	12.49	9.38	9.73
Ti tot	g/100g	0.45	0.49	0.48	0.38
CEC	cMol/Kg	30	29.4	50.2	52.8
Ca échangeable	cMol/Kg	27.47	26.83	43.94	45.06
Mg échangeable	cMol/Kg	0.37	0.29	1.82	1.03
K échangeable	cMol/Kg	0.52	0.39	0.51	0.41
Na échangeable	cMol/Kg	0.13	0.1	0.08	0.07

Tableau 2 : Caractérisation chimique de la fraction argileuse des sols étudiées

## Apport de la microanalyse

### Caractérisation des minéraux observés

A l'aide d'un microscope électronique à transmission couplé à un système de microanalyse X (EDS) nous avons observé les fractions argileuses des échantillons étudiés afin de compléter éventuellement leur caractérisation. Les microanalyses ont été effectuées sur des grains isolés et apparemment 'pur'.

Les tableaux suivants (8 à 12) montrent les résultats des microanalyses qui ont été effectuées à l'Unité des Sciences du Sol de l'INRA de Versailles en France.

La classification a été réalisée par le logiciel "QuantArg". L'erreur accompagnant la classification représente une distance vectorielle séparant la composition de la particule en question des bornes les plus proches de l'intervalle des valeurs possibles de la composition des minéraux de référence. Une distance nulle signifie que les valeurs observées de la composition chimique de la particule se situent à l'intérieur des intervalles définis dans la bibliographie. La présence d'un point d'interrogation signifie que la composition analysée n'a pu être classée correctement.

Par convention nous n'allons retenir que les analyses ayant une erreur inférieure à 2.

Comme il s'agit d'un échantillon de particules on ne peut utiliser les valeurs minimales et maximales des éléments chimiques de chaque minéral comme intervalles de valeurs possibles. Cependant en supposant que la distribution de ces valeurs suit une loi normale on peut calculer des intervalles de confiance de la moyenne (à 95%) par élément chimique et par minéral qui est plus proche de la réalité de la population de particules.

### Quantification des minéraux

Les caractéristiques chimiques des argiles de références proviennent de lieux assez divers à travers le monde et le plus souvent à partir de gisements, donc sous une forme différente à celle qu'on trouve dans les sols cultivés. La microanalyse nous apporte une plus grande connaissance des minéraux argileux qu'on trouve dans des sols

	<b>Doukkala 0-20</b>	<b>Doukkala 20-40</b>	<b>Tadla 0-20</b>	<b>Tadla 20-40</b>
<b>Al</b>	29.63%	29.78%	24.11%	24.56%
<b>Ca</b>	1.61%	1.65%	3.14%	3.58%
<b>Fe</b>	9.20%	8.77%	7.40%	7.42%
<b>K</b>	8.89%	8.77%	4.60%	4.52%
<b>Mg</b>	2.64%	2.34%	8.89%	9.04%
<b>Na</b>	0.48%	0.48%	0.15%	0.15%
<b>Si</b>	47.55%	48.21%	51.71%	50.73%

**Tableau 3 :** Caractérisation en éléments chimiques simples normalisés à 100% de la fraction argileuse des sols étudiées

naturels. Par la suite sera présentée une comparaison de la quantification des minéraux argileux par le logiciel "QuantArg" en se basant sur les données de la microanalyse et ceux de la bibliographie.

Les tableaux 13 à 16 permettent de faire les remarques suivantes:

- L'utilisation de la composition des argiles obtenue par microanalyse réduit la variabilité des données (ici exprimée en terme d'amplitude ou d'écart type) d'une manière appréciable et qui atteint dans le cas de la Sépiolite 82% de la valeur de départ de l'amplitude.

Argile	Min	Moy	Max	ET
<i>Illite</i>	40.96	<b>45.15</b>	51.57	1.95
<i>Kaolinite</i>	22.44	<b>33.11</b>	41.72	3.85
<i>Quartz</i>	3.00	<b>3.78</b>	6.07	0.64
<i>Sepiolite</i>	5.28	<b>6.74</b>	8.54	0.68
<i>Vermiculite</i>	3.81	<b>11.21</b>	16.35	3.12

**Tableau 4 :** Doukkala 0-20

Argile	Min	Moy	Max	ET
<i>Illite</i>	46.67	<b>58.70</b>	70.12	5.57
<i>Kaolinite</i>	3.01	<b>19.53</b>	37.60	9.66
<i>Montmorillonite</i>	4.66	<b>13.85</b>	25.25	4.42
<i>Quartz</i>	3.00	<b>3.31</b>	4.14	0.24
<i>Sepiolite</i>	3.00	<b>4.61</b>	8.25	1.30

**Tableau 5 :** Doukkala 20-40

Argile	Min	Moy	Max	ET
<i>Chlorite</i>	3.00	<b>17.04</b>	52.32	9.43
<i>Illite</i>	7.89	<b>19.27</b>	38.57	3.83
<i>Kaolinite</i>	3.00	<b>8.66</b>	23.93	4.45
<i>Palygorskite</i>	3.00	<b>18.57</b>	61.41	11.87
<i>Quartz</i>	3.00	<b>4.82</b>	13.11	1.65
<i>Smectite</i>	3.03	<b>33.21</b>	67.89	10.74

**Tableau 6 :** Tadla 0-20

Argile	Min	Moy	Max	ET
<i>Chlorite</i>	3.00	<b>21.82</b>	61.02	12.02
<i>Illite</i>	9.03	<b>20.08</b>	40.01	4.26
<i>Kaolinite</i>	3.00	<b>9.37</b>	27.72	5.13
<i>Palygorskite</i>	3.01	<b>18.90</b>	60.21	10.17
<i>Quartz</i>	3.00	<b>4.98</b>	13.91	1.68
<i>Smectite</i>	4.66	<b>25.13</b>	69.79	10.59

**Tableau 7 :** Tadla 20-40

Min ral argileux	Erreur
<i>Anauxite</i>	14.48
<i>Beidelite</i>	14.08
<i>Chlorite</i>	11.28
<i>Hectorite</i>	46.18
<i>Illite</i>	<b>1.23</b>
<i>Kaolinite</i>	13.39
<i>Montmorillonite</i>	15.79
<i>Nontronite</i>	49.75
<i>Palygorskite</i>	28.82
<i>Quartz</i>	42.70
<i>Saponite</i>	29.89
<i>Sauconite</i>	13.02
<i>Sepiolite</i>	44.34
<i>Vermiculite</i>	33.78

**Tableau 8:** Exemple d'exécution du programme « QuantArg » sur les données d'analyse de la particule n°1 de l'échantillon « Doukkalas 0-20 »

- L'existence de minéraux inter-stratifiés peut fausser les données du problème. En effet la composition chimique d'une particule appartenant à un minéral inter-stratifié peut s'approcher de celle d'un autre minéral simple d'une autre famille, ainsi on peut classer à tort cette particule.
- L'interprétation de certains résultats a montré l'existence de certains minéraux argileux qu'on n'a pas observé avec la DRX. Par exemple dans l'échantillon des Doukkalas (Doukkala) on a détecté l'existence des Chlorites alors qu'elles n'apparaissent pas dans le DRX. Cette apparition peut être expliquée de deux manières différentes: (1) que la Chlorite existe bien dans l'échantillon

mais avec une faible proportion (<3%) qui est la limite de détection par la DRX. (2) qu'il s'agit d'une particule inter-stratifiée dont la composition chimique globale s'approche de la composition d'un Chlorite.

• L'analyse étant effectuée par le bombardement d'une particule par un faisceau d'électrons d'une certaine taille. Les particules ayant une taille inférieure à celle du faisceau ne pouvant être analysées, ou si le faisceau déborde légèrement sur une

particule les résultats des analyses seront légèrement faussés puisqu'ils contiendront en plus la composition d'autres particules atteintes par le faisceau.

Doukkalas 0-20	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si	Classification	Erreur
1	40.18	0.19	1.18	14.28	0.90	1.52	41.72	<i>Illite</i>	1.23
2	37.12	0.00	4.01	13.80	0.00	1.74	42.98	<i>Illite</i>	0.15
3	37.76	0.00	2.82	13.90	1.53	0.67	42.94	<i>Illite</i>	0.00
4	36.25	0.00	5.08	13.44	2.01	1.15	41.27	<i>Illite</i>	0.00
5	50.00	0.04	2.62	0.14	0.48	0.00	46.69	<i>Kaolinite</i>	1.04
6	36.98	0.30	5.62	9.79	1.71	0.00	45.18	<i>Illite</i>	0.00
7	47.25	0.14	4.61	0.51	0.53	0.08	46.81	<i>Kaolinite</i>	1.97
8	49.09	0.08	3.81	0.18	0.24	0.02	46.58	<i>Kaolinite</i>	1.27
9	37.41	0.19	6.40	11.05	1.73	0.45	42.77	<i>Illite</i>	0.00
10	25.08	0.44	31.71	0.44	14.34	0.00	27.90	<i>Chlorite</i>	0.00
11	15.27	0.65	7.10	2.38	20.89	0.00	53.22	<i>Saponite</i> °?	1.7
12	9.35	0.38	10.83	0.53	25.04	0.00	53.73	<i>Saponite</i>	0.00
13	28.70	0.20	27.57	3.21	11.39	0.07	28.81	<i>Chlorite</i>	0.21
15	35.96	0.04	1.52	0.22	0.00	0.16	61.85	<i>Montmorillonite</i>	0.02

**Tableau 9** : microanalyse sur l'échantillon « Doukkalas 0-20 »

Doukkalas 20-40	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si	Classification	Erreur
2	33.36	0.53	4.58	15.56	0.76	6.51	38.51	<i>Illite</i>	5.04
3	34.78	0.62	5.16	13.37	1.37	6.11	38.27	<i>Illite</i>	4.65
4	21.42	0.53	26.51	9.25	7.48	7.26	27.54	<i>Chlorite</i>	8.51
5	43.48	0.17	1.83	12.82	0.43	0.08	41.19	<i>Illite</i>	4.57
6	35.94	0.78	10.77	5.12	1.72	1.35	44.33	<i>Illite</i>	2.27
7	32.84	0.93	10.15	7.88	1.89	0.47	45.64	<i>Illite</i>	0.00
8	35.49	0.04	5.33	13.20	0.77	0.00	44.78	<i>Illite</i>	0.00
9	37.52	0.32	3.80	12.17	1.53	0.40	43.89	<i>Illite</i>	0.00
10	34.45	0.13	11.58	10.37	0.99	0.00	42.48	<i>Illite</i>	0.00
11	29.15	0.50	18.87	6.84	2.37	2.18	39.58	<i>Illite</i>	2.81
12	30.45	1.45	13.59	6.81	2.46	2.00	43.24	<i>Illite</i>	0.64
13	26.81	0.00	26.79	4.05	8.24	0.81	33.31	<i>Chlorite</i>	1.05

**Tableau 10** : microanalyse sur l'échantillon « Doukkalas 20-40 »

Tadla 0-20	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si	Classification	Erreur
1	21.76	0.30	10.02	0.99	28.52	0.76	37.54	Chlorite	0.00
2	29.45	1.20	6.89	11.51	4.31	0.86	45.60	Illite	0.00
3	37.33	0.80	6.85	1.82	2.80	0.18	49.81	Beidelite	0.01
4	39.46	0.49	7.74	0.98	2.64	0.29	48.40	Beidelite	1.81
5	26.49	1.46	11.64	5.67	6.41	0.00	47.90	50%Illite+50% Smectite ?	0.04
6	35.26	1.18	6.80	6.70	3.38	0.00	46.62	59%Illite+41% Smectite	0.01
7	27.20	1.15	11.36	2.28	7.91	0.00	49.74	Montmorillonite	0.95
8	15.93	0.84	8.09	0.68	12.02	0.43	62.00	Palygorskite	2.70
9	31.36	0.80	15.60	2.83	3.51	0.00	45.90	41%Illite+59% Smectite	0.80
10	0.54	0.00	5.81	0.00	36.84	0.00	56.81	Sépiolite	2.50
11	31.98	0.72	6.97	3.02	6.22	0.97	49.71	Smectite	0.00
12	23.99	1.54	10.36	3.49	7.34	0.06	53.03	Montmorillonite	0.58
13	19.49	1.90	5.13	2.62	12.23	0.74	56.33	Montmorillonite	4.74
14	24.34	2.15	7.11	0.79	11.01	1.28	52.58	Montmorillonite	3.44
15	29.83	1.04	5.10	2.81	7.79	0.00	53.43	Montmorillonite	0.15
16	21.75	0.86	10.02	0.99	28.51	0.24	37.53	Chlorite	0.00
17	32.98	0.32	6.01	12.93	2.47	0.47	44.46	Illite	0.00
18	31.30	1.27	8.24	2.92	6.84	0.17	49.10	Montmorillonite	0.23
19	24.64	1.94	11.24	5.26	8.54	0.70	47.15	59%Illite+41% Smectite	2.05

**Tableau 11** : microanalyse sur l'échantillon « Tadla 0-20 »

Tadla 20-40	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si	Classification	Erreur
1	29.66	0.30	5.34	14.25	5.21	0.76	44.49	Illite	0.00
2	25.95	0.45	20.90	7.26	7.86	0.15	37.32	Illite	5.93
3	26.54	0.69	27.57	4.84	9.26	0.00	31.08	Chlorite	1.84
4	20.56	0.43	14.45	3.74	27.72	0.56	32.38	Chlorite	0.74
5	25.50	0.73	13.99	6.90	15.23	0.73	36.91	Chlorite	3.90
6	24.41	0.57	16.55	4.39	16.55	0.58	36.95	Chlorite	1.39
7	14.10	4.14	3.37	7.59	13.08	6.82	50.90	?	
8	22.64	0.35	7.69	1.37	36.99	0.44	30.53	Chlorite	0.00
9	27.24	1.12	6.62	8.56	6.02	0.82	49.18	Illite	0.49
10	28.94	0.72	7.12	8.80	7.84	0.23	46.24	41%Illite+59% Smectite	1.4
11	24.03	0.34	9.89	7.79	7.55	0.61	49.64	30%Illite+70% Smectite	0.84
12	5.27	13.17	16.87	1.52	17.41	0.70	44.89	?	
13	2.99	13.00	12.80	2.86	19.41	0.00	48.93	?	
14	2.85	13.89	12.23	2.13	21.24	0.00	47.66	?	
15	18.73	0.19	11.91	10.10	6.54	0.86	51.48	61%Illite+39% Smectite	4.56
16	19.12	0.74	9.97	9.03	7.26	1.13	52.45	35%Illite+65% Smectite	3.14
17	29.97	0.11	4.29	14.81	4.20	1.14	45.28	Illite	0.00
18	37.22	0.50	5.61	4.87	2.13	1.43	47.80	42%Illite+58% Smectite	0.00
19	25.34	0.63	11.08	11.43	5.15	1.64	44.72	Illite	0.05
20	35.96	1.05	5.94	6.32	1.86	2.11	46.74	58%Illite+42% Smectite	0.00
21	22.57	0.91	8.10	11.73	7.23	2.52	46.72	55%Illite+45% Smectite	0.95
22	24.93	0.38	9.33	8.13	10.18	0.45	46.60	32%Illite+68% Smectite	3.55
23	24.88	1.03	7.39	6.77	14.69	0.28	44.83	39%Illite+61% Smectite	8.4
24	6.15	0.42	3.37	2.15	33.59	0.00	54.20	?	

**Tableau 12** : microanalyse sur l'échantillon « Tadla 20-40 »

Argile	Utilisation de données de la microanalyse X				Utilisation de données bibliographiques				Gain en précision	
	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Réduction de l'amplitude	Réduction de l'écart type
<i>Illite</i>	49.69	<b>50.73</b>	52.37	0.99	40.96	<b>45.15</b>	51.57	1.95	75%	49%
<i>Kaolinite</i>	22.67	<b>25.31</b>	28.49	2.06	22.44	<b>33.11</b>	41.72	3.85	70%	46%
<i>Quartz</i>	3.06	<b>3.32</b>	3.63	0.23	3.00	<b>3.78</b>	6.07	0.64	81%	64%
<i>Sepiolite</i>	7.28	<b>7.52</b>	7.88	0.23	5.28	<b>6.74</b>	8.54	0.68	82%	66%
<i>Vermiculite</i>	10.35	<b>13.12</b>	14.62	1.67	3.81	<b>11.21</b>	16.35	3.12	66%	46%

Tableau 13 : quantification des minéraux dans l'échantillon Doukkalas 0-20 cm

Argile	Utilisation de données de la microanalyse X				Utilisation de données bibliographiques				Gain en précision	
	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Réduction de l'amplitude	Réduction de l'écart type
<i>Illite</i>	50.32	<b>62.28</b>	70.27	4.21	46.67	<b>58.70</b>	70.12	5.57	15%	24%
<i>Kaolinite</i>	3.01	<b>11.83</b>	29.00	6.40	3.01	<b>19.53</b>	37.60	9.66	25%	34%
<i>Montmorillonite</i>	6.11	<b>16.71</b>	25.83	3.63	4.66	<b>13.85</b>	25.25	4.42	4%	18%
<i>Quartz</i>	3.00	<b>3.36</b>	4.22	0.27	3.00	<b>3.31</b>	4.14	0.24	-7%	-13%
<i>Sepiolite</i>	3.00	<b>5.83</b>	7.96	1.29	3.00	<b>4.61</b>	8.25	1.30	6%	1%

Tableau 14 : quantification des minéraux dans l'échantillon Doukkalas 20-40 cm

Argile	Utilisation de données de la microanalyse X				Utilisation de données bibliographiques				Gain en précision	
	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Réduction de l'amplitude	Réduction de l'écart type
<i>Chlorite</i>	3.00	<b>12.25</b>	40.19	6.75	3.00	<b>17.04</b>	52.32	9.43	25%	28%
<i>Illite</i>	15.28	<b>22.22</b>	36.44	2.99	7.89	<b>19.27</b>	38.57	3.83	31%	22%
<i>Kaolinite</i>	3.00	<b>7.24</b>	18.43	3.38	3.00	<b>8.66</b>	23.93	4.45	26%	24%
<i>Palygorskite</i>	12.57	<b>23.23</b>	56.23	8.05	3.00	<b>18.57</b>	61.41	11.87	25%	32%
<i>Quartz</i>	3.00	<b>4.35</b>	9.11	1.17	3.00	<b>4.82</b>	13.11	1.65	40%	29%

Tableau 15 : quantification des minéraux dans l'échantillon Tadla 0-20 cm

Argile	Utilisation de données de la microanalyse X				Utilisation de données bibliographiques				Gain en précision	
	Min	Moy	Max	ET	Min	Moy	Max	ET	Réduction de l'amplitude	Réduction de l'écart type
<i>Chlorite</i>	3.00	<b>16.65</b>	45.20	9.37	3.00	<b>21.82</b>	61.02	12.02	27%	22%
<i>Illite</i>	14.35	<b>23.50</b>	35.89	3.39	9.03	<b>20.08</b>	40.01	4.26	30%	20%
<i>Kaolinite</i>	3.00	<b>7.83</b>	22.01	3.95	3.00	<b>9.37</b>	27.72	5.13	23%	23%
<i>Palygorskite</i>	16.02	<b>27.01</b>	53.71	7.19	3.01	<b>18.90</b>	60.21	10.17	34%	29%
<i>Quartz</i>	3.00	<b>4.52</b>	10.19	1.22	3.00	<b>4.98</b>	13.91	1.68	34%	27%

Tableau 16 : quantification des minéraux dans l'échantillon Tadla 20-40 cm

### Références bibliographiques

- Badraoui, M. 1988. Mineralogy and Potassium availability in soils from the Chaouia and the Gharb regions of Northwestern Morocco. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, USA.
- Bouabid, R et Badraoui, M. 1996. Quantargl: un modèle pour la quantification des minéraux argileux dans les sols et les sédiments. Hommes, Terre et Eaux, 101: 48-56.
- Bouabid R. 1987. Caractérisation minéralogique des argiles de sols en relation avec la fixation du potassium. Mémoire de 3ème cycle. IAV Hassan II, Rabat.
- Briant L. and Davis, Ph.D. 1988. Reference intensity method of quantitative X-Ray diffraction analysis. Davis consulting, Rapid city, South Dakota.
- Brindley, G.W. 1980. Quantitative X-Ray mineral analysis of clays. In crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification (Brindley, G.W. and Brown G. eds.) Mineralogical Society Memo. N° 5, London.
- Brindley, G.W. and Brown, G. 1980. Crystal structure of clay minerals and their X-Ray identification. Mineralogical Society Memo. N° 5, London.
- Charles E. Weaver & Lin D. Pollars. 1973. Chemistry of Clay Minerals. 213p
- Crum, J.R. 1984. Soils and till stratigraphy of west-central Minnesota. Ph.D. Thesis. University of Minnesota, USA.
- Deer, Howie and Zussman. 1962. Rock Forming Minerals. Volume 3, Sheet Minerals. Longmans. 270p
- Erno Nemezc. Akademiai Kiado. 1981. Clay minerals.. Budapest
- Hodgson, M.A. and Dudeney, W.L. 1984. Estimation of Clay proportions in mixtures by X-Ray diffraction and computerized chemical mass balance. Clays and clay Miner. 32:19-28.
- Hussey, G.A. 1972. Use of simultaneous linear equation program for quantitative clay analysis. Ph.D. Thesis. Pennsylvania State University, USA.
- McNeal, B.L. and Sansoterra, T. 1964. Mineralogical examination of arid land soils Soil Sci. 97:367-375.
- Jackson, M. L. 1979. Soil Chemical Analysis -- Advanced Course. 2nd Edition, Published by the Author, Madison, Wis. 53705
- Pearson, M.J. 1978. Quantitative clay mineralogical analysis from bulk chemistry of sedimentary rocks. Clays and clay Miner. 26 :423-433.
- Robert, J.M. 1974. X-ray diffraction and chemical technique for quantitative soil clay mineral analysis. Ph.D. Thesis. Pennsylvania State University, USA.

### CONCLUSION

L'utilisation des données de la microanalyse réduit d'une manière significative l'intervalle des valeurs possibles pour chaque minéral. En plus, le nouvel intervalle constitue un sous-

ensemble du premier intervalle obtenu par les données bibliographiques. Les données d'analyse chimique utilisées sont plus précises et correspondent aux minéraux argileux présents dans le sol étudié.

## SPÉCIAL ECHANGE MEDITERRANEENS POUR L'EAU, LA FORET ET LE DEVELOPPEMENT COMITE MAROCAIN

*Créée en Juin 2000, L'association «Echanges Méditerranéens, pour l'eau, la forêt et le développement» regroupe des experts et ingénieurs opérant dans les domaines du Génie Rural, des Eaux et des Forêts et appartenant aux différents pays du pourtour méditerranéen. Elle a pour objectif la mise en commun des connaissances et de l'expérience de ses membres dans les secteurs de l'eau, de la forêt et d'une manière générale, de toutes les disciplines qui concourent au développement rural et à la gestion des ressources naturelles.*

*Cette Association, grâce au sérieux et à la compétence professionnelle de son bureau et des ses adhérents, a su s'imposer à l'échelle du Bassin Méditerranéen, sur les thèmes en relation avec l'Eau, la forêt et le développement.*

*Cette Association a organisé trois «rencontres» sous forme de voyages d'études (France, Espagne et Tunisie) sur des sujets techniques intéressant son domaine d'activité. Ces rencontres ont connu un succès et une participation importante.*

*Les rencontres, organisées au Maroc du 4 au 11 mai 2004, traitent des thèmes en relation avec la gestion participative des aménagements hydro-agricoles, l'économie de l'eau et le développement rural et forestier. Une cinquantaine d'ingénieurs du domaine du Génie Rural, des Eaux et Forêts, et une vingtaine de personnes accompagnantes provenant des différents pays méditerranéens, en particulier la France, l'Espagne, la Tunisie et le Maroc participent à ces 4èmes rencontres.*

*La section Maroc de l'association internationale "Echanges Méditerranéens" a élaboré, en concertation avec le bureau de l'Association et les principales administrations marocaines (et en particulier celles du ministère de l'Agriculture) un programme riche et varié.*

*Ce programme a concerné :*

- Le développement hydro-agricole (ORMVA du Lokkos et Projet Moyen Sebou - Inaouen Aval).
- Le développement forestier et l'aménagement des bassins versants (Tanger, Chefchaouen et Ifrane).
- Un projet de mise en valeur en valeur en bour (C.R. Bitit).
- Le réseau hydraulique traditionnel de la médina de Fès.

*Par ailleurs, le programme pour les accompagnants a été marqué par son originalité en incluant des exposés sur le développement local et des visites de réalisation d'associations de développement social.*

## ECHANGES MEDITERRANEENS pour l'eau , la forêt et le développement



EM - siège social: 19 avenue du Maine - 75732 Paris Cedex 15  
Tél.: 01.45.49.89.89/89.90 - fax: 01.45.44.84.56 - e-mail: Echanges.Med@ifrance.com

# PROJET D'ECONOMIE D'EAU DANS LE PERIMETRE DU LOUKKOS

## ORMVA DU LOUKKOS

### INTRODUCTION

Compte tenu de la rareté et de la vulnérabilité des ressources hydrauliques, il a été rendu nécessaire une planification intégrée et une gestion rationnelle des ressources en eau.

Le Maroc a tracé ses orientations stratégiques en liant son développement économique et social à la maîtrise et à la mise en valeur de richesses hydrauliques et ce, en optant pour le développement de l'irrigation, dont l'objectif vise à sécuriser la production agricole vis-à-vis des aléas climatiques.

Le choix stratégique de faire de l'agriculture irriguée la locomotive de développement de l'économie nationale a été à plus d'un titre un choix judicieux qui a permis d'atténuer les effets néfastes des cycles de sécheresse. Cet essor que connaît l'agriculture irriguée marocaine devra néanmoins faire face à un des grands défis de ce siècle qui est la rareté de la ressource en eau.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le programme d'aménagement du périmètre du Loukkos, dont la superficie actuellement irriguée s'élève à 26.400 ha environ.

Le système d'aspersion, mis en place, a montré ses limites aussi bien au niveau du coût de fonctionnement (facture d'énergie élevée,...) qu'au niveau de l'exploitation des installations.

Afin d'assurer un service d'eau adéquat dans les secteurs irrigués, un programme d'amélioration de la grande irrigation (PAGI II) a été entrepris. Ce programme vise la réhabilitation du système et l'introduction de méthodes modernes de gestion, ainsi que l'amélioration de l'application de l'eau à la parcelle par des techniques appropriées de maîtrise de l'eau.

### I- PRESENTATION DE LA ZONE D'ACTION DE L'OFFICE

#### Situation géographique

Le périmètre du Loukkos, qui couvre une superficie de 2.560 Km<sup>2</sup>, est situé

au Nord-Ouest du Maroc entre les régions du Tangérois et du Gharb et se trouve au milieu de l'axe Rabat-Tanger. Il est limité à l'Ouest par l'Océan Atlantique et déborde du quadrilatère formé par les villes de Larache et Ksar El Kebir et les centres autonomes de Moulay Bouselham et Lalla Mimouna.

#### Climat :

La région bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par l'alternance d'une saison humide et fraîche de Novembre à Avril et d'une saison sèche très accusée et chaude de Mai à Octobre. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 700 mm concentrée pour sa quasi-totalité entre le 15 Octobre et le 15 Avril.

#### Ressources en terre :

Les sols aptes à l'irrigation sont caractérisés en majeure partie par 2 types extrêmes: des sols alluviaux plus ou moins lourds dans les plaines et des sols sablonneux, de faible capacité de rétention et pauvres chimiquement, sur les plateaux (R'MEL et DRADER). Les sols faisant l'objet d'aménagement en sec et situés dans les collines, sont aussi très variés. On y rencontre des sols noirs rendziformes et des sols tirsifiés sur marne argileuse et argilo-calcaire.

#### Ressources en eau :

- Eaux superficielles provenant du Bassin du Loukkos (516 Mm<sup>3</sup>), du Bassin de Drader (6Mm<sup>3</sup>) et de transfert à partir du bassin de Sebou (88Mm<sup>3</sup>), soit un volume mobilisable de 610 Mm<sup>3</sup>;
- Eaux Souterraines: Le volume mobilisable à partir de 3 nappes Drader-Soueir-Skhar, R'mel de LARACHE et du bassin du bas Loukkos est de 91Mm<sup>3</sup>.

#### Aménagements hydro-agricoles :

Les infrastructures hydro-agricoles sont constituées par :

- \* Le barrage OUED EL MAKHAZINE, édifié sur l'Oued Loukkos mis en service en 1979 constitue la pièce maîtresse de l'aménagement. Il a une

capacité nominale de 773 Mm<sup>3</sup> permettant :

- La régularisation des eaux pour l'irrigation ;
  - La contribution à la protection de la plaine de Loukkos et la ville de Ksar El Kébir contre les inondations ;
  - La production de l'énergie électrique ;
  - L'alimentation en eau de KSAR EL KEBIR, LARACHE et les centres avoisinants.
- \* Le barrage de garde, construit sur l'Oued Loukkos à l'aval d'Oued El Makhazine, mis en service en 1980, permet :
  - La protection contre l'invasion marine ;
  - La garantie d'un plan d'eau suffisant pour le pompage des eaux d'irrigation;
  - L'amélioration de la gestion des ressources en eau.
- \* Les infrastructures d'adduction de la STI du Gharb garantissant la dotation en eau du Loukkos Sud qui sera transférée au moyen de la SPN et du canal Nord haut service du Gharb.
  - \* L'infrastructure mise en place pour assurer l'irrigation du périmètre est constituée par les installations suivantes:
  - Stations de pompage : 48 unités de 66.520 KVA dont :
  - 06 SP de relevage
  - 14 SP de mise en pression
  - 25 SP sur forages
  - 03 Stations d'exhaure
  - Canaux d'adduction : 40 Km
  - Conduites enterrées : 590 Km
  - Canaux autoportés : 67 Km
  - Réseaux d'assainissement : 390 Km
  - Réseaux de routes et pistes: 710 Km
  - Bornes d'irrigation : 2.310 unités
  - Réservoirs surélevés : 15 unités

Ces infrastructures hydro-agricoles desservent quelques 26.400 Ha irrigués répartis par secteur comme suit (voir tableau 1)

**Tableau 1 : superficies irriguées du périmètre**

Secteur	Mise en eau	Superficie (Ha)	Type d'irrig.
Drader	1978	1.614	Aspersion
R'Mel	1980	14.065	Aspersion
Plaine de Ksar	1990	1.740	Aspersion
Basses Collines	1990	1.960	Aspersion
Plaine Rive Droite (D1& D3)	1998	1.793	Gravitaire
Plaine Rive Droite (D2& D4)	1997	5.221	Aspersion

## II. SITUATION DU SECTEUR IRRIGUE

### Pratiques et dysfonctionnements constatés :

- Une utilisation incontrôlée et abusive des eaux d'irrigation ayant conduit à une surconsommation,
- Une remontée de la nappe phréatique,
- Une insuffisance de débit et de pression chez les usagers situés en fin d'antenne
- Une dégradation prématurée des équipements hydromécaniques et électromécaniques due à un fonctionnement des stations de pompage et des réseaux d'une façon discontinue (tours d'eau);
- Une forte consommation énergétique ;

Ceci étant, pour mobiliser l'eau d'irrigation depuis l'Oued Loukkos approvisionné à son tour à partir de la retenue du barrage Oued El Makhazine jusqu'aux secteurs R' Mel et Drader - premiers secteurs équipés du périmètre du Loukkos- un pompage à travers trois étapes totalisant parfois 186 m d'HMT est inévitable.

Il est donc évident que de par l'augmentation importante qu'a connue le prix d'énergie au fil des années, les dépenses d'énergie (60 Mdh/an), loin d'être d'ailleurs couvertes par la taxe de pompage facturée aux agriculteurs, commencent à peser lourd sur le budget d'exploitation de l'ORMVA du Loukkos.

### Actions engagées pour améliorer les performances du secteur :

Afin de faire face aux contraintes ainsi énumérées, et outre les mesures circonstancielles prises au niveau local, l'Office a entrepris un train d'actions

d'amélioration dans le cadre du programme d'amélioration de la grande irrigation (PAGI-2):

#### □ Réhabilitation des équipements:

En matière de réhabilitation des équipements hydro-agricoles, les principales actions réalisées sont :

- Réhabilitation des stations de pompage
- Renouvellement des bornes d'irrigation
- La réhabilitation du canal 70 sur 2.5 km endommagés afin d'en améliorer le rendement de transport.
- La réhabilitation de plusieurs équipements et ouvrages hydromécaniques des réseaux d'irrigation.
- La construction d'un seuil sur Oued Loukkos pour l'amélioration de l'alimentation en eau de la station de pompage K1 ;

#### □ Amélioration de l'application de l'eau à la parcelle :

Les opérations inscrites dans ce cadre, ont été réalisées dans le cadre du PAGI-2, et dans le cadre du projet de coopération technique avec l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).

Les travaux réalisés comportent les composantes suivantes :

- Le renouvellement des bornes et le changement de la trame d'irrigation ;
- L'installation des compteurs d'eau d'irrigation ;
- L'acquisition des bancs d'essai des bornes ;
- L'individualisation des bornes d'irrigation ;
- Le renouvellement du MMI par les agriculteurs ;
- L'enterrement des antennes principales du MMI par les agriculteurs.

#### □ Projet TCP avec la FAO

Les investigations entreprises dans le

cadre du projet de coopération avec la FAO, ont porté essentiellement sur la promotion des techniques d'irrigation modernes en l'occurrence l'irrigation localisée, en tant que technique efficace et fort économisatrice en eau. Quatre thèmes ont été ciblés :

- ✓ Amélioration des techniques d'irrigation par aspersion;
- ✓ Tests et démonstrations de techniques alternatives d'irrigation à la parcelle, en l'occurrence le localisé;
- ✓ Gestion participative de l'irrigation et partenariat avec les agriculteurs.

Résultats obtenus de l'ensemble des actions :

#### □ Incidence de la réhabilitation sur le service de l'eau :

Afin d'apprécier l'impact de l'ensemble des interventions effectuées par l'ORMVAL au niveau des secteurs irrigués, il y a lieu de se référer au sous-secteur "A" du secteur R'Mel choisi comme zone pilote. Ce sous secteur a bénéficié d'un programme relativement complet de réhabilitation et d'encadrement intensif et de suivi.

#### □ Performances de la station de pompage SPA :

Sur le plan énergétique les opérations de réhabilitation et en particulier le renouvellement des bornes d'irrigation et la remise en état des équipements électromécaniques et hydromécaniques de la station de pompage se sont traduites par une amélioration nette des performances de cette station.

#### □ Impact sur le comportement des usagers :

Pour ce qui est de la conduite des irrigations et du respect des équipements, une amélioration notable a été enregistrée.

Pour ce qui est du projet de coopération technique avec la FAO, les résultats obtenus ont été probants :

#### a) Irrigation par aspersion :

Plusieurs essais ont été menés chez des agriculteurs pilotes pour apprécier les performances de l'aspersion améliorée. Les cultures qui ont fait l'objet des essais sont l'arachide et la pomme de terre. Les résultats obtenus ont montré une économie d'eau de 10 à 20%, et une augmentation des rendements de 15 à 30%.

### b) Irrigation localisée :

Divers essais des techniques d'irrigation localisée ont été menés chez des agriculteurs et au niveau de la station expérimentale. Les techniques testées sont les goûteurs 2 l/h, 4 l/h et la gaine. Les cultures concernées par lesdits essais sont la pomme de terre, le fraisier et le piment. Les résultats des essais ont montré une économie d'eau de 50 %, et une augmentation du rendement de 100% (pomme de terre) par rapport à l'aspersion telle qu'elle est pratiquée actuellement. De ce fait, les agriculteurs ont manifesté un grand intérêt pour cette technique.

Les analyses effectuées révèlent une prise de conscience de la part des agriculteurs, notamment ceux qui sont en irrigation localisée, des avantages techniques et économiques des systèmes d'irrigation proposés. Au delà des économies d'eau, l'irrigation localisée offre également la possibilité de pratiquer de manière efficace et économe la fertilisation des cultures et le traitement phytosanitaire.

Les résultats enregistrés dans le cadre du projet ont créé un contexte favorable à l'adoption massive des techniques proposées. Et, déjà un nombre non négligeable d'agriculteurs non touchés par le projet se sont équipés sur leur propre initiative de systèmes d'irrigation localisée; d'autres cherchent à connaître le prix du matériel existant sur le marché.

En effet, l'enquête réalisée a permis de dégager que le nombre des exploitations équipées en irrigation localisée est passé de 2 exploitations en 1987 à 178 exploitations en 1999. Cette évolution a

été plus accentuée juste après l'arrivée du projet avec un passage de 95 exploitations en 1998 à 178 exploitations en 1999. Actuellement la superficie de l'irrigation localisée est de l'ordre de 5000 ha.

### Objectifs en termes de superficies:

#### III- PROGRAMME D'EXTENSION DES TECHNIQUES MODERNES

Le programme d'extension envisagé par l'Office prend en considération :

- L'évolution de l'irrigation localisée sur différentes cultures durant les cinq dernières années.
- L'importance des superficies irriguées en localisé par culture par rapport à la superficie totale de la culture.
- L'extension des cultures à haute valeur ajoutée et l'introduction de nouvelles cultures (asperge,.....).
- L'engagement de la sucrerie pour un programme d'équipement en goutte à goutte des plantations de canne à sucre dans le R'Mel.

Le programme prévisionnel durant les cinq prochaines années se présente comme dans le tableau 2

La superficie globale équipée en système d'irrigation goutte à goutte atteindra environ 12400 ha à l'horizon 2005/06. Soit 46 % de la superficie irriguée.

### Mesures à prendre:

- a- Renforcer tous les opérateurs des filières techniques;
- b- Moderniser la fourniture et l'utilisation de l'eau :
- Réhabilitation et adaptation des réseaux (flexibilité, décentralisation,

- autonomie de gestion, etc....) ;
- Fiabilité du service de l'eau :
- Appui aux irrigants pour l'accès aux équipements et à leur utilisation optimale (formation sur les équipements, information, encadrement) ;
- Promotion de modalités partenariales (contrat de fourniture d'eau,
- c- Appuyer la dynamique d'apropriation par des mesures complémentaires et d'accompagnement (crédits, subventions,...) .

Le financement pour le programme d'équipement des plantations de canne à sucre sera assuré par la sucrerie. Pour le reste du programme, 7000 ha, l'intervention de la CNCA et autres banques est nécessaire.

#### CONCLUSIONS

La mise en place des techniques d'économie de l'eau en irrigation connaît une extension rapide dans la région du Loukkos.

L'existence d'une politique nationale en matière d'eau, un important soutien politique en matière d'octroi des subventions, une prise de conscience de plus en plus forte de l'intérêt de préserver les ressources devenues rares, le savoir faire, le partenariat actif entre les divers intervenants, se sont traduits par des résultats concrets. Cependant des efforts restent à déployer, pour une adhésion massive des usagers de l'eau à ce programme. En effet, l'économie de l'eau exige des actions de longue haleine afin de modifier les attitudes et le comportement des opérateurs envers l'eau. Il s'agit surtout, dans le court et le moyen terme, de chercher à engager le processus d'une façon sûre et durable.

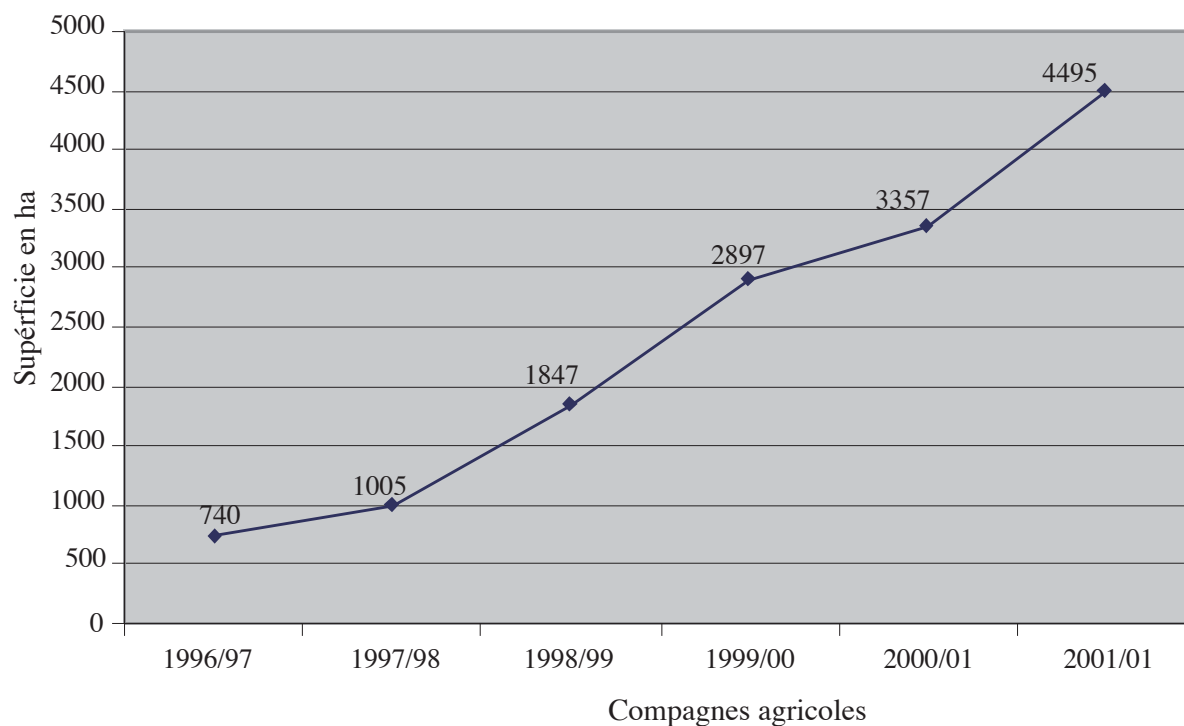
Cette orientation suppose le renforcement des actions entreprises:

- \* Amélioration significative de l'irrigation par aspersion en réduisant l'écartement et la pluviométrie des asperseurs. En effet la technique de l'aspersion occupe encore une place importante et peut générer une économie d'eau de grande envergure;
- \* Extension soutenue de l'irrigation localisée;
- \* Poursuite des programmes de maintenance, de réhabilitation et de modernisation des secteurs irrigués;
- \* Facilités d'accès aux crédits, aux

Tableau 2 : programme prévisionnel d'extension de l'irrigation localisée

Culture	Situation	Programme Prévisionnel						Situation
	2000/01	1é A	2é A	3é A	4é A	5é A	Total	Après 5 ans
Fraise	1600	-	-	-	-	-	-	1600
Pomme de terre	200	300	300	400	250	300	1550	1750
Melon - pastèque	550	150	300	250	250	300	1250	1800
Niora	250	200	300	350	200	250	1300	1550
Tomate- Poivron	170	300	300	200	200	350	1350	1520
Canne à sucre	70	400	400	400	400	400	2000	2070
Divers	530	150	400	400	200	400	1550	2080
<b>Totaux</b>	<b>3370</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>1500</b>	<b>2000</b>	<b>9000</b>	<b>12.370</b>

Evolution des superficies en irrigation localisée dans la zone Tarifaire Rmel-Drader



subventions et à la prime à l'investissement aux agriculteurs par la révision des procédures ;  
 \* Formation du personnel ;  
 \* Elaboration des références technico-économiques plus fiables sur les

équipements d'irrigation, les cultures irriguées et leurs modes de conduite;  
 \* Poursuite des actions de sensibilisation des agriculteurs sur l'importance de l'économie de l'eau, grâce à des programmes de vulgarisation adaptés;

\* Implication des AUEA et autres partenaires dans les opérations d'économie d'eau;  
 \* Amélioration du recouvrement d'eau d'irrigation par les différentes mesures coercitives.

# PLAN D'ACTION DE MISE EN OEUVRE DE LA GPI DANS LE PERIMETRE DU LOUKKOS

L. Bensalah<sup>1</sup>

## I- PRESENTATION GENERALE DU PERIMETRE DU LOUKKOS

Compte tenu des potentialités naturelles favorables pour un développement agricole que présente la région du Loukkos, un important aménagement hydro-agricole y fut entrepris depuis les années soixante dix et a porté sur l'équipement d'un périmètre irrigué d'une superficie actuelle de 26.000 ha. Il est prévu de porter cette superficie à 33.000ha au terme du plan V 1999-2003.

Le principal mode d'irrigation adoptée est l'aspersion, qui représente 93%. Le reste de la superficie, soit 1800ha, est équipé en irrigation gravitaire. L'infrastructure d'irrigation mise en place est constituée entre autre d'une batterie de stations de pompage refoulant à différents niveaux les eaux lâchées à partir du barrage Oued El Makhazine. Le fonctionnement de ces installations nécessite une forte consommation de l'énergie électrique dont les dépenses grèvent considérablement le coût du service de l'eau et constituent la préoccupation majeure de l'Office.

A l'instar des autres Offices régionaux de Mise en Valeur Agricole, l'ORMVA du Loukkos après avoir réalisé les travaux d'aménagement, a mis en place une structure appropriée pour assurer lui même la gestion des équipements installés. Cette prise en charge se justifiait, entre autres, par la spécificité du périmètre du Loukkos liée à la nature de son aménagement hydro-agricole et à la faible technicité des usagers, qui ne disposaient pas d'expérience en matière d'irrigation avant l'aménagement.

Depuis 1995 et conformément aux orientations de la nouvelle politique de gestion des systèmes d'irrigation faisant appel à une participation des usagers, l'ORMVA du Loukkos a entrepris la création de plusieurs Associations

d'Usagers des Eaux Agricoles conformément à la loi en vigueur. Cette loi promulguée en 1990 constitue le cadre juridique qui permet d'organiser les irrigants et de les faire participer à la réalisation de certaines tâches de gestion de l'irrigation.

Cette implication des usagers devient de plus en plus nécessaire sinon impérative dans la mesure où plusieurs contraintes commencent à entraver la gestion actuelle du système d'irrigation et suscitent une conjugaison des efforts de l'Office d'une part et des usagers d'autre part pour y faire face. Ainsi, ce mode de gestion participative favorisera les conditions requises pour une amélioration de la qualité du service de l'eau dont le besoin est fortement ressenti par les usagers et en particulier par ceux du secteur R'Mel-Drader mis en eau depuis près de 20 ans.

## II- STRATEGIE DE L'ORMVA DU LOUKKOS EN MATIERE DE GPI

### II.1- Généralités:

L'ORMVA du Loukkos conscient de l'intérêt et du rôle que peut jouer la GPI en tant que mode de gestion alternative pouvant se substituer à la gestion actuellement en vigueur, menée et dirigée exclusivement par l'Etat, a déjà entrepris la mise en oeuvre d'un certain nombre d'actions pour la promotion des AUEA. En outre, il envisage de renforcer davantage l'implication effective de ces institutions dans la gestion du réseau d'irrigation, et ce par la mise en oeuvre du présent plan d'action opérationnel.

Les raisons fondamentales qui plaident pour la mise en oeuvre de la GPI dans le périmètre du Loukkos se traduisent en termes de nécessité de :

- L'organisation des usagers d'eau d'irrigation afin de disposer d'un interlocuteur privilégié, à savoir

l'AUEA devant constituer un véritable partenaire de l'Office en matière de gestion du système d'irrigation;

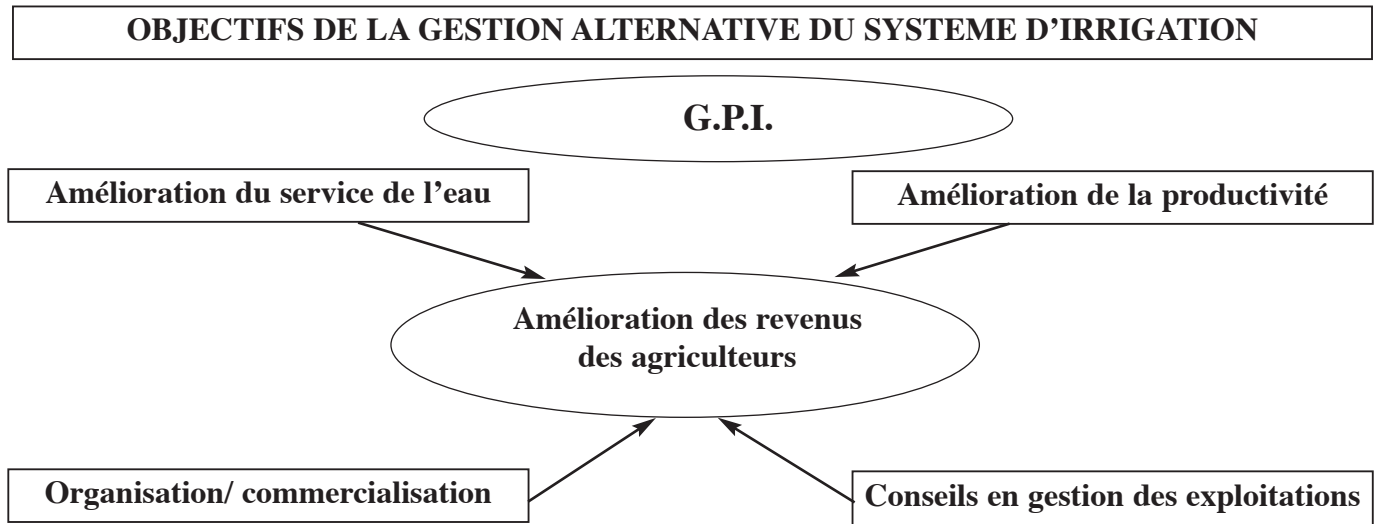
- La responsabilisation et l'implication des usagers dans la gestion du système d'irrigation en vue d'améliorer les conditions d'exploitation et de valorisation de la ressource eau;
- La réduction des transferts budgétaires de l'Etat par une rationalisation des dépenses et une participation à la réalisation de certaines tâches voire leur prise en charge par les usagers.
- La conservation et la garantie de la pérennité des équipements d'irrigation;

Les principaux objectifs assignés par l'ORMVA du Loukkos à ce mode de gestion alternative visent:

- Une amélioration technique de la gestion du système d'irrigation;
- Une utilisation efficiente des équipements, leur bonne conservation et leur pérennité;
- Une optimisation (voire une réduction) des charges d'exploitation et de maintenance du système d'irrigation;
- Une responsabilisation, et une implication effective des usagers dans la gestion des équipements;
- Une participation active des agriculteurs dans le processus de partenariat lancé par l'Office et la promotion de l'esprit associatif.

L'ensemble de ces objectifs vont concourir également à une amélioration des revenus des agriculteurs. (cf planche n°1)

1. Sociologue, Chef de Bureau des Relations avec les Usagers.



**II.2- Réalisations :**

**a- Création des AUEA:**

Suite à la promulgation en 1990 de la loi 02-84 portant sur la création des AUEA et instituant un cadre de dialogue avec les usagers et pour leur participation à la gestion du système d'irrigation, l'ORMVA du Loukkos a procédé à la constitution d'une première association en 1991. A partir de 1995, des campagnes de sensibilisation furent intensifiées pour inciter les usagers à s'organiser en AUEA, dont le nombre a atteint actuellement 18 associations couvrant la totalité du périmètre aménagé.

Après cette constitution, l'Office a entrepris un programme d'encadrement et d'initiation de ces institutions, qui a porté sur :

- La tenue de réunions régulières avec chaque AUEA pour s'informer et se concerter mutuellement sur les tâches menées par l'Office en matière d'exploitation et d'entretien du réseau d'irrigation;
- L'organisation de voyages d'étude au profit des membres des AUEA à travers différents périmètres irrigués pour prendre contact avec leurs homologues et s'inspirer de leurs expériences;
- L'organisation de sessions de formation au profit des conseils des AUEA.

**b- Contractualisation des relations de l'Office avec les usagers.**

La stratégie préconisée par l'ORMVAL en matière de partenariat avec les usagers consiste, entre autres, en la passation des contrats de fourniture d'eau individuels avec les usagers-clients et de contrats de partenariat avec les AUEA. Ces contrats définissent les droits et les obligations de chaque partie.

**b.1- Contrats de fourniture d'eau d'irrigation :**

- Secteur R'Mel-Drader : contrats passés avec chaque usager bénéficiaire de l'opération de renouvellement des bornes d'irrigation. Cette opération a été entreprise au début de l'année 1997 d'abord au niveau d'une zone pilote du secteur R'Mel sur une superficie de 350 ha touchant 61 usagers. Elle a été ensuite, au cours de l'année 1998, étendue sur une superficie de 2000 ha et 527 usagers. Pour le reste des bornes à renouveler, les travaux sont en cours dans le sous-secteur Drader couvrant une superficie de 1480ha, et seront entrepris au cours de la prochaine campagne pour le reste du secteur R'Mel soit sur une superficie de 10.100 ha.
- Secteur Plaine Ksar - Basses Collines : au niveau de ce secteur les bornes d'irrigation n'ayant atteint que 8 ans de service, se trouvent en bon état et fonctionnent dans des conditions

satisfaisantes. Toutefois il a été entrepris l'équipement de ces bornes par des compteurs d'eau dans le cadre de la stratégie d'amélioration du procédé de la facturation. Ainsi il a été convenu de passer les contrats de fourniture d'eau avec les usagers bénéficiaires de ces compteurs. Actuellement 299 compteurs sont installés et les contrats de fourniture d'eau sont en cours de signature.

- Secteur Plaine Rive Droite : au niveau des sous-secteurs de la Plaine Rive Droite, la passation des contrats de fourniture d'eau a été entreprise avant la mise en eau et ce au moment de la distribution du MMI pour les sous-secteurs aspersionnels et des vannettes au niveau du sous-secteur gravitaire D3. Actuellement 815 contrats sont passés avec l'ensemble des usagers de ce secteur qui ont pris possession de ce matériel.

**b.2- Contrats de partenariat entre l'ORMVAL et les AUEA :**

Ces contrats qui sont en cours de finalisation portent sur la définition des relations entre l'ORMVAL et chaque AUEA et sur la répartition des rôles et des tâches. Ils définissent également les conditions de fonctionnement des AUEA et l'appui apporté par l'Office.

### III- TYPOLOGIE DES SECTEURS D'IRRIGATION DANS LE PERIMETRE DU LOUKKOS

Compte tenu de l'âge des équipements, de l'ampleur des contraintes entravant la gestion du système d'irrigation et du niveau d'implication des usagers, trois types de secteurs irrigués ont été distingués dans le périmètre du Loukkos. Cette typologie se présente comme suit:

#### III.1- Secteur R'Mel-Drader :

Il s'agit du secteur le plus important en superficie (15.000 ha soit 59 % de la superficie totale irriguée en Grande Hydraulique), le premier à avoir été mis en eau au début des années 80 et qui a commencé à présenter des anomalies de fonctionnement des équipements, ayant affecté le service de l'eau. C'est au niveau de ce secteur que plusieurs opérations de réhabilitation des équipements ont été engagées par l'Office dans le cadre du PAGI.2 et que des voies d'amélioration de la gestion se présentent avec le concours et la participation des usagers. A noter également que les premières AUEA ont été constituées au niveau de ce secteur et sont déjà associées dans certaines tâches d'exploitation des réseaux, notamment la programmation des irrigations et la sensibilisation des usagers pour une utilisation rationnelle des eaux (organisation des tours d'eau, techniques d'arrosage, entretien du MMI etc .....).

#### III.2- Secteur Plaine Ksar-Basses-Collines.

C'est le deuxième secteur à avoir été mis en eau au début des années 90. Il représente 15 % de la superficie irriguée et ne présente pas de problèmes ou défaillances majeurs en matière de service de l'eau. Il est constitué de deux sous-secteurs et dispose de deux AUEA qui sont actuellement moins impliquées que celles du premier secteur. Toutefois des efforts seront déployés pour les impliquer et les associer davantage pour renforcer la durabilité du service de l'eau et la pérennité des ouvrages.

#### III.3-Secteur Plaine Rive Droite .

D'une superficie de 7014 ha soit 26 % de la superficie irriguée, ce secteur est

constitué de deux sous-secteurs aspersionnels de 5220 ha et deux sous-secteurs gravitaires de 1793ha; Il est en cours de mise en eau. Quatre AUEA ont été constituées au niveau de ce secteur avant même sa mise en eau et ont été associées dans les phases préparatoires, notamment dans les réunions d'information et les opérations de distribution du MMI pour les sous-secteur aspersionnels, et des vannettes pour le sous-secteur gravitaire D3.

### IV- PLAN D'ACTION OPERATIONNEL DE LA GPI

#### IV.1- Principes:

L'expérience de près de 20 ans de gestion du système d'irrigation du périmètre du Loukkos par l'Office a montré que celle-ci se heurte à des contraintes d'ordre technique, financier et social dont certaines revêtent un caractère structurel et d'autres un caractère conjoncturel. Ces contraintes se traduisent par une dégradation de la qualité du service de l'eau, une déficience de l'usage de l'eau à la parcelle et un coût de mobilisation et de distribution de l'eau élevé .

Devant cette situation, l'Office considère qu'une gestion participative impliquant les usagers pourra jouer un rôle important pour l'amélioration des performances techniques et financières liées à la gestion de son système d'irrigation ainsi que de l'environnement socio-économique qui lui est rattaché .

L'amélioration technique escomptée sera bénéfique aussi bien à l'Office qu'aux usagers, cependant les gains financiers qui en résulteront doivent être partagés entre l'Office, pour améliorer sa viabilité financière, et les usagers pour renforcer leur implication dans le processus de gestion envisagé.

Ce partage des gains financiers constitue un principe fondamental sur lequel repose le succès et la durabilité de la GPI, comme gestion alternative à celle actuellement en vigueur. En effet les usagers ne peuvent être convaincus et adhérer que s'ils ressentent une amélioration qualitative du service de l'eau et un gain en matière de réduction des charges.

#### IV.2- Démarche adoptée:

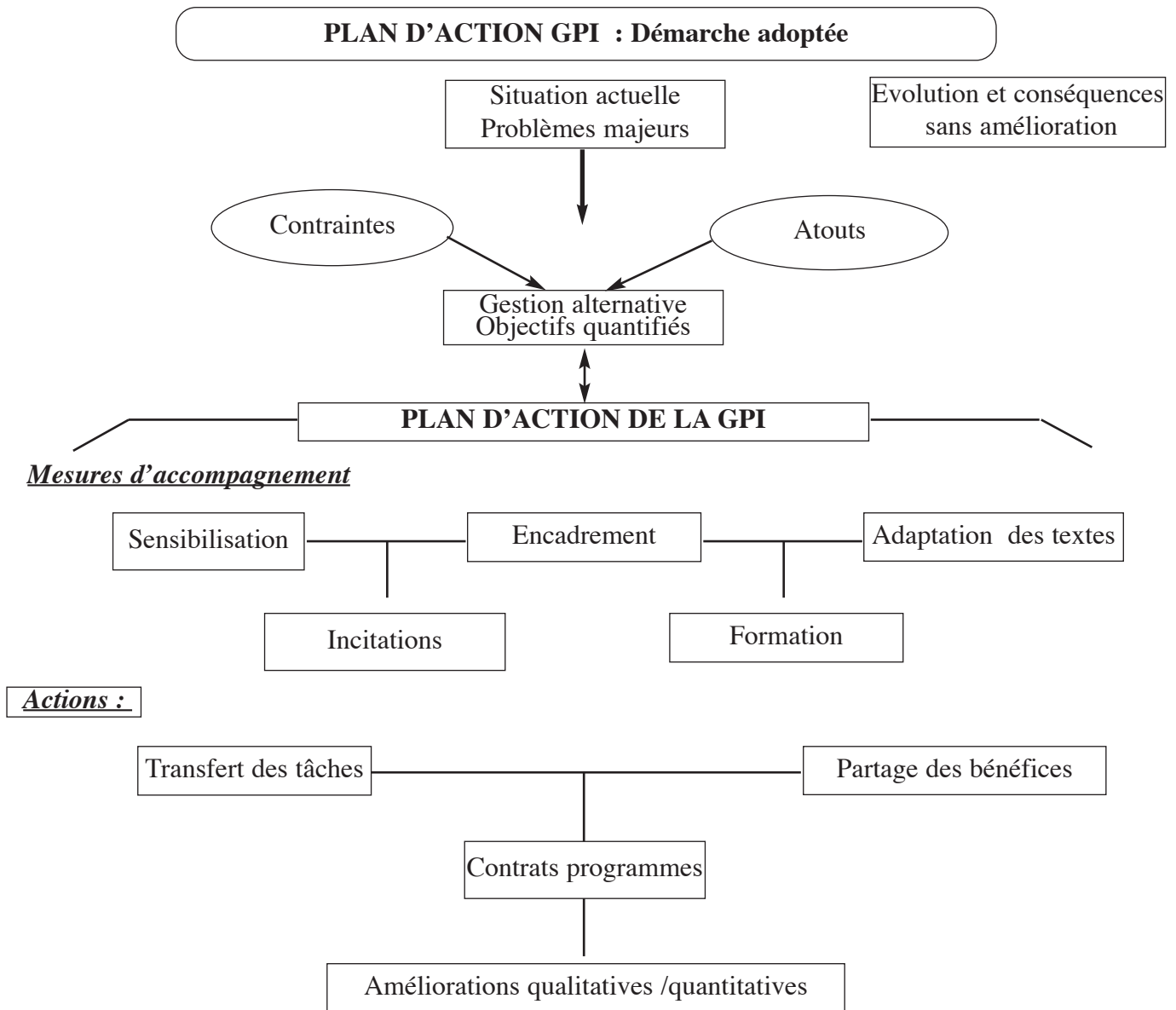
La démarche adoptée pour l'élaboration du plan d'action de mise en oeuvre de la GPI dans le périmètre du Loukkos, repose sur une analyse de la situation actuelle caractérisant la gestion du système d'irrigation. Cette analyse a permis d'identifier d'une part les difficultés et contraintes qui entravent la gestion actuelle ainsi que les voies de son amélioration, et d'autre part les tâches nécessitant une implication des usagers pour consolider cette forme de gestion de l'irrigation. En outre il a été procédé à la définition des mesures d'accompagnement nécessaires pour la réalisation des améliorations escomptées (cf planche n°2).

#### IV.3- Analyse de la situation actuelle:

L'analyse de la gestion actuelle du système d'irrigation a permis de déceler un certain nombre de contraintes et de difficultés entravant le service de l'eau.

Ainsi, il y a lieu de retenir principalement ce qui suit :

- 1- Les contraintes majeures qui affectent le service de l'eau dans le périmètre du Loukkos se présentent comme suit:
  - **Coût élevé de mobilisation des eaux d'irrigation** : dû au recours impératif au pompage, le coût du service de l'eau s'élève à 1Dh/m<sup>3</sup> dont les dépenses de l'énergie électrique représentent près de 50%. Aussi la sous-tarifification de l'eau d'irrigation pratiquée depuis la mise en eau de ce périmètre a-t-elle entraîné un écart très important entre les tarifs et les coûts de production de l'eau, d'où le recours aux subventions de l'Etat accordées à l'Office pour équilibrer son compte d'exploitation du service de l'eau;
  - **Sous-maintenance des équipements externes**: vu les conditions d'exploitation assez sévères auxquelles sont soumis les équipements et des crédits alloués souvent insuffisants pour assurer leur entretien efficace, une usure prématurée des équipements des SP a été constatée et a entraîné leur dégradation avancée;



- **Pertes d'eau excessives** : la mauvaise conduite des irrigations par les usagers a entraîné des pertes d'eau énormes estimées à 20% et a conduit à un dysfonctionnement du réseau d'irrigation qui ne permet plus d'assurer une irrigation à la demande, comme il était prévu initialement par le projet;
- **Dégradation des bornes d'irrigation** : les bornes d'irrigation constituent l'interface entre les équipements externes gérés par l'Office et le MMI à la charge des usagers. Le déficit de concertation et de communication entre les deux partenaires lors du

lancement du projet en matière de partage des responsabilités et des rôles a conduit à une confusion sur la responsabilité de gestion, de maintenance et de renouvellement de ces équipements et a entraîné leur dégradation prématurée ce qui affecte la qualité du service de l'eau et cause des pertes d'eau. L'absence de compteurs d'eau pénalise sérieusement les rapports ORMVAL/usagers;

- **Insuffisance des niveaux de production**: les investissements réalisés par l'Office en termes d'équipements hydro-agricoles des secteurs irrigués

ont certes contribué à l'amélioration des revenus et des conditions de vie des agriculteurs. Cependant les atouts et les potentialités de ces secteurs sont loin d'être pleinement valorisés tant au niveau de la production qu'au niveau de la transformation et de la commercialisation. Les niveaux de rendement demeurent modestes et accusent une grande variabilité; ceci est dû aux défaillances dans la conduite technique des cultures ainsi qu'à la sous utilisation des facteurs de production et à leur rationalisation.

## 2- Les améliorations escomptées:

A travers l'analyse des contraintes entravant la gestion du système d'irrigation du périmètre du Loukkos, il se dégage que des améliorations sont possibles avec le concours des deux partenaires que sont l'Office et les usagers; d'où l'intérêt et l'opportunité de la mise en oeuvre de la GPI, comme étant un mode de gestion du système d'irrigation qui pourra améliorer les performances techniques et financières de la gestion actuelle.

Les principales améliorations susceptibles d'être réalisées portent sur:

- **La maîtrise des charges** afférentes au service de l'eau en vue d'en avoir une meilleure connaissance, d'en assurer un suivi adéquat et d'en informer les usagers. Le train des actions de consolidation du SIG déjà engagées permet d'atteindre cet objectif;
- **L'optimisation des charges** d'exploitation et de maintenance du réseau d'irrigation par une rationalisation des coûts. Un intérêt particulier doit être accordé à l'exploitation des stations de pompage en vue de réduire les dépenses énergétiques, notamment par l'effacement en période de pointe pour bénéficier des tarifs avantageux, et éventuellement par une souscription par les AUEA des contrats d'abonnement auprès de l'ONE (exonération de 7% de la TVA).
- **Le développement des ressources financières** de l'ORMVAL afin d'améliorer l'équilibre financier et la viabilité de l'Office qui conditionnent la durabilité du service de l'eau;
- **L'économie de l'eau** : cette action suscite une forte implication des usagers pour réduire les charges de production au niveau des stations de pompage ainsi que les charges d'irrigation supportées par ces mêmes usagers;
- **L'amélioration de l'exploitation et de la maintenance des bornes d'irrigation**: l'opération de renouvellement de ces équipements prise en charge par l'Office étant en cours, il est nécessaire de faire participer les usagers à leur exploitation et maintenance pour garantir leur durabilité;

- **L'amélioration de la productivité** et de la valorisation des produits agricoles devient un impératif pour améliorer les revenus des agriculteurs: conditionnement, transformation, commercialisation etc...

## V- PROGRAMME DE PARTAGE DES TACHES ET DES RESPONSABILITES ENTRE L'ORMVAL ET LES AUEA:

### V.1- Généralités :

Compte tenu des spécificités du système d'irrigation du périmètre du Loukkos et des contraintes qui entravent sa gestion actuelle, il a été procédé à l'identification des tâches à confier ou à partager avec les usagers en vue de la mise en oeuvre d'une gestion participative susceptible d'en apporter des améliorations. Il s'agit en fait d'un programme d'actions à mettre en oeuvre suivant un échéancier à court, moyen et long terme et faisant impliquer progressivement les usagers par le biais de leurs associations dans la gestion du système d'irrigation. Les phases de cet échéancier se présentent comme suit:

- La première phase 1999-2001 constitue une période au cours de laquelle les AUEA doivent être sensibilisées, encadrées et initiées pour la mise en oeuvre de la GPI par leur implication progressive dans les tâches facilement appropriables, ainsi que dans les opérations immédiates devant accompagner les opérations engagées par l'Office au titre du plan stratégique d'amélioration du service de l'eau;
- La deuxième phase 2002-2004 c'est la période la plus active au cours de laquelle toutes les actions transférables ou à partager avec les AUEA doivent être engagées. Aussi, toutes les mesures et les mécanismes accompagnant ce transfert doivent être mis en place afin de garantir les conditions requises pour l'aboutissement de la GPI. Il s'agit des mesures portant, entre autres, sur la formation et l'intensification de l'encadrement ainsi que les mécanismes de formalisation des relations entre l'Office et les AUEA, de partage des gains générés et de développement des ressources financières des AUEA.

- La troisième phase 2005-2010 correspond à une phase de développement et de promotion des AUEA au cours de laquelle, ces institutions deviendront de véritables partenaires responsables, crédibles et dotés de moyens humains et matériels pour assumer les tâches qui leur seront confiées. Un système de suivi et d'évaluation adéquat doit être mis en place par l'Office en coordination avec les AUEA pour apprécier, conseiller et renseigner ces institutions de l'état de réalisation des actions inscrites au titre du plan opérationnel de la GPI et des améliorations générées.

### V.2- Identification des tâches à transférer ou à partager avec les AUEA:

L'identification des actions à engager au titre du plan opérationnel de la mise en oeuvre de la GPI a été faite sur la base d'une analyse des différentes tâches portant sur l'exploitation du réseau d'irrigation, puis celles ayant trait à la maintenance des équipements, ensuite celles relatives à l'application de l'eau à la parcelle et la valorisation des eaux d'irrigation.

#### V.2.1- Exploitation du réseau d'irrigation:

L'exploitation optimale du réseau d'irrigation aspersion est fortement tributaire de la maîtrise et de la bonne conduite des irrigations par les usagers. A cet effet, l'implication des AUEA et la sensibilisation de leurs adhérents revêtent une importance capitale pour garantir les conditions requises pour une meilleure exploitation du réseau d'irrigation.

Les différentes actions inscrites au titre du plan de mise en oeuvre de la GPI pour l'exploitation des équipements externes du réseau d'irrigation sont présentées ci-après par tâche:

#### a- Exploitation des stations de pompage; A ce niveau il est prévu:

- le renforcement à partir de la prochaine campagne 1999/2000 de la concertation et de la coordination avec les AUEA pour arrêter conjointement les programmes d'irrigation, les dates de déclenchement des irrigations et la

mise en fonctionnement des stations de pompage. A cet effet, un programme de réunions est arrêté pour permettre à l'Office et aux usagers de suivre et de prendre conjointement les dispositions utiles pour assurer le bon déroulement des irrigations ;

- l'implication forte des AUEA à partir de 1999/2000 dans la rationalisation de l'exploitation des stations de pompage, et ce notamment par :
  - l'organisation avec les AUEA de campagnes de sensibilisation des usagers pour une bonne conduite des irrigations, afin d'assurer un fonctionnement optimal des installations de pompage et ne pas dépasser les puissances souscrites;
  - l'incitation à l'effacement en période de pointe (même partiel);
  - la communication aux AUEA de toutes les informations et renseignements utiles au sujet des améliorations escomptées et des gains qui en résulteront.
- La souscription des contrats d'énergie en mode tarifaire vert à partir de 2001/2002, ce qui permettra de profiter des tarifs avantageux qu'il présente. A partir de la troisième phase 2005-2010, les AUEA seront appelées à contracter l'abonnement auprès de l'ONE afin de pouvoir bénéficier de l'exonération de la TVA (7%).

#### *b - Distribution des eaux d'irrigation :*

A partir de la première année du plan d'action toutes les AUEA seront impliquées dans la réalisation de cette tâche notamment par l'appropriation et la prise en charge du gardiennage des chambres de vannes et la sensibilisation des usagers au respect des équipements et des emprises du réseau d'irrigation. Au niveau des sous-secteurs gravitaires elles participeront à l'établissement et la réalisation des tours d'eau.

#### *c - Exploitation des bornes d'irrigation:*

Les bornes d'irrigation constituent des organes stratégiques du réseau d'irrigation par aspersion par le rôle qu'elles jouent pour le fonctionnement du MMI dans les conditions requises de débit et de pression, et par la régulation du fonctionnement des équipements externes, notamment les stations de pompage.

A cet effet, il est prévu au titre du plan d'action de la GPI une appropriation de ces organes ainsi que la prise en charge de leur entretien par les usagers; l'ORMVAL pouvant assurer l'entretien pour le compte des usagers, de ces bornes, en particuliers les compteurs.

#### *d- Etablissement des états de consommation d'eau d'irrigation:*

Il s'agit d'une tâche non transférable étant donné que l'Office continuera à établir les rôles de redevances d'eau et à émettre les factures. Toutefois toutes les AUEA seront impliquées dans sa réalisation notamment dans les opérations de contrôle et de vérification des états de consommation d'eau. A partir de la dernière phase du plan, les relevés des compteurs seront effectués en présence des représentants des AUEA.

#### *e- Etablissement des rôles de redevances d'eau et émission des factures:*

A partir de 2002, la distribution des factures aux usagers sera confiée aux AUEA.

#### *f- Recouvrement des redevances d'eau:*

Les AUEA seront appelées à participer activement à cette opération par le renforcement de leur rôle au niveau des commissions locales de mise en valeur agricole, et par une intensification de la sensibilisation des usagers à s'acquitter de leurs dettes.

#### *V.2.2- Maintenance des équipements hydro-agricoles:*

En plus de l'exploitation du réseau d'irrigation, les AUEA seront impliquées dans les opérations de maintenance des équipements d'irrigation et des ouvrages annexes et ce dans le but:

- De faire approprier par les usagers et les AUEA, les ouvrages et équipements de proximité et les responsabiliser dans la prise en charge de leur maintenance.
- D'améliorer et préserver l'état de fonctionnement de ces équipements pour garantir la durabilité du service de l'eau ;
- De faire supporter par les usagers les charges d'entretien de certains

équipements afin de permettre à l'Office d'allouer les crédits attribués à la maintenance aux seules opérations et interventions dépassant les capacités techniques et financières des AUEA.

A cet effet, il est envisagé d'impliquer les AUEA dans les tâches suivantes:

- a)- diagnostic des équipements : les AUEA seront invitées à assister à cette opération et à renseigner les équipes du diagnostic de l'Office sur les anomalies observées sur les équipements et ouvrages de proximité.
- b)- Programmation des opérations de maintenance : Les AUEA seront en première phase d'abord informées des programmes de maintenance établis pour chaque sous-secteur, puis au cours de la deuxième phase, elles seront impliquées et associées dans la programmation de toutes les opérations de maintenance chacune dans sa zone d'action.
- c)- Maintenance des stations de pompage: S'agissant d'une opération nécessitant des compétences techniques et d'énormes moyens financiers, elle ne peut être transférée aux AUEA; Cependant celles-ci seront invitées à partir de la troisième phase du plan à assister à l'exécution des interventions pour prendre connaissance des coûts des travaux engagés et apprécier les niveaux d'améliorations générées.
- d)- Entretien du réseau d'irrigation, il y a lieu de distinguer :
  - La réparation des conduites de gros diamètre qui ne peut être transférée aux AUEA, mais qui pourront être saisies du programme établi par l'Office et des dates de rétablissement du service de l'eau pour en informer les usagers;
  - La réparation des conduites de petit diamètre pour laquelle les AUEA seront invitées à assister aux travaux de réparation dès la première phase du plan pour apprendre la technique. A partir de 2005 cette tâche sera prise en charge par les usagers et sa réalisation confiée aux AUEA avec l'assistance technique éventuelle de l'Office.
- e)- Entretien des pistes : La programmation des tronçons à entretenir sera établie en concertation

avec les AUEA, lesquelles seront invitées à assister à l'exécution des travaux à partir de la deuxième phase. Quant aux pistes secondaires, les AUEA seront appelées à participer à leur entretien à partir de l'année 2005 par une contribution soit en carburant soit par la mise à disposition des chantiers des matériaux et/ou de la main d'œuvre.

f)- Entretien des collecteurs d'assainissement : A partir de 2001, l'identification et la programmation des tronçons des collecteurs principaux à entretenir seront menées en concertation avec les AUEA. Aussi seront-elles appelées à contribuer en carburant ou en main d'œuvre pour l'entretien des collecteurs secondaires et assister à l'exécution des travaux.

A partir de 2005, l'Office mettra à la disposition des unions et/ou de la fédération d'AUEA à créer, les engins dont il dispose pour qu'elles se chargent entièrement de l'exécution des opérations précitées moyennant une facturation aux agriculteurs. L'Office apportera en cas de besoin l'assistance technique et veillera à la bonne réalisation des travaux.

*V.2.3/- Application de l'eau à la parcelle:*

Les principales actions inscrites au titre de cette composante revêtent une importance capitale pour l'amélioration du rendement de l'irrigation à la parcelle; Elles porteront sur:

*a/- Le renouvellement du MMI:* Cette action s'avère impérative et urgente dans le secteur R'Mel- Drader mis en eau depuis le début des années 80. Quant aux secteurs Plaine Ksar- Basses Collines, et Plaine Rive Droite cette opération sera entreprise ultérieurement.

Les AUEA seront appelées à sensibiliser les usagers pour le renouvellement ou l'entretien du MMI et à la bonne conduite des irrigations. En outre elles seront amenées à piloter les opérations par l'organisation des usagers concernés et la prise de contact avec les fournisseurs du matériel et la passation de contrats collectifs d'acquisition du MMI.

*b/- Nivellement :*

Au niveau des sous-secteurs gravitaires du secteur Plaine Rive Droite, il est nécessaire de maintenir un nivellement adéquat des terres aménagées pour assurer une bonne conduite de l'irrigation. Cette opération sera pilotée par les AUEA par une sensibilisation des usagers et leur organisation en vue de la réaliser collectivement.

*c/- Avertissement et pilotage des irrigations*

En plus des actions précitées, il s'avère opportun de mettre en oeuvre une stratégie d'avertissement et de pilotage des irrigations à la parcelle avec une implication des usagers en vue d'assurer une utilisation rationnelle des eaux d'irrigation et leur meilleure valorisation.

A cet effet, l'Office mettra en place à partir de 1999/2001 le dispositif approprié et communiquera ensuite aux AUEA toutes les informations nécessaires sous forme de conseils à faire diffuser aux usagers: déclenchement des arrosages, doses, etc ....

*d/- Introduction de nouvelles techniques d'irrigation:*

Les résultats du projet TCP mené avec l'appui de la FAO et de l'AGR en vue de l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation économisatrices de l'eau, seront diffusés à l'ensemble des usagers. Les AUEA seront amenées à piloter les opérations d'acquisition du matériel pour les usagers intéressés à l'instar de l'opération de renouvellement du MMI.

*V.2.4- Valorisation des eaux d'irrigation:*

En plus du processus qui sera engagé pour l'amélioration de la gestion du système d'irrigation et de la conduite des irrigations à la parcelle, il convient d'impliquer les AUEA dans la sensibilisation des usagers à une meilleure valorisation de l'eau pour améliorer leurs revenus agricoles ainsi que dans l'organisation des agriculteurs pour la maîtrise et le développement des circuits de commercialisation.

*V.2.5- Tâches diverses :*

*V.2.5.1- Instruction des requêtes :*

Les AUEA seront impliquées dans le traitement et l'examen des requêtes des usagers parvenus à l'Office. A partir de 2004, les usagers seront invités à

déposer leurs requêtes auprès des AUEA qui vont les présenter à l'Office pour les examiner conjointement.

*V.2.5.2- Police des eaux :*

Les AUEA seront invitées à assister à l'établissement des constats d'infraction et sensibiliser les usagers sur la gravité de leurs actes. A partir de 2002, elles seront appelées à signaler toutes les infractions constatées dans leurs territoires et en aviser les agents assermentés de l'Office pour établir les P.V. en leur présence. Les AUEA pourront bénéficier des pénalités à appliquer à l'encontre des contrevenants, pour les motiver à s'impliquer dans cette tâche.

La mise en oeuvre des actions inscrites

## **VI- MESURES D'ACCOMPAGNEMENT**

au titre du plan d'action pour la promotion de la GPI nécessite d'engager un certain nombre de mesures d'accompagnement portant principalement sur :

**VI.1- Formation et information :**

Quatre axes prioritaires de formation destinée au personnel d'encadrement et aux membres des conseils des AUEA sont définis et portent sur la sensibilisation des partenaires sur la GPI comme étant une alternative à la gestion actuelle, les méthodes d'approche et les techniques de communication, la maîtrise des outils de gestion et des composantes du service de l'eau et de la gestion de la maintenance des réseaux d'irrigation. Ainsi, un plan de formation de 11 modules est défini et devra accompagner la mise en oeuvre de la GPI.

**VI.2- Encadrement des AUEA :**

En plus du comité de pilotage de la GPI, déjà institué comprenant les différents responsables concernés de l'Office, trois cellules de promotion et de suivi de la GPI, constituées des agents de l'Office, septièmes membres des conseils des AUEA et des agents vulgarisateurs du terrain seront créées. Plusieurs indicateurs de suivi et d'évaluation des actions engagées sont définis et seront appréciés pour évaluer l'état d'avancement de la mise en oeuvre de la GPI et du degré d'implication des AUEA.

### VI.3- Textes réglementaires :

Si le bénéfice des subventions et des primes à l'investissement au profit des AUEA ne semble pas poser de problèmes particuliers, il est nécessaire de trouver une solution adéquate au crédit dont les AUEA ne peuvent pas profiter actuellement. Egalement les mécanismes réglementaires permettant le partage des gains engendrés par la GPI avec les usagers, doivent être arrêtés pour les inciter davantage et assurer la durabilité de ce mode de gestion alternative. A ce propos, il y a lieu d'assouplir les procédures de modifications des tarifs de l'eau.

### VI.4- Développement des moyens des AUEA:

Il est proposé de doter les AUEA des moyens logistiques nécessaires leur permettant d'exercer les activités prévues et les tâches qui leur seront confiées, notamment par l'aménagement des locaux à mettre à leur disposition, l'acquisition par l'Office de moyens de transport nécessaires et du mobilier et fournitures de bureaux.

Cependant, pour assurer leur pérennité, les AUEA seront appelées à développer leurs ressources financières qui proviendront :

- Des cotisations de leurs adhérents;
- Des primes que l'Office accorde annuellement aux meilleures associations;
- Des prestations de service qu'elles auront à effectuer dès la 2ème phase du plan d'action, notamment pour le renouvellement et l'entretien du MMI, la réalisation de plusieurs tâches d'entretien des équipements hydro-agricoles et éventuellement les approvisionnements en intrants ou la commercialisation des productions.

### VII- EXEMPLE D'ANALYSE DES IMPACTS DE CERTAINES ACTIONS, ET MECANISMES DE LEUR MISE EN OEUVRE

#### VII.1- Effacement durant les heures de pointe

##### VII.1.1- Impacts :

L'impact global, à terme, de cette action est évalué à une réduction de 10% de la

facture énergétique, correspondant à un effacement moyen de 2,5/24 heures, soit 50% de la période des heures de pointe du tarif MT4 en vigueur.

La réduction de la facture énergétique est estimée à  $70 \times 0,1 = 7$  M Dh/an dont 3 Mdh pour le relevage et 4 Mdh pour la mise en pression.

Les impacts se présenteront à terme comme suit :

a/ Pour les usagers : réduction de la facture relative à la taxe de pompage globalement de 4 M Dh/an.

b/ Pour l'Office :

- réduction de la facture énergétique de 7 M Dh
- pertes de produits (soit un manque à gagner par rapport à la situation actuelle) correspondant à la diminution des émissions de la taxe de pompage de 4 Mdh.

En termes de bilan, l'Office améliorera son compte d'exploitation du service de l'eau de 3 M Dh.

##### VII.1.2- Modalités de mise en oeuvre

Pour faire bénéficier les usagers du fruit de cette action, deux modalités sont envisageables :

a/ réduire la taxe de pompage de la fraction que représentent les 4 M Dh par rapport à l'émission annuelle de la redevance de l'énergie soit  $4/29 = 13,8\%$ .

La réduction de cette taxe serait alors :  $13,8\% \times 0,26 = 0,0358$  Dh/m<sup>3</sup>. Naturellement, cette réduction ne remet pas en cause le plan de rattrapage tarifaire prévu. Son effet équivalra à la réduction du plafond visé à terme (0,35 Dh/m<sup>3</sup>).

b/ Déterminer pour chaque cycle de facturation, et à posteriori, le coût réel de l'énergie de mise en pression, à faire supporter à terme par les usagers. La taxe de pompage à appliquer tiendra compte de la progressivité prévue par le plan de rattrapage tarifaire, en affectant ce coût réel du rapport de la taxe projetée par ledit plan durant l'exercice considéré, à la taxe cible, soit :

$$* \text{actuellement : TP} = \text{coût MP} \times \frac{0,26}{0,35}$$

$$* \text{à terme : TP} = \text{coût MP}$$

##### VII.1.3- Conditions et préalables :

a/ Révision de la procédure de fixation de la taxe de pompage, pour permettre à l'Office de déterminer, de faire valider et d'appliquer la taxe de pompage immédiatement à la fin de chaque cycle de facturation.

b/ compensation à l'Office de la perte de ses produits, en lui accordant une subvention, le cas échéant, de 4 M Dhs dans son budget de fonctionnement et ce eux égard à la diminution de la subvention du budget d'équipement de 7 M Dhs.

##### VII.2- Economie de l'eau

Cette économie estimée à 27% du volume pompé soit 40 Mm<sup>3</sup>, provient de trois actions:

- Renouvellement des bornes d'irrigation et du MMI: 22,5 Mm<sup>3</sup> pompés.
- Pilotage et avertissement à l'irrigation : 7,5 Mm<sup>3</sup> pompés
- Entretien des équipements externes (S.P, réseaux, canaux): 10 Mm<sup>3</sup> pompés.

##### VII.2.1- Renouvellement du MMI

###### VII.2.1.1- Impacts :

a/ Pour les usagers : réduction de la facture de l'eau globalement et à terme de :

$$22,5 \times \frac{\text{Vol. facturé}}{\text{Vol pompé consommé}} \times P$$

Avec P= Prix total de l'eau conséquente à la réduction du volume consommé (et non à la réduction du coût ou du tarif de l'eau)

$$\text{soit } 22,5 \times \frac{130}{150} \times 0,44 = 8,58 \text{ Mdh}$$

b/ pour l'Office

$$* \text{réduction de la facture d'énergie de : } 22,5 \times \frac{130}{150} \times 0,455 = 8,87 \text{ Mdh}$$

\* perte de produits, équivalente au gain des usagers de (8,58 M Dh).

###### VII.2.1.2 - modalités de mise en oeuvre:

Il n'y aura pas de mesure spéciale à prendre, car les usagers bénéficieront automatiquement du fruit de cette action, dès lors que les compteurs seront installés au niveau des prises d'eau.

Toutefois, il y'a lieu d'inciter les agriculteurs et leurs AUEA à renouveler leur MMI ou à le remplacer par le goutte à goutte, et ce par :

- l'encadrement technique;
- l'octroi de subventions et de primes à l'investissement:

Pour l'introduction de la technique d'irrigation en goutte à goutte la superficie prévue à terme serait de 5.000 ha soit:

\* subvention 5000ha x 30.000Dh/ha x 30% = 45.000.000 Dhs;

\* prime à l'investissement : 5000 ha x 2000 Dh/ha = 10.000.000 Dhs.

Pour le renouvellement du MMI (10.000 ha) la subvention à accorder serait de 7.500.000dh (taux de 10%) et la prime à l'investissement de 9.750.000 (650 dh/ha).

#### VII.2.1.3-Préalables :

Compensation des pertes de produits à l'Office au niveau du budget de fonctionnement.



# PROJET DE DEVELOPPEMENT DES ZONES FORESTIERES DU NORD OUEST DU MAROC

Direction Régionale des Eaux et Forêts du Rif-Tetouan

*La Direction Régionale des Eaux et Forêts du Rif-Tetouan a proposé le programme suivant aux membres de l' "Association Echanges Méditerranéens" dans le cadre de leur "4<sup>ème</sup> rencontre" :*

- *Présentation de ses activités*
- *lutte contre les incendies des forêts*
- *Parc urbain de Perdicalis à Tanger*
- *La problématique d'aménagement des bassins versant*
- *Cultures alternatives dans le Rif*
- *Developpement participatif des Zones forestières et pré forestières*

La Direction Régionale du Rif, située au nord ouest du Maroc, épouse les limites territoriales de la Région administrative Tanger Tétouan (11.570 Km<sup>2</sup>) qui est composée de 5 provinces à savoir: Tanger-Azilah, Charf-Beni Makada, Tétouan, Larache et Chefchaouen.

Le domaine forestier, dont la délimitation n'est pas totalement achevée y occupe environ 400.000 hectares repartis entre forêts naturelles (340.000 ha : chêne, cèdre, thuya, pins, sapin et essence secondaires) et reboisements (60.000 ha; résineux et feuillus).

La région compte une population qui dépasse les 2.000.000 d'habitants répartis entre urbains (56%) et ruraux (44%), avec une densité de 114 hab./Km<sup>2</sup> contre 37hab/Km<sup>2</sup> à l'échelon national.

La densité humaine conjuguée aux conditions naturelles exerce un impact négatif sur les formations forestières et la dégradation des sols (3000 t/Km<sup>2</sup>/an).

La rigueur de l'hiver et la faiblesse du revenu dans le monde rural obligent les

populations à prélever le bois de chauffage et de cuisson en forêt à raison de 50qx/ménage/an

Les populations dont l'appétit foncier ne cesse d'augmenter procèdent à des défrichements illicites pour augmenter la sole agricole.

Face à cette situation hautement préjudiciable à la pérennité des formations forestières et à la perte des sols, le Département des Eaux et Forêts, conscient de la gravité de la situation, s'est fixé comme objectif la préservation de l'assiette foncière, la sauvegarde de la biodiversité et la conservation du sol de l'eau et de la fertilité.

Les programmes d'action mis en œuvre pour atteindre ces objectifs se résument à :

- Parfaire la délimitation du domaine forestier pour sécuriser la propriété aussi étatique que privé et permettre ainsi d'amorcer le processus de mise en valeur des terres.
- Limiter les superficies incendiées par la mise en cohérence de tous les

moyens humains et matériels en présence dans la région dans le cadre d'un plan directeur de prévention et de lutte contre les incendies de forêts.

- Initier des projets intégrés de développement participatif dans les zones forestières et péri forestières.
- Préserver la biodiversité de la région et son éco-développement par la création d'un réseau d'aires protégées et parcs nationaux.
- Participer à la satisfaction des besoins du pays en produits ligneux par la mise en œuvre du plan directeur de reboisement qui prévoit le reboisement d'une superficie de 72000 ha durant la future décennie.
- Aménager des Forêts naturelles pour optimiser les rendements tout en assurant leur pérennité.
- Valoriser les filières non ligneuses (plantes médicinales, mellifères et aromatiques).
- Aménager les bassins versants dans une approche participative qui s'impose comme l'unique solution pour conserver les écosystèmes forestiers et permettre d'améliorer les revenus dans le monde rural.

## PARC URBAIN DE PERDICALIS A TANGER

Située à quelques kilomètres de ville de Tanger, Perdicalis du nom de son ancien propriétaire est un véritable jardin botanique de la flore autochtone. Le site qui s'étend sur 67 hectares, fait partie du domaine privé de l'Etat et géré par le Département des Eaux et Forêts.

A la faveur de l'étude du Plan Directeur sur les Aires Protégées de 1993, le domaine est déclaré Site d'Intérêt Biologique et Ecologique (SIBE), de par l'importance de la biodiversité qu'il héberge.

A l'extrémité ouest de la péninsule Tingitane, le site de Perdicalis constitue un mamelon de la nappe numidienne gréseuse, offrant un versant Nord donnant sur le Détroit de Gibraltar. Situé à proximité de l'agglomération de Tanger, le site représente une enclave "verte" au sein du périmètre urbain.

La végétation naturelle est à base de chênes (zène, liège et kermès). La strate arbustive est très diversifiée : Erica, phyllirea, arbutus, cistus etc.

L'intérêt faunistique principal du site provient incontestablement des migrations transcontinentales d'oiseaux entre l'Europe et l'Afrique à travers le détroit de Gibraltar. Le Détroit est en effet un des secteurs du monde les plus importants pour les migrations d'oiseaux. Le domaine de Perdicaris, ainsi que tout le chapelet boisé de la zone, constituent des lieux d'escale et des dortoirs indispensables à beaucoup de grands rapaces, comme ils le sont aussi pour d'innombrables passereaux.

Les passages concernent les Rapaces, les cigognes, les Grues, les guépiers, hirondelles, alouettes etc. Ils se déroulent du printemps à l'automne et sont étroitement liés à la force et à la direction des vents qui balaient le détroit.

Les espèces rencontrées dans la zone de Perdicaris sont: mammifères (24), oiseaux (60), reptiles (28).

Situé à la jonction des deux façades maritimes du Maroc: atlantique et méditerranéenne il constitue un lieu de rencontre des faunes typiques des plaines océaniques et celles du Rif et des régions méditerranéennes du nord du Maroc.

Dans le cadre de la protection de la nature et de la biodiversité, une

convention de coopération a été signée entre le département des Eaux et Forêts et la région Tanger-Tétouan en vue de l'aménagement de Perdicaris en parc urbain pour la détente et la sensibilisation des citoyens à la protection de leur environnement. La

Région PACA, que plusieurs conventions de coopération la lient à celle de Tanger-Tétouan participe activement à l'élaboration et la mise en exécution du plan d'aménagement du site de Perdicaris.

## LA PROBLEMATIQUE D'AMENAGEMENT DES BASSINS VERSANTS DANS LE RIF : ETAT DES LIEUX ET APPROCHE D'AMENAGEMENT

Les écosystèmes des bassins versants montagnards du Rif sont complexes, fragiles et très sensibles aux phénomènes érosifs ce qui plaide en faveur d'une approche globale et multidisciplinaire d'un développement durable de ces zones à travers sa démarginalisation et la participation de la population locale à des actions de développement qu'elles ont elles mêmes choisies.

En effet, le Maroc est confronté à un grave processus de dégradation de l'environnement et des écosystèmes forestiers. Ce processus lié aux sécheresses successives et à la forte pression démographique, met en danger l'économie nationale. Face à l'urgence et l'ampleur des actions à entreprendre, la mise en œuvre d'aménagements anti-érosifs et d'actions de développement rural dans le cadre du Plan National d'Aménagement des BV a permis de tester de nouvelles techniques et de nouvelles approches.

Les changements intervenus ces dernières années dans la conception et la mise en œuvre de programmes d'aménagement des BV obligent à revoir les modalités d'implication des populations et des intervenants. Ce nouveau partage des responsabilités s'appuie sur un mouvement très fort en faveur d'une implication accrue des populations dans la gestion de leurs ressources dans une perspective de durabilité. Cependant, malgré les efforts, ces projets ont montré leurs limites et on s'est interrogé sur les causes des résultats modestes obtenus. Si la participation des populations est donc une nécessité, son application dans le domaine de la gestion des ressources naturelles n'est pas toujours évidente.

Deux approches complémentaires ont été privilégiées pour aborder cette question : une approche analysant les problèmes de l'érosion à l'échelle régionale susceptible de définir les zones prioritaires d'intervention permettant de maximiser la rentabilité des investissements. La deuxième approche ayant trait à la prise en compte de la dimension humaine dans la conception et la mise en œuvre des projets de protection et de gestion (participative) des bassins versants.

Pour essayer de saisir ces deux aspects de l'aménagement des bassins versants, il a été fait référence à deux exemples tirés de l'expérience de l'auteur, il s'agit du plan directeur d'aménagement du B.V. de l'Ouergha et du Nakhla, tous les deux se trouvant dans la région du Rif occidental.

Concernant le choix des zones prioritaires d'intervention, il s'agit d'identifier les zones prioritaires à aménager à partir d'une évaluation multicritères. Cette identification implique des choix raisonnés à partir de critères cohérents spécifiques à chaque situation. La zone prioritaire est caractérisée généralement par: sa contribution à la sédimentation dans la retenue, par les conditions favorables à une mise en œuvre associant fortement les populations, par la diversité des situations agro socio-économiques ....

En somme, l'aménagement des bassins versants est devenu très complexe. Il exige une banque de données, des séries d'observations de longue durée, l'écoute attentive de la mémoire collective, l'analyse minutieuse du terrain et ses connexions, de son fonctionnement et de ses réactions.

# PROJET DE DEVELOPPEMENT PARTICIPATIF DES ZONES FORESTIERES ET PERIFORESTIERES DE LA PROVINCE DE CHEFCHAOUEN

## BENEFICIAIRES DU PROJET

La population rurale de la province ; soit 80 000 personnes réparties sur 200 douars.

## OBJECTIF GENERAL

Améliorer durablement les conditions de vie des populations rurales concernées par le projet.

## OBJECTIFS SPECIFIQUES

Gestion participative, valorisation et aménagement intégré des espaces agricoles et forestiers.

Augmentation et diversification des revenus.

Amélioration de l'accès aux infrastructures de base.

La réalisation de ces objectifs se mesure par :

Les surfaces agricoles et forestières aménagées et gérées en concertation avec les populations.

Niveau et sources de revenus.

Taux de fréquentation des infrastructures et d'utilisation des équipements de base.

## Caractéristiques de la zone

La province de Chefchaouen est située au Nord du Maroc, dans le Rif Occidental. A caractère accidenté, elle couvre une superficie d'environ 435 000 ha répartie comme suit :

- Forêts 170 000 ha
- Terres cultivables (SAU) 164 284 ha (dont 5 % irriguées)
- Parcours et incultes 105 716 ha
- La densité de la population et de 101 habitants par km<sup>2</sup>.

L'agriculture occupe environ 90 % de la population active du milieu rural.

## Zone agro-écologique

Six pôles agro-écologiques couvrant l'ensemble de la province de Chefchaouen peuvent être définis comme suit :

- Pôle du Parc Naturel de Talassemtane.
- Pôle de la suberaie.
- Pôle de la frange méditerranéenne.
- Pôle de bœuf favorable.
- Pôle d'agriculture marginale.
- Pôle de la cédraine-chêne

## RESULTATS

La participation des populations au développement de la province est accrue.

Les massifs forestiers sont préservés et gérés avec la participation des populations.

La biodiversité dans le parc de Talassemtane est préservée.

La productivité des terres en bœuf et des terres irriguées est améliorée.

La propriété foncière dans la périphérie des forêts est sécurisée.

La productivité de l'élevage caprin et bovin laitier est améliorée.

Des infrastructures de base sont réalisées.

Le projet sera basé sur une approche participative. Les communautés rurales seront considérées comme de véritables partenaires avec lesquels sera élaborée la programmation des actions.

## ORIGINE DU PROJET

Ce projet fait suite à une requête présentée par le Département des Eaux et Forêts.

## DUREE DU PROJET

Cinq ans dont la première année a été consacrée à la mise en place des structures du projet .

## ORGANISATION DU PROJET

Le Département des Forêts est l'ordonnateur du projet.

La Direction Provinciale de l'Agriculture de Chefchaouen (DPA) est l'ordonnateur délégué du projet.

Une unité de gestion du projet (UGP) est coordonnateur provincial.

La coordination au niveau central est assurée par un comité national de pilotage du projet.

Au niveau provincial la coordination est assurée par un comité provincial de suivi et de coordination sous la présidence du gouverneur de Chefchaouen; ce comité doit se réunir chaque trimestre .

Les comités opérationnels localisés au niveau des centres de développement forestier (CDF) et des centres de travaux (CT) ont un rôle d'animation et d'appui aux communautés rurales, et de suivi des réalisations sur le terrain; ils constituent une interface entre les populations et le projet.

## COUT DU PROJET

Le coût du projet s'élève à 375,6 millions de dirhams dont 258 millions financés par l'Union Européenne (69%); 90,5 millions par l'Etat Marocain (23,8%) et 27,2 millions par les populations bénéficiaires (7,2 %)

## MAITRE D'ŒUVRE

Département des Eaux et Forêts et de Lutte Contre la Désertification.

## PLAN DIRECTEUR DE PREVENTION ET DE LUTTE CONTRE LES INCENDIES DE FORETS DANS LE RIF

Comme dans le reste du bassin méditerranéen, la région du Rif se caractérise par de longues périodes estivales présentant des températures élevées et un taux d'humidité relative faible. D'autre part, la végétation forestière existante est pyrophyte et présente une inflammabilité élevée.

Ces conditions climatiques font que les masses forestières du RIF sont exposées à la menace des incendies qui affectent tous les ans des centaines d'hectares, entraînant d'importantes pertes écologiques et économiques.

Pour combattre ce grave problème, il convient de pouvoir disposer d'un plan qui permette d'aborder la prévention des incendies, consistant à éviter le déclenchement des incendies ou encore de limiter leur propagation en cas d'éclosion, ainsi que leur extinction à l'aide d'un dispositif doté des moyens humains et matériels appropriés.

Dans le cadre de la Convention de collaboration entre le Département des Eaux et Forêts et de la lutte contre la désertification et le Gouvernement Régional d'Andalousie, un Plan Directeur de Prévention et de Lutte contre les Incendies des Forêts du RIF a été élaboré en collaboration avec nos collègues espagnols.

La cartographie exhaustive des formations forestières en fonction de leur degré d'inflammabilité conjuguée aux autres cartes thématiques (équipements infrastructures topographie accessibilité etc.) ont permis de dresser actuelle et de mettre en relief les insuffisances à combler pour atténuer le risque qu'encourent les massifs forestiers dans la région.

Les différentes constatations et propositions ont été déclinées dans un plan cohérent qui privilégie la prévention en donnant aux gestionnaires locaux tous les moyens logistiques

humains et matériels de lutte en cas d'incendies.

La lutte contre les incendies de forêts mobilisait en plus des services étatiques toute la population dont l'intervention était spontanée automatique et le cas échéant imposée par la loi. A l'usage il a été relevé un manque d'efficacité de ces populations qui n'ont aucune formation dans les techniques de lutte contre les incendies de forêts.

Dans le cadre du plan directeur l'une des nouveautés est celle de former des équipes spécialisées dans la lutte contre les incendies équipées de matériel adéquat. C'est dans cet ordre d'idée que des équipes ont été formées à Chefchaouen et ont donné des résultats satisfaisants sur le terrain.

# PROJET "INTRODUCTION ET DEVELOPPEMENT DES CULTURES ALTERNATIVES DANS LE RIF"

## DONNEES GENERALES SUR LA ZONE DU PROJET

### 1. Situation géographique et physique:

Le projet concerne les Provinces de Chefchaouen et Al Hoceima, axées autour de la chaîne du Rif selon une orientation horizontale (ouest-est), montagnes qui tombent le plus souvent à pic sur leur flanc nord dans la Méditerranée.

Le climat y est très diversifié, selon l'orographie, l'altitude et l'exposition des sous-régions, la pluviométrie variant de 200 à 2000 mm par an, avec toujours une période de sécheresse prolongée durant l'été.

Ces deux Provinces totalisant un peu plus d'un million d'habitants à elles deux, ne présentent que deux agglomérations importantes, celle de Chefchaouen (environ 40.000 habitants) et celle d'Al Hoceima (90.000 habitants).

Toutefois, la densité de la population atteint jusqu'à 130 habitants/km<sup>2</sup>, le niveau d'analphabétisme 75% (plus de 90% chez les femmes), et les parcelles agricoles sont en moyenne de moins d'un tiers d'hectare.

### 2. Infrastructures existantes :

La région, restée longtemps en marge des flux économiques du Royaume, est desservie principalement par une route de montagne longeant la dorsale calcaire du Rif, avec une autre route principale reliant la partie centrale de cette chaîne montagneuse à la ville de Fès au sud.

Il n'existe d'hôpital que dans les deux villes donnant leur nom aux Provinces respectives, et les établissements d'enseignement secondaire ne se trouvent que dans quelques chef-lieux de cercles.

L'infrastructure hôtelière est également circonscrite aux deux seules villes précitées.

### 3. Economie de la zone du projet :

Dans ces conditions socio-économiques extrêmes, le Kif s'est imposé ces

dernières décennies comme étant la monoculture par excellence. Il s'agit là de la culture de rente, des cultures vivrières étant pratiquées çà et là pour les besoins de subsistance de la population locale.

### 4. Potentialités et contraintes :

La majeure partie de ces deux Provinces, le long de la chaîne même du Rif, est à vocation exclusivement forestière. La difficulté d'accès, l'orographie et le climat extrême rendent quasi impossible toute velléité de développement macro-économique.

Les possibilités réelles de développement de secteurs tels que le tourisme de montagne, la récolte d'herbes aromatiques ou médicinales, l'arboriculture fruitière ou l'élevage caprin extensif ne sauraient toutefois subvenir aux besoins d'une population aussi dense avec de surcroît un des taux d'accroissement naturels les plus forts du Maroc.

## FICHE DU PROJET

### Phase I :

Le projet de l'Union Européenne d'"Introduction et développement de cultures alternatives dans le Rif " a fait l'objet d'une première phase, mise en œuvre par la Caisse Nationale de Crédit Agricole (C.N.C.A.) de 1994 à 1997. Ce programme prévu initialement sur une période de trois années, a été reconduit à trois reprises jusqu'à l'année 2000.

Il proposait un développement exclusivement agricole, en quatre rubriques :

- 1= Culture d'amandier, de jojoba et de raisin de table
- 2= Elevage caprin intensif
- 3= Autres cultures nouvelles (non définies)
- 4 = Etude de commercialisation

Après une première mission d'experts de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat, les activités prévues par le projet furent remodelées comme suit :

- 1= L'amandier et le jojoba furent

remplacés par pommiers, poiriers, anoniers et avocats.

- 2= L'élevage caprin n'a été abordé qu'en 1999. Trois chèvres ont été installées, salle de traite comprise, chez autant d'agriculteurs.
- 3= La rubrique a priori la plus porteuse de ce projet dit " alternatif " était la rubrique " autres cultures nouvelles ", où le champ était donné libre à la recherche de possibilités. Cette rubrique s'est toutefois limitée à une expérience d'apiculture, mise en place chez un couple de jeunes agriculteurs à partir de 1997.
- 4= L'étude de commercialisation a été effectuée au printemps 2000.

### Phase II :

Le projet "Introduction et Développement des Cultures Alternatives dans le Rif, Phase II", entre l'Union Européenne et l'Agence pour la Promotion et le Développement Economique et Social des Préfectures et Provinces du Nord du Royaume se propose de mettre en place trois types d'activités agricoles alternatives, une rubrique budgétaire définie étant allouée à chacune d'entre elles.

Il s'agit de plantations d'arboriculture fruitière et vigne (budget de 120.000 EUROS), d'élevage caprin (budget de 120.000 EUROS) et d'apiculture (budget de 78.000 EUROS).

Le contrat de subvention MAR/B7-6210-97-0775 recommande par ailleurs d'établir les activités suivantes:

- Etablir 5 parcelles de fruitiers et vigne, incluant les forêts incluses dans le projet GEFRIFF pour ce qui concerne la province de Chefchaouen, et dans la province d'Al Hoceima, avec la seule précision qu'une parcelle devra être sise dans la zone méditerranéenne de Bni Boufrah.
- Etablir quatre stations d'élevage caprin, deux dans chacune des provinces concernées.
- Etablir deux stations apicoles, situées dans chacune des provinces concernées.

## STRUCTURE DU PROJET

Le projet "Introduction et Développement des Cultures Alternatives dans le Rif, Phase II" est codirigé par M. Anegay, directeur national représentant l'A.P.D.N., et M. Moreno, assistant technique de longue durée à la charge de la Commission Européenne. Le siège du projet est sis à la D.P.A. de Chefchaouen. La Cellule de Direction du projet s'appuie sur quatre techniciens de la D.P.A. :

- M. Elyamani, ingénieur agronome à la D.P.A. de Chefchaouen
- M. Taji, du C.T. de Bab Berred
- M. Ayache, du C.T. de Targuist
- M. Bouzid, du C.T. de Bni Boufrah

### Localisation des actions du projet :

La situation définitive correspond à 14 agriculteurs ou groupements, dont 5 en arboriculture fruitière (4 x 2 hectares de vigne, 1 x 2 hectares en amandier), 6 en élevage caprin (dont 2 femmes) et 3 groupements pour l'apiculture, tels que consignés dans le tableau ci-dessous

Ces différentes expériences pilotes seront mises en place à partir de janvier 2003.

## INSERTION DES ACTIVITES DU PROJET "INTRODUCTION ET DEVELOPPEMENT DES CULTURES ALTERNATIVES DANS LE RIF, PHASE II" DANS LE PROGRAMME "SYSTEMES ALTERNATIFS"

L'Agence a intégré le projet "Introduction et Développement des Cultures Alternatives dans le Rif, Phase II", mis en œuvre avec l'assistance de la Commission Européenne, dans son programme de développement intégré dans la zone, consciente du fait que l'alternative au problème du cannabis ne saurait être exclusivement agricole.

Parmi les actions parrainées par l'Agence pour améliorer les conditions de vie des populations du Rif Central, on peut citer :

- l'électrification rurale ;
- l'adduction d'eau potable ;
- la construction de routes rurales pour aider au désenclavement ;
- les constructions de bâtiments scolaires (en particulier d'internats et de foyers de jeunes filles) ;
- la construction de dispensaires ;

- des actions pour la protection de la forêt et des ressources sylvicoles (comme les fours améliorés pour un meilleur usage des ressources périforestières et un allègement de la charge de travail des femmes) ;
- le développement du tourisme rural ;
- la création et l'appui aux coopératives pour l'élevage caprin, la cuniculture, l'aviculture ;
- le recours à des plantations productives dans les sous-régions qui s'y prêtent.

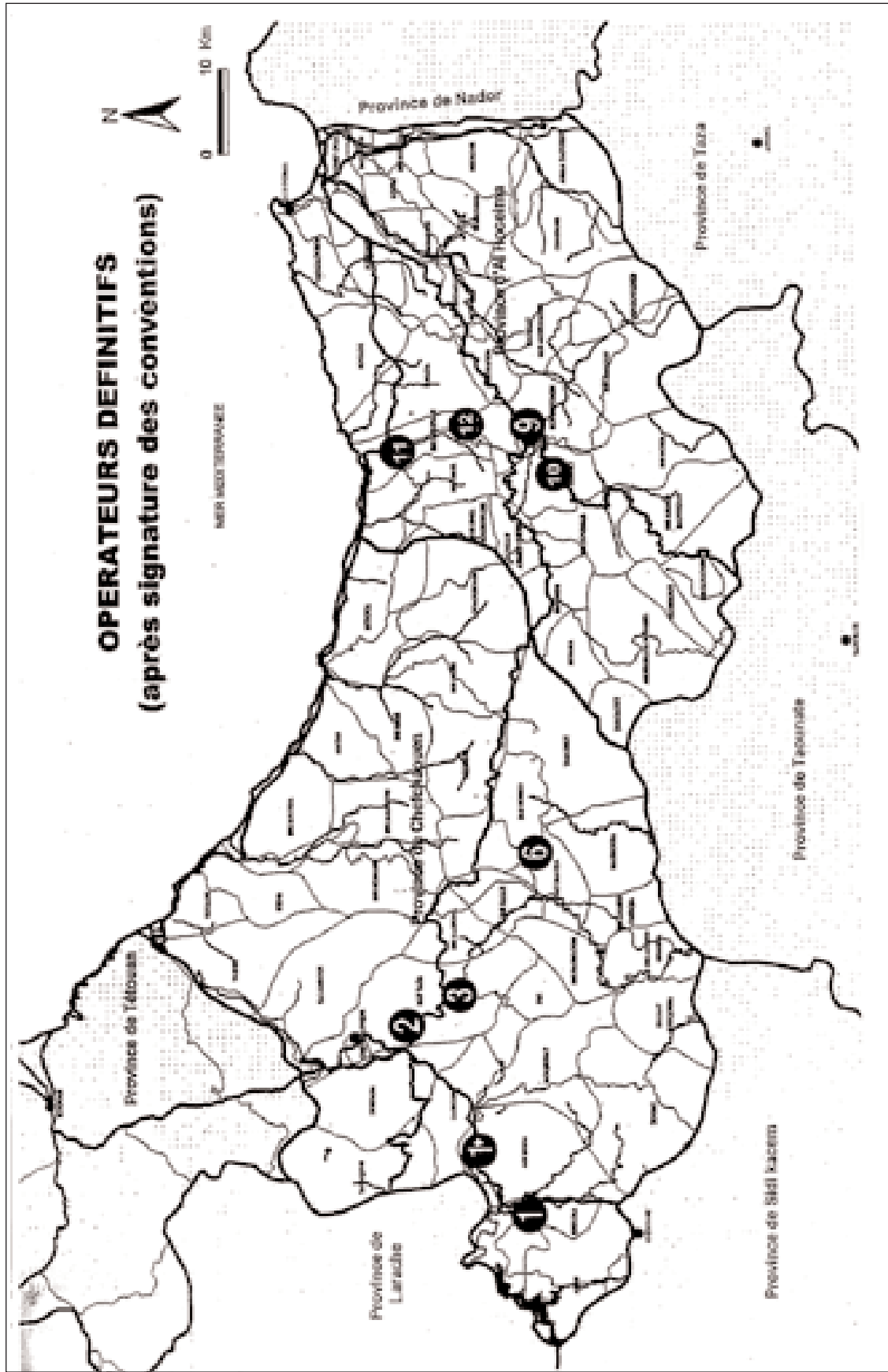
Des assortiments d'actions du type de celles citées ci-dessus sont entreprises de façon ciblée pour chaque sous-région du Rif Central, et constituent ainsi des systèmes alternatifs à la monoculture du cannabis, en plus de l'introduction de cultures à haut rendement, variant suivant les normes pédoclimatiques des différentes zones.

### Province de Chefchaouen :

Communes rurales	Arboriculture fruitière	Elevage caprin	Apiculture
<b>Ain Beida/Brikcha</b>	1 agriculteur vigne	2 agriculteurs	1 association de 7 personnes.
<b>Baba Taza</b>	1 agriculteur vigne	1 agricultrice	-
<b>Oued Malha</b>	1 agriculteur vigne	1 agricultrice	-

### Province d'Al Hoceima :

Communes rurales	Arboriculture fruitière	Elevage caprin	Apiculture
<b>Beni Boufrah</b>	1 agriculteur vigne	1 agriculteur	1 coopérative de 15 personnes.
<b>Sidi Boutmime</b>	1 agriculteur amandier	-	-
<b>Zarket</b>	-	1 agriculteur	1 groupement de 4 personnes.



1	Douar Beelouta - 3 Opérateurs 2EC, 1Api	6	Douar Khizana - 1 Opérateur IEC	11	Village de Bni Boufrah - 2 Opérateurs IEC, IAF	IEC, Elevage Caprin IAF, Arboriculture fruitière IApi, Apiculture
2	Douar Agrazene - 1 Opérateur IAF	7	Douar Ankoud - 2 Opérateurs IEC, IAF	12	Douar Agni - 1 Opérateur IApi	
3	Douar BniZid - 1 Opérateur IAF	8	Douar Taourirt - 1 Opérateur IAF			
		9	Commune de Zerket - 2 Opérateurs IEC, IAF			

## PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DE OUED LAOU

### Cadre Général :

#### 1- SITUATION ET MILIEU NATUREL

La zone d'action du projet s'étend sur 668 km<sup>2</sup> couvrant les communes rurales de Bni Saïd, de Oulad Ali Mansour et de la commune urbaine d'Oued-Laou dans la province de Tétouan (406 km<sup>2</sup>) et les communes rurales de Tassift et de Tizgane dans la province de Chefchaouen (262 km<sup>2</sup>).

Le régime hydrologique de la zone est soumis à l'influence méditerranéenne, avec des apports essentiellement répartis entre les mois d'Octobre et Mai. L'apport moyen de l'Oued Laou est de 358,7 Mm<sup>3</sup> par an, avec un débit variant de 15 à 70 l/s.

Les eaux superficielles sont actuellement régularisées par le barrage Ali Tailat, construit en 1934, et dont la capacité a diminué de 82% en raison des apports solides.

#### 2- POPULATION ET ASPECTS DÉMOGRAPHIQUES

Selon les données du RGPH 1994, l'ensemble des communes incluses dans la zone d'intervention du programme compte une population de 35.917 habitants, soit 5.653 ménages. La taille moyenne des ménages est de 6.34 personnes, supérieure à la moyenne de la province de Tétouan (5,71 personnes) et similaire à celle de Chefchaouen (6,25 personnes).

La population urbaine est concentrée dans la Municipalité de Oued Laou et atteint 7.575 habitants; ce qui représente 21 % de la population totale de la zone d'intervention. Les 28.272 autres habitants (12.151 dans la province de Tétouan et 16.121 dans celle de Chefchaouen) se situent en milieu rural, dans 98 douars dont 12 avec une population supérieure à 500 habitants chacun.

#### 3- ACTIVITES ECONOMIQUES

3-1. L'agriculture est essentiellement vivrière, avec une prédominance des cultures fourragères et du maïs. La forte concurrence venant

d'autres zones du pays et l'inadaptation des exploitants locaux aux nouvelles techniques, ont dirigé les agriculteurs vers des activités d'élevage et fourragères bien que les conditions des sols ne soient pas les plus adéquates.

La surface du périmètre d'irrigation est de 1.358 ha dont 661 ha sur la rive droite et 697 ha sur la rive gauche.

L'élevage est principalement tourné vers la production du lait.

3-2. La pêche constitue l'autre grand secteur d'activité de la zone d'intervention du programme ; elle y est essentiellement côtière et pratiquée artisanalement à l'aide de canots, non motorisés pour la plupart. Les pêcheurs se concentrent à Oued Laou et Kaâ Asras, totalisant presque 700 canots de pêche bien que les canots vraiment actifs se réduisent à une centaine. Les mauvaises conditions dans lesquelles se déroulent les activités de la pêche et l'inexistence des infrastructures à Oued Laou sont à l'origine de leur déplacement à Mdiq.

3-3. La forêt est également un secteur important dans les communes concernées par le programme, notamment dans celle de Bni Saïd. Elle constitue une réserve foncière pour les cultures, un lieu de parcours et une source d'énergie.

3-4 L'activité artisanale est concentrée dans la commune de Bni Saïd, avec la poterie Faran Ali, dans laquelle travaillent près de 200 familles de 7 douars.

3-5. les services : Oued Laou concentre les services liés à l'Administration (collège, Centre de Santé, Centre de Travaux agricoles, sous délégation des Affaires Maritimes, prison et une agence du Crédit Agricole, bureau de poste), et environ 100 fonctionnaires sont en poste. Dans les autres communes, à l'exception des écoles primaires et des dispensaires, il n'existe aucun service de l'administration.

3-6. l'activité touristique balnéaire a été développée, notamment à Oued Laou et, en moindre mesure, à Kaas

Aras. Les touristes sont à 95% marocains avec une saisonnalité fortement accusée. Les capacités d'hébergement sont assez faibles (trois hôtels non classés) et des restaurants populaires ouverts pendant l'époque estivale.

#### 4- INFRASTRUCTURES DE BASE

Les infrastructures de base présentent des déficiences importantes, notamment dans le milieu rural de la zone d'intervention. Le réseau d'adduction d'eau potable est insuffisant et n'atteint que 60% des ménages. Le reste des ménages doit s'alimenter en eau à partir, majoritairement, des puits et des sources qui existent. L'augmentation de la population en été contribue à compliquer la situation.

Seuls 24% des ménages ont accès au branchement au réseau de distribution électrique, qui atteint les centres de Oued Laou et Kaas Asras et les alentours des routes.

Il n'existe pratiquement pas d'énergie électrique dans les communes rurales de la zone d'intervention. Le bois continue à être une importante source d'énergie, provoquant d'importantes retombées environnementales sur les ressources forestières de la commune.

Le manque d'un réseau de canalisation et de traitement des eaux usées à Oued Laou est probablement la déficience majeure du centre. L'assainissement est assuré par des fosses septiques et des puits perdus, ce qui entraîne des risques de pollution de la nappe phréatique très proche de la superficie.

Aucun ramassage ni traitement des ordures ménagères n'est effectué. Des décharges sauvages sont faites dans la Nature ou dans des terrains non bâtis.

Enfin, l'accès à la zone objet du programme se fait à travers la route côtière Tétouan-El Jebha. La route est étroite (4 mètres) et possède de nombreux virages. L'accès aux communes de Bni Saïd et Oulad Ali Mansour se fait à partir de la route Oued Laou-Chefchaouen par Talambote, route qui remonte le cours de l'oued vers l'amont.

## 5- EQUIPEMENTS SOCIAUX

L'action du Ministère de l'Education Nationale est présente dans les communes à travers le collège de Oued Laou et différentes écoles primaires dans les douars.

Il existe un Centre de Santé Communal dans le Centre de Oued Laou, avec 1 médecin, 9 infirmiers et une ambulance. Bni Saïd dispose d'un dispensaire non médicalisé et il existe deux dispensaires avec 3 infirmiers dans la commune de Tizgane.

Les centres sociaux existants sont situés à Oued Laou: un foyer féminin ou centre d'apprentissage pour les filles, dans les filières de couture et broderie, une garderie d'enfants et un terrain de sport sommaire.

### Activités du programme:

Le programme de développement intégré d'Oued-Laou s'inscrit dans le cadre de la coopération entre l'Agence de Promotion et de Développement Economique et Social des Préfectures et Provinces du Nord du Royaume (APDN) et l'Agence Espagnole de Coopération Internationale (AECI).

Le projet est programmé sur une durée de 3 ans.

Le montage financier est comme suit :

- APDN : 17,200 MDH
- AECI : 13,200 MDH
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural : 0,700 MDH
- Département Eaux et Forêts : 1,800 MDH (fourniture des plants d'arbres forestiers, encadrement)
- Ministère de la Pêche Maritime : 13,300 MDH (Point de Débarquement Aménagé)
- Ministère de l'Artisanat et de l'Economie Sociale (MAES) : 400.000 DH
- Communes : 0,400 MDH
- Bénéficiaires : 0,800 MDH (travaux manuels)
- construction d'un Point de Débarquement Aménagé à Oued-Laou: 25.MDH (APDN: 12 MDH, MPM: 13 MDH)
- appui à l'Association des pêcheurs: 0,300 MDH (MPM)
- reboisement de 1.300 ha dans la forêt de Béni Saïd: 10 MDH (APDN: 2,7 MDH, AECI: 5,1 MDH, Eaux et Forêts: 1,4 MDH, Bénéficiaires: 0,800 MDH)
- plantations fruitières dans les communes d'Oued-Laou et de Béni Saïd: 1,800 MDH (APDN: 1,6 MDH, MADR: 0,200 MDH)
- Introduction de nouvelles cultures: 0,350 MDH (AECI: 0,150 MDH, Eaux et Forêts: 0,150 MDH, Bénéficiaires: 0,050 MDH)
- appui à l'Association des Usagers des Eaux Agricoles d'Oued-Laou et formation en gestion des réseaux d'irrigation: 0,300 MDH (AECI)
- réhabilitation d'une piste forestière sur 8 km dans la forêt de Béni Saïd: 0,300 MDH (AECI)
- actions relatives à la sensibilisation à l'économie d'énergie et la consommation du bois (distribution de fours collectifs améliorés): 0,300 MDH (AECI: 0,200 MDH, Eaux et Forêts: 0,100 MDH)
- réhabilitation du réseau d'irrigation dans la rive droite de l'Oued Laou : communes rurales de Tassift et de Tizgane (Province de Chefchaouen) et dans la rive gauche : commune rurale de Béni Saïd et Municipalité d'Oued-Laou (Province de Tétouan): 2.050 MDH (APDN: 0,400 MDH, AECI: 1,350 MDH, MADR: 0,300 MDH)
- élaboration d'une étude de viabilité touristique: 0,900 MDH (AECI)
- appui au secteur de l'artisanat local : construction d'un hall d'exposition et de vente des produits, organisation en coopératives et commercialisation des produits: 0,700 MDH (MAES: 0,400 MDH, APDN: 0,200 MDH, Commune –terrain- : 0,100 MDH)
- formation des bénéficiaires des actions du projet: 0,300 MDH (Communes)
- évaluation finale du projet: 0,230 MDH (AECI)

# PERIMETRE D'IRRIGATION MOYEN SEBOU ET INAOUEN AVAL

★★★★

## Fiche technique de la fédération Sebou des AUEA du secteur II

### Situation géographique

La zone du Projet Moyen Sebou et Inaouèn Aval est située à 60 km de la ville de Fès, dans les piémonts du Rif.

Consistance : Le Projet intéresse une superficie de 15.000 ha sise le long des rives des Oueds Sebou et Inaouèn depuis le barrage Idriss Ier jusqu'à l'entrée de la plaine du Gharb.

Administrativement le Périmètre relève de la Wilaya de Fès et des Provinces de Taounate et de Sidi Kacem.

### Climatologie :

Le climat est de type méditerranéen avec une influence continentale favorable pour le développement d'une large gamme de cultures. Les températures moyennes oscillent entre 11°C pendant l'hiver et 30°C pendant l'été. La pluviométrie moyenne est de 386mm.

### Ressources en eau :

Le réseau hydrographique comprend l'Oued Sebou et ses affluents (Inaouen et Lebenne) avec un apport moyen annuel de 2 milliards de mètre cube. L'alimentation du périmètre est assurée

par une station de pompage principale sise sur la rive gauche de l'Oued Sebou et de trois stations de reprise. Les eaux sont régularisées par le complexe hydraulique Matmata-Idriss 1er d'une capacité de 1,3 milliards de m<sup>3</sup>. La dotation allouée au périmètre est de 120 millions de m<sup>3</sup>/an.

Aménagement hydro agricole au niveau du secteur II

- \* Superficie aménagée: 3500 ha
- \* Population concernée: 8000 habitants
- \* Remembrement des propriétés agricoles
- \* Amélioration foncière des terres agricoles (défrichement, défoncement et nivellement)
- \* Stations de pompage: 4 ( SP4, SR1, SR2 et SR3)
- \* Réseau d'irrigation : 82 Km en canaux portés
- \* Réseau de piste : 45 Km
- \* Réseau d'assainissement :
  - interne : 58 Km
  - externe : 27 Km

### Mise en Valeur Agricole:

Le projet vise principalement l'introduction des cultures :

- Hautement rémunératrices

- Employant de la main d'œuvre
- Permettant une meilleur valorisation agro industrielle.
- Optimisant l'utilisation de l'eau d'irrigation

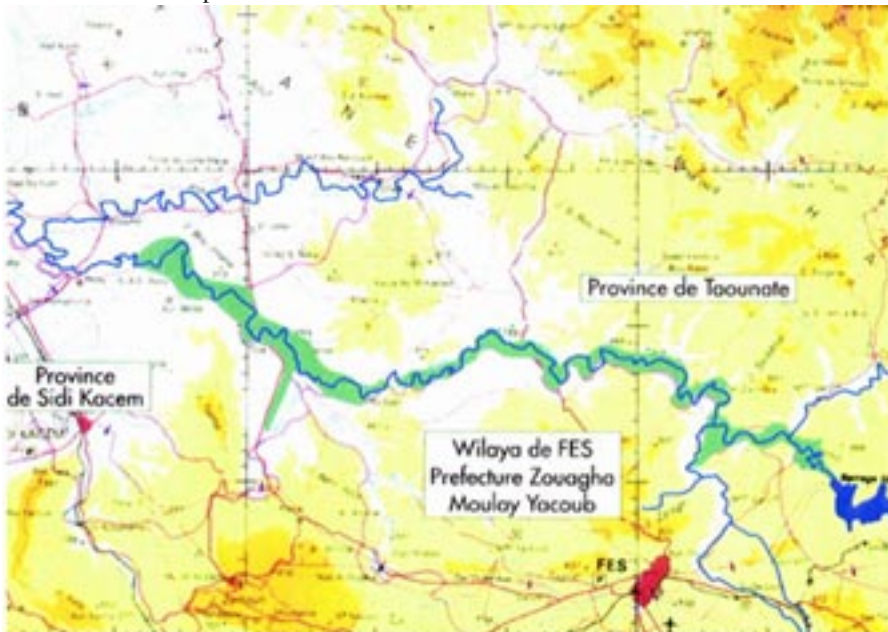
### Aspect institutionnel

Constitution des associations des usagers de l'eau agricoles ( AUEA) :

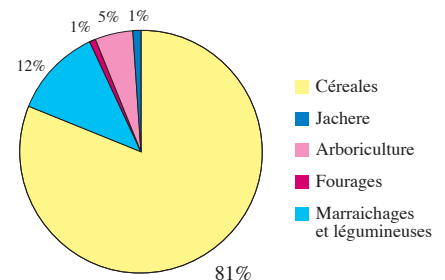
L'aménagement et l'exploitation des infrastructures du secteur II sont conçu dans un cadre de partenariat entre l'Etat (Ministère de l'Agriculture) et les agriculteurs bénéficiaires organisés en quatre AUEA créés entre 1995 et 1996 sur la base de trois critères principaux à savoir :

- Affinité ethnique et cohésion sociale
- Unicité administrative.
- Indépendance hydraulique

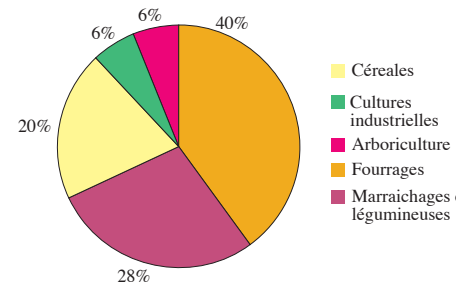
Ces AUEA sont regroupées en une fédération dite "Sebou". Cette constitution est aussi dictée par la conception hydraulique des aménagements qui impose deux niveaux d'exploitation et de gestion :



Assolement avant projet



Assolement avec projet





- Celui des ouvrages communs aux diverses AUEA sous la responsabilité de la fédération ;
- Celui des réseaux de distribution aux usagers, à la charge de chaque AUEA.

Rencontre du Directeur Général de la FAO avec les membres du bureau de la fédération lors de sa visite au périmètre Moyen Sebou (Nov 2000)

#### Cadre de partenariat

Le cadre juridique et réglementaire qui régit le fonctionnement du secteur II se présente comme suit :

La nouvelle stratégie de développement et de gestion de l'irrigation est basée sur le partenariat entre l'Etat et les usagers.

L'objectif visé est le partage des rôles et des responsabilités ainsi qu'une implication effective des usagers organisés en AUEA dans la gestion des systèmes d'irrigation qui les concernent.

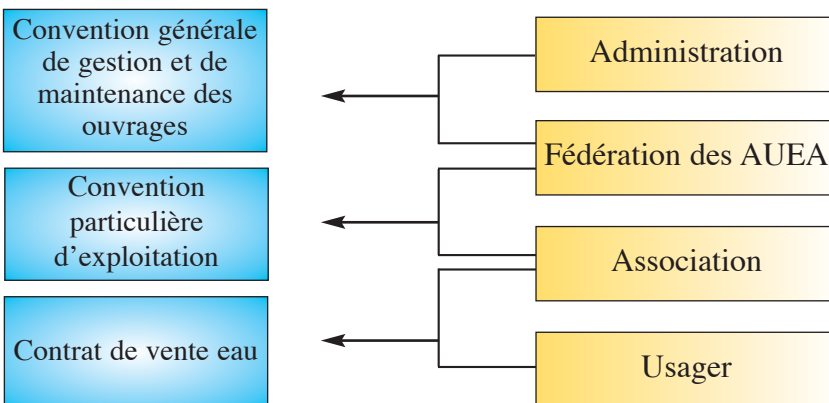
Cette nouvelle approche est instituée dans l'objectif d'une gestion durable et efficace des ressources en eau.

En effet, ce système de gestion présente plusieurs atouts visant l'économie de l'eau à savoir :

- Le personnel technique, étant recruté directement par la fédération et ses AUEA, ce qui procure plus d'efficacité au niveau de l'exécution des tâches (disponibilité, contact permanent,

motivation...)

- La fédération étant maîtresse de ses décisions, cela permet la réalisation des opérations d'entretien et de maintenance dans les délais impartis permettant ainsi la pérennité des ouvrages.
- Une tarification binomiale conçue sur la base du prix de revient du mètre cube d'eau pour couvrir l'ensemble des charges relatives au service de l'eau.
- La fédération ayant le pouvoir de sanctionner tout acte non conforme au règlement de l'eau (vandalisme, non paiement des redevances, ...), ceci permet de limiter au maximum les pertes d'eau.
- Une implication directe dans la facturation et le recouvrement de la redevance d'irrigation (Taux de recouvrement qui dépasse les 80%)
- Une irrigation à la parcelle par des siphons tubulaires permettant une utilisation rationnelle et efficace de l'eau d'irrigation.



# L'EAU A FES, SYMBOLE D'UNE CIVILISATION URBAINE

F. Serrhini<sup>1</sup>

Les centres historiques sont souvent appréciés à travers leurs monuments prestigieux, leurs belles demeures, et généralement leur tissu urbain. Il est plus rare, cependant, que les infrastructures, et particulièrement celles hydrauliques de ces centres historiques, soient appréciées et mises en valeur. Elles sont le plus souvent souterraines et invisibles constituant la face cachée de la ville.

Depuis la nuit des temps, l'Homme a développé les pratiques de l'eau, en tant qu'élément primordial de la nature conditionnant sa survie, en installant ses agglomérations (ville, villages, etc) près des cours d'eau, des rivières et des nappes phréatiques. Les anciennes civilisations nous renseignent sur les techniques de l'eau transmises et développées d'une civilisation à l'autre : Babylone, le barrage de l'ancien Yémen, les pharaons et le Nil, la Grèce antique, les anciennes civilisations asiatiques, les aqueducs et les bains des romains, l'ensemble des systèmes d'exploitation et de gestion de l'eau assimilés et développés par la civilisation islamique et finalement, les ouvrages complexes développés à l'époque contemporaine.

En fait, chaque civilisation a su et pu développer, selon son contexte géographique, climatique et culturel, les processus de gestion et d'exploitation de l'eau. Et l'on peut conclure d'emblée que les systèmes d'eau sont les plus caractéristiques de l'universalité de l'Homme.

Fès, est l'un des exemples édifiants des villes de l'humanité où la communauté a développé des systèmes de distribution optimisés des eaux des rivières et des sources ainsi que l'évacuation des eaux usées. Cependant l'abondance des eaux, en plus des facilités de leur gravitation qu'offre la topographie du site, a conduit au délaissement de la question du stockage des eaux qui, par ailleurs, a été développée avec les aljibés (grandes jarres) de Grenade ou les bassins de la Ménara à Marrakech.

La description des systèmes hydrauliques de Fès nous ramène à la fondation de la ville quand Moulay Driss, fondateur de la ville de Fès, qui, avec son compagnon Ameir, ont choisi un site très riche en eau pour bâtir la ville, première capitale du Maroc. Située au pied de la chaîne montagneuse du Rif et au bas de la plaine de Saïss, le site de Fès dispose d'une nappe phréatique profonde, et d'une autre superficielle, ayant donné lieu notamment, à l'émergence de sources naturelles abondantes. Pour ne pas trop nous étaler sur le développement historique des systèmes de gestion et de distribution des eaux dans la ville de Fès, signalons uniquement que la dynastie des Almoravides (saharienne d'origine berbère, X-XI siècle) a accordé une grande importance à la gestion de l'eau. Et de fait, des infrastructures hydrauliques ont accompagné le développement de la ville depuis cette période jusqu'à la maturation de la ville au XIXème siècle.

Ainsi, les réseaux hydrauliques de Fès se sont développés selon trois types complémentaires :

- **le réseau des eaux des rivières**, propre, et servant à tous les usages domestiques, sauf la boisson, à savoir: le remplissage des bassins des jardins et riads, l'irrigation et l'arrosage des jardins et vergers, le lavage de la laine et des parterres des maisons et demeures, etc. Ce réseau est alimenté principalement par la rivière naturelle Oued Fès pénétrant par l'Ouest de la Médina. A Jnan Sbil, grand jardin andalous où cette rivière est divisée sur plusieurs branches, Oued Jardane, Oued El Hamia et Oued Chracher. Ce dernier permet, par ailleurs, de dévier les eaux à l'extérieur de la ville en cas de crue. A Bab Boujloud, un grand répartiteur urbain permet la distribution des eaux selon un ordre de priorités ingénieux. Ces eaux de rivière sont canalisées à travers des voûtes souterraines allant parfois jusqu'à 3 mètres de hauteur, surtout

dans les tronçons de visite. En plus de l'usage domestique cité auparavant, le réseau des eaux de rivière servait à l'usage artisanal (industriel de l'époque), ainsi qu'à la motricité des moulins dans les lieux favorisant les chutes d'eau. Pour l'irrigation des vergers et des champs l'eau était élevée par des norias dont certaines existent toujours à Jnan Sbil. Des aqueducs, le plus souvent suspendus sur les parties supérieures des murailles (Bab makina, Bab Jdid), permettent d'acheminer les eaux vers leur destination pour les usages domestiques ou d'irrigation.

- **Le réseau d'eau de source** est considéré comme le réseau d'eau potable par excellence. A partir d'une vingtaine de sources dispersées dans les différents quartiers de la Médina, les eaux, abondantes, sont conduites à travers des éléments de canalisation en poterie appelés "Fekhti" aux fontaines publiques, dans les rues et les souks, ou privées, dans les demeures. A l'image du répartiteur urbain de Boujloud, les eaux de sources sont distribuées à travers de petits répartiteurs appelés "Maâda", sorte de jarre en maçonnerie ou en poterie ayant un orifice d'alimentation et plusieurs orifices de distribution à des calibres différents selon les droits d'accès à l'eau attestés. Pour les lieux de grande importance tel que l'Université Quaraouiyine ou le mausolée Moulay Idriss, les fontaines sont alimentées par plus d'une source, ceci par mesure de précaution en cas de contamination ou d'arrêt de jaillissement de l'une d'entre elles.

- **Le réseau d'assainissement**. Après usage, les eaux ménagères et sanitaires (toilettes et latrines publiques) sont déversées dans un autre réseau, séparé des précédents, à savoir, celui de l'assainissement. Ce réseau est constitué de canalisations souterraines en maçonnerie, de sections carrées ou voûtées appelées

<sup>1</sup> Architecte, Directeur Général de l'ADER-Fès

Sloukia. Les Sloukias déversent dans les émissaires primaires appelés Oueds (Oued Boukhareb, Oued Zhoun) qui charrient les eaux d'assainissement à l'extérieur de la ville vers la rivière du Sebou. Ce réseau accomplissait, entre autres le rôle de transport des ordures ménagères. En effet, les ordures ménagères d'avant l'industrialisation étaient facilement biodégradables dans l'environnement hydraulique.

### ***Les fontaines, chef - d'œuvres et face visible du système***

Si la connaissance de l'ensemble de ces réseaux demeure limitée à leurs gestionnaires et aux personnes y apportant un intérêt particulier, l'usager résident, passant ou visiteur, n'en connaît que la face apparente, il reçoit l'eau dans un contexte architectural et artistique digne de la valeur que porte l'homme à l'eau. En effet, les maâlems bâtisseurs (architectes de l'époque) ont aménagé avec grand soin les lieux d'arrivée d'eau dans les demeures et les équipements publics, en l'occurrence les fontaines murales et centrales. Ces Maâlems ont évité d'insérer des points d'eau dans les coins ou derrière les murs. Une fontaine murale ou centrale est toujours bien située sur un axe visuel en face d'une chambre principale. L'eau, en plus de sa valeur vitale et porteuse d'autres valeurs d'ordre religieux et culturel, ne pouvait être reçue banalement comme un point d'eau. Un grand effort fut accompli pour entourer les jaillissements d'eau de belles décorations en zellige (mosaïque) en forme de roses entourées d'un arc en plâtre, de colonnettes surmontées de chapiteaux supportent un auvent en bois couvert de tuiles. L'eau jaillissant du mur en zellige est retenue dans un bassin de forme rectangulaire. Après usage, l'eau n'est pas encore considérée comme assez polluée pour être directement évacuée dans le réseau d'assainissement, un orifice situé à la partie haute du bassin permet d'acheminer le trop-plein vers les jardins, vergers ou autres lieux n'exigeant pas le degré zéro de pollution.

A Fès, le système des réseaux hydrauliques dessert 70 fontaines

publiques et près de 4000 fontaines privées ainsi que d'autres édifices publics tels que les grandes mosquées, les latrines, les tanneries, les moulins, etc.

Dans les espaces publics, souks, voies principales, tout le monde avait droit à la boisson ; les animaux n'étant pas oubliés, des abreuvoirs sont aménagés près des grandes portes d'accès. Même les chiens avaient la chance d'avoir leur propre fontaine, mais cette fois, sans bassin !

### ***Quelques leçons à tirer***

Les systèmes hydrauliques de Fès nous enseignent sur une culture de pratique de l'eau très élaborée. Ainsi, on peut mettre en exergue brièvement les aspects suivants :

- En plus des fonctions vitales de l'eau, et de celles liés aux différentes activités éco-nomiques et sociales, l'eau jouit d'autres valeurs, culturelle et religieuse, qui se manifestent dans son intégration dans les aménagements urbains et architecturaux ;
- L'eau était un droit aux passants, aux visiteurs et aux habitants souvent attesté dans les transactions immobilières et notariales ;
- Ce n'est pas pour autant qu'on se permettait le gaspillage de l'eau. En fait, l'eau (de source ou de rivière) passait par des cycles d'usage optimisés impliquant une pollution progressive avant d'être évacuée finalement dans les égouts.

### ***La situation aujourd'hui***

L'image que donne cette description est malheureusement ternie aujourd'hui, à cause de plusieurs facteurs ayant contribué à la dégradation de tout le système hydraulique. On se limitera à en citer le manque d'entretien et le délaissement au profit des nouvelles infrastructures, la confusion juridique et institutionnelle quant à la gestion et à l'exploitation des réseaux, les mutations démographiques et socio-économiques, les changements climatiques ; bref, tout le système qui assurait un confort urbain et domestique aux habitants leur est devenu une source de nuisance. Dans les réseaux souvent délaissés et mal entretenus les eaux stagnent et remontent par capillarité dans les murs porteurs, les canalisations cassées par

vieillesse ou à cause de travaux d'infrastructure causant des pertes et des fuites énormes dans les fondations et les sols. Cette situation a largement suffi pour enclencher des processus de dégradation, notamment au niveau de l'interaction sol - structure. Aussi, le rejet des activités polluantes telle que les tanneurs modernes et les activités de traitement des surfaces métalliques (dinandiers) accentue la dégradation des réseaux hydrauliques.

### ***Des efforts louables mais insuffisants***

Devant cette situation il était urgent d'initier des travaux urgents de réhabilitation du système hydraulique. En effet, grâce à la contribution du Fonds Arabe pour le Développement Economique et Social (FADES), l'ADER-Fès a mené des travaux importants pour la réhabilitation des tronçons amonts du réseau de rivière et des tronçons du réseau d'eau de source dans le quartier Quaraouiyne. En plus des impacts directs physiques de la restauration, les actions menées ont permis de mieux connaître la nature des réseaux, de réintégrer la main d'œuvre spécialisée, ainsi que la réanimation du savoir-faire ancestral en la matière. Quant aux fontaines publiques, elles ont été également restaurées et entretenues grâce à la contribution de l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), du FADES, de la Banque Populaire et de la Municipalité Fès-Médina.

Concernant l'ancien réseau d'assainissement, la RADEEF, gestionnaire du réseau d'assainissement a opté pour son renforcement et sa réhabilitation dans son schéma directeur d'assainissement qui est actuellement en cours d'exécution. La réalisation par l'Etat marocain d'une zone de transfert pour accueillir les activités fortement polluantes permettra sûrement d'atténuer les effets de dégradation que subissent les réseaux anciens.

### ***Quel destin pour cet héritage de l'humanité***

Bien que les systèmes hydrauliques de la Médina de Fès aient connu une dégradation avancée, il demeure toujours possible de les réhabiliter et de les récupérer en tant qu'héritage exceptionnel de l'humanité. Ceci est

d'autant plus vrai que leur réhabilitation s'impose du point de vue purement technique vu l'effet de ces systèmes, à leur état actuel, sur les structures et les bâtiments de la Médina.

Ceci étant, les changements socio-économiques, climatiques, environnementaux et sanitaires exigent la réadaptation de ces réseaux aux nouvelles exigences contemporaines. Au moment où les réseaux d'eau potable sont quasiment généralisés sur la Médina de Fès, l'usage des eaux de sources, encore abondantes, devrait s'y adapter en conséquence. En temps de sécheresse, où l'eau devient de plus en plus rare, le

stockage des eaux propres devrait faire l'objet de profondes réflexions, non seulement techniques mais aussi économiques, sociales et environnementales. Ainsi, il s'avère impératif de fructifier les efforts déployés et d'échafauder un projet global d'ordre environnemental pour l'étude et la réalisation d'une réhabilitation globale des réseaux anciens dans le cadre de la dynamique actuelle de sauvegarde de la Médina de Fès.

*Un hommage particulier..*

Est rendu à travers cet article au Maalem Abdellah TOUZANI, dernière mémoire humaine des réseaux

souterrains de la Médina qui a volontiers accepté de travailler avec l'ADER-Fès durant les 15 dernières années de sa vie pour la restauration des réseaux et des fontaines. La reconsidération de ce personnage, par sa réhabilitation, a permis de renouer avec un savoir faire exceptionnel. Son dévouement l'a poussé à former autour de lui de jeunes techniciens; et c'est grâce à ses efforts que ces quelques lignes ont pu être tracées. Cependant, il est de notre devoir de valoriser les informations transmises par ce grand maître et qui constituent une partie de sa mémoire.



# PROJET DE MISE EN VALEUR EN BOUR DE BITTIT

## I- INTRODUCTION

Le PMVB de Bittit s'inscrit dans le cadre de la nouvelle stratégie de mise en valeur agricole en bour initiée depuis 1996 par le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural conformément à la loi 33-94.

## II- LOCALISATION

- Province : El Hajeb
- Cercle : Aïn Taoujdate
- Caidat : Laqsir
- Commune Rurale : Bittit

## III- CARACTERISTIQUES DU PERIMETRE

### 1- Données monographiques

- Superficie de le C.R : 10.300 ha
- Superficie du projet : 7.400 ha
  - S.A.U : 5.000 ha
- Bour : 3.500 ha
- Irrigué: 1.500 ha
  - Parcours : 2.000 ha
  - Inculte : 400 ha
- Population totale : 9.500 hab
- Nombre d'agriculteurs : 1.100
- Nombre d'exploitations : 930

### 2- Potentialités

- Ressources en eau importantes ;
- Sols de bonne qualité ;
- Agriculteurs réceptifs;
- Existence d'une infrastructure de base importante.

## 3- Contraintes

- Déficience du réseau d'irrigation ;
- Forte pierosité du sol ;
- Faible productivité agricole;
- Mauvaise conduite du cheptel ;
- Dégradation des terres de parcours;
- Absence d'organisation professionnelle.

## 4- Allocations des ressources en eau de Bittit

(voir encadré n° 1)

## IV- OBJECTIFS DU PROJET

- Augmentation et valorisation de la production agricole ;
- Conservation des ressources naturelles;
- Amélioration du niveau de vie des agriculteurs ;
- Equilibre socio-économique ré-gional.

## V- APPROCHE DU PROJET

- Gestion participative ;
- Intégration des actions grâce à l'intervention de plusieurs partenaires (Agriculture, Equipement, O.N.E...);
- Organisation institutionnelle du projet (voir encadré n° 2)

## VI- COMPOSANTES DU PROJET

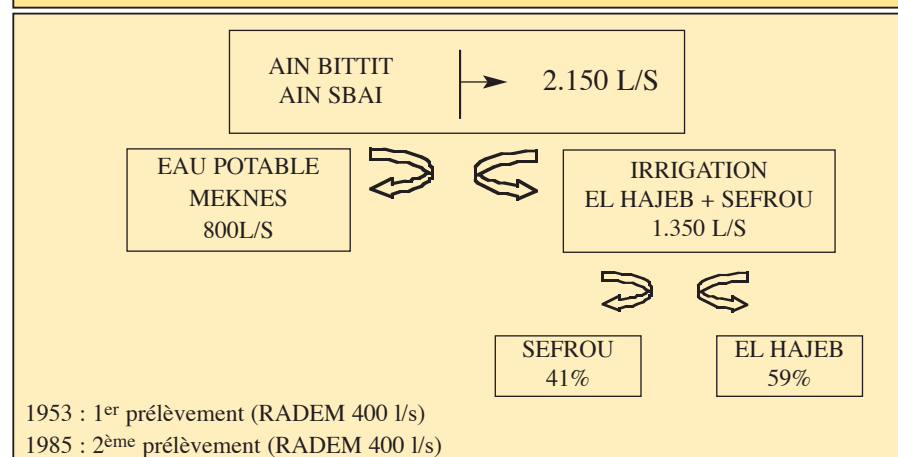
- Aménagement hydro-agricole :
  - Réhabilitation réseau d'irrigation :
    - Canal principal : 12 km
    - Canaux tertiaires: 60 km
    - Réfection prises : 400 Unités

- Aménagement d'une piste longeant le canal principal sur 9,5 km
- Equipement et électrification de forages : 3 stations
- Aménagement foncier :
  - Epierrage : 500 ha
  - Conservation des terres : 700 ha
  - Correction des ravins : 700 ha
- Actions d'intensification de la production agricole :
  - Production végétale : analyses du sol, essais de démonstration (céréales, fourrages, maraîchage ...), essais de lutte contre les ennemis et maladies des cultures, visites d'exploitations pilotes inter et hors province...
  - Production animale : insémination artificielle, distribution de géniteurs ovins de race Timhdit, distribution de ruches aux coopératives féminines (projets générateurs de revenus), lutte anti-parasitaire, encadrement sanitaire...).
- Actions de valorisation de la production agricole (création de 5 unités de stockage d'oignon, dynamisation du secteur laitier...)
- Encadrement et appui à la création d'entreprises des jeunes promoteurs et création des organisations professionnelles (élevage, apiculture, tabac...).
- Encadrement de proximité et formation des agriculteurs, fils d'agriculteurs, associations et coopératives.
- Animation, concours cultureaux...

## VII- IMPACTS DU PROJET

- Valorisation du prix de la terre qui est passé de 50.000dh/ha à 200.000dh/ha;
- Amélioration de l'efficacité de l'utilisation des eaux d'irrigation de 30% à 70% ;
- Gain en superficie à travers les opérations d'épierrage ;
- Adoption des cultures fourragères (bersim, ray-grass, betterave sucrière, maïs fourrager, sorgho) ;
- Rationalisation de l'utilisation des facteurs de production ce qui a permis une amélioration des rendements :

### Allocations des ressources en eau de Bittit



- > Céréales : de 20qx/ha à 40qx/ha en moyenne
- > Maraîchage : de 20 T/ha à 40 T/ha en moyenne
- Amélioration de la production laitière de 2.000l/vache à 4.000l/vache (65% de la collecte de la coopération provient de la zone du projet);
- Réhabilitation de 59 km de seguias tertiaires ;
- Aménagement d'une piste sur 9,5km ;
- Aménagement et équipement de 3 forages ;

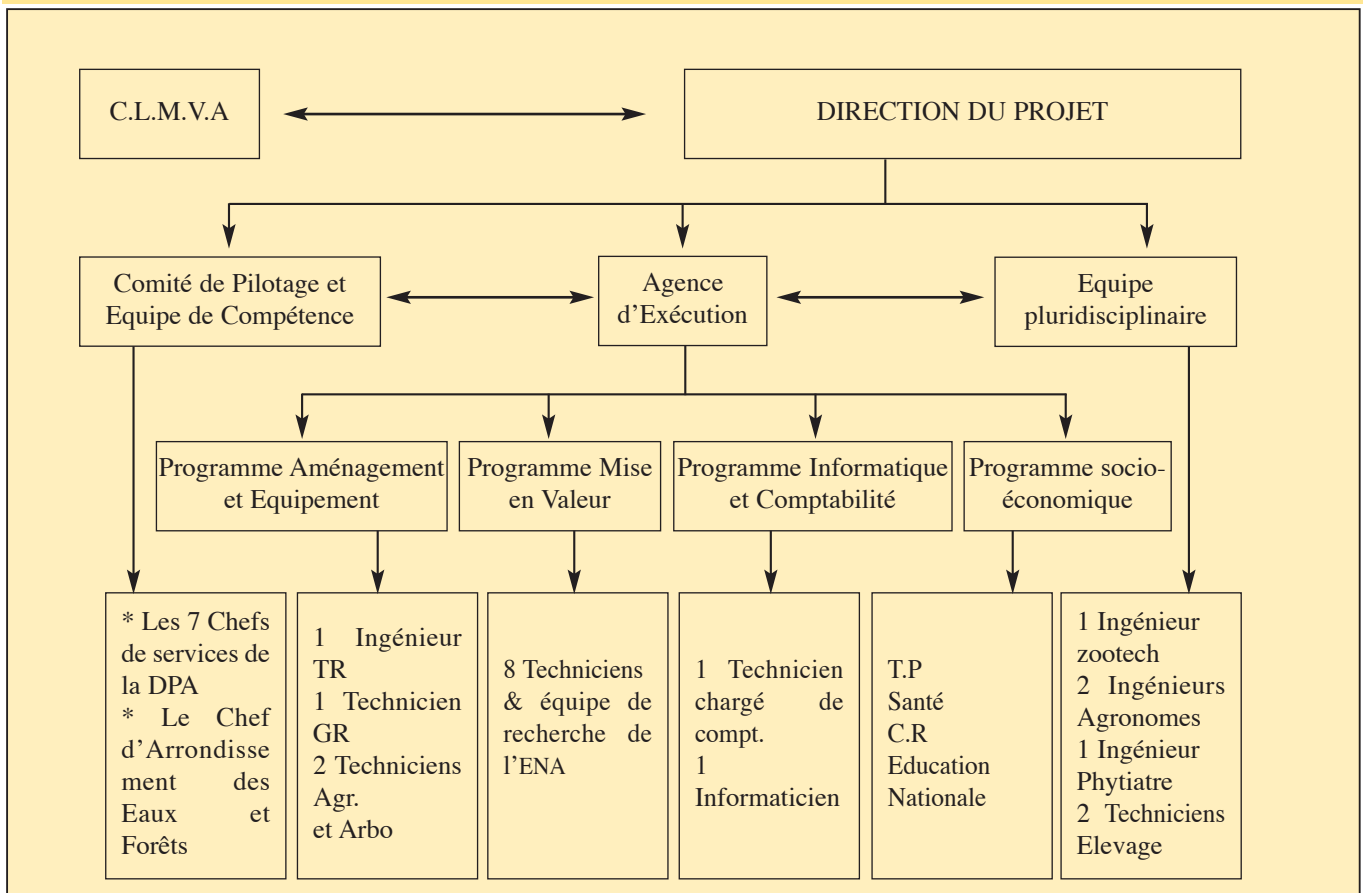
- Réfection du canal principal ;
- Conservation des terres ;
- Création des coopératives et d'associations de producteurs;
- Création de 5 AUEA (Association des Usagers des Eaux Agricoles) ;

### VIII- NOUVEAUX ATTENDUS DU PROJET

- Immatriculation foncière d'ensemble.
- Optimisation de l'efficacité du réseau par l'introduction des techniques;

- Diversification des systèmes de production et développement de cultures contractuelles en partenariat avec l'agro-industrie;
- Renforcement des organisations professionnelles par filière ;
- Optimisation de la valorisation des productions agricoles ;
- Consolidation de la gestion du projet dans l'optique d'en constituer un référentiel pour la région et un agropôle actif.

Organigramme du Projet PMVB de BITTIT



# PROJET D'AMENAGEMENT ET DE PROTECTION DES MASSIFS FORESTIERS DE LA PROVINCE D'IFRANE

## 1-OBJECTIF DU PROJET

### 1-1-Objectif fondamental :

- Contribution à la réduction des disparités régionales en matière de développement socio-économique.
- Contribution à la gestion durable des ressources naturelles, à la lutte contre l'érosion et à l'atténuation des effets de la sécheresse.

### 1-2-Objectifs opérationnels :

- Préparer de manière concertée avec les usagers les plans d'aménagements de quatre zones agro-sylvo-pastorales ;
- Etablir ainsi, et en accord avec les utilisateurs, une gestion rationnelle des ressources, compatible avec l'équilibre de la forêt ;
- Renforcer le potentiel de production forestière par des opérations de reboisement et de régénération des peuplements ;
- Assurer l'appui technique nécessaire aux usagers, prévenir et lutter contre les contrevenants ;
- Accompagner le développement économique des producteurs (trices) qui tirent tout ou partie de leurs revenus des massifs ;
- Renforcer les capacités de l'administration pour gérer et valoriser la biodiversité dans le but d'implantation, au terme du projet, d'un parc naturel ;
- Obtenir la participation des usagers à l'effort d'investissement et d'entretien des infrastructures collectives.

## 2- ZONE D'ACTION

Les zones d'intervention du projet seront circonscrites autour des principaux massifs forestiers de la province :

- **Pôle 1:** Communes Rurales Tizguit/Dayet Aoua touchant les forêts de Jbel Aoua Sud (10.641 ha) et Jaâba;
- **Pôle 2:** Communes rurales de Bensmim/Tigrigra touchant la forêt d'Azrou (17.000 ha) ;
- **Pôle 3:** Communes rurales d'Ain Leuh/ Oued Ifrane et Sidi El Mekhfi touchant les forêts Ain Leuh, Bekrit et Senoual (20.000 ha);
- **Pôle 4:** Commune rurale de Timahdite

touche la forêt d'Aghbalou Larbi (17.484 ha) ;

## 3-COMPOSANTES ET APPROCHES DU PROJET

Le projet de développement participatif des massifs forestiers de la province d'Ifrane s'inscrit dans le cadre de la stratégie forestière et du programme forestier national.

Conçu pour être exécuté sur une durée de 5 ans, le projet s'articule autour des composantes suivantes :

### > Composante 1 : "Forêt et bois de chauffe".

Forêt: pour la partie forêt la révision de plans d'aménagement existants ou la réalisation de nouveaux plans.

Le bois de chauffe : le bois de chauffe associera des actions sur l'offre (intérêt des usagers qui collectent du bois, meilleure gestion des chênaies, plantation de bosquets familiaux des actions sur la demande (promotion de l'économie d'énergie, substitution du chauffage au bois).

### > Composante 2 : "parcours".

La mise en œuvre de cette composante devra s'appuyer sur un inventaire des travaux de recherche et des projets ayant abordé la question, notamment le projet Moyen Atlas. Le projet financera une partie des coûts de remise en état de la station de Touna, gérée conjointement avec l'IAV H II, pour lui permettre de continuer à remplir sa fonction d'appui à la recherche.

Deux axes d'activités sont prévus: un axe "parcours naturels" avec diagnostics, plans de gestion (transhumances, rotations), fertilisation et ensemencement (10 000 ha), mise en défens et réalisation d'infrastructures (points d'eau, impluviums et pistes) et un axe "intensification de l'élevage" comprenant des actions sanitaires et de développement des cultures fourragères.

### > Composante 3 : "activités agricoles".

Dans le cadre du projet, les activités agricoles se justifient d'un double point de vue:

- dans une logique globale de compensation, pour créer des revenus alternatifs destinés à équilibrer les pertes liées aux mesures de restriction qui seront prises sur l'usage des ressources naturelles (parcours et bois de feu) et ainsi faciliter l'acceptation des plans de gestion et la création du parc ;
- dans une logique plus spécifique d'intégration avec l'élevage, analogue à celle qui sous-tend la promotion des cultures fourragères, en augmentant le disponible alimentaire pour les animaux à partir des sous-produits de culture.

Dans les 2 cas, il faudrait limiter le risque de surcharge de parcours.

En termes d'activités, cette composante comprend des actions classiques d'aménagement telles que PMH (1 100 ha), épierrage (550 ha) et pistes (100 Km), avec un accent sur l'arboriculture fruitière, qui connaît un développement important et récent dans la plaine d'Azrou, et offre des possibilités de diversification qui apparaissent prometteuses. Les aménagements en PMH seront conditionnés par un inventaire des ressources en eau, qui ont été identifiées comme un facteur limitant important. La loi sur les PMVB fournira en principe le cadre d'intervention approprié, qui sera à relier aux contrats de gestion des quatre zones d'intervention du projet.

### > Composante 4 : "gestion de la biodiversité".

- Création du parc d'Ifrane

Le projet apportera un appui à la phase d'enquête d'utilité publique au titre de la rubrique "concertation avec les usagers" de la composante 4. Par ailleurs il pourvoira à la formation de l'équipe de gestion, à l'équipement du parc en infrastructures, à la promotion de l'écotourisme et au financement de recherches scientifiques.

## 4-ORGANISATION DU PROJET

- > Le maître d'œuvre du projet est le Ministère Chargé des Eaux et Forêts;

Structure du coût du projet :	
Financement	Montant x 1000 Dh
- Budget de l'Etat	60.000
- Prêt AFD	95.220
- Don FFEM	24.198
-Budget communal	25.000
- Usagers	9.845
<b>Coût total</b>	<b>214.263</b>

Coût du projet par composante:		
Composantes	Coût total (x 1000 DH)	
	Montant	%
I- Forêt et bois énergie	97 062	45
II- Gestion et valorisation de la biodiversité	17 688	8
III- Développement agricole	46 991	22
IV- Parcours	27 544	13
V- Appui institutionnel	5 500	3
Imprévus (10%)	19 478	9
<b>Total</b>	<b>214 263</b>	<b>100</b>

➤ Le maître d'œuvre délégué (MDD) le chef du service Directeur des Eaux et Forêts d'Ifrane..

➤ le MDD sera assisté par une unité de gestion du projet (UGP) qui sera composée de trois cadres aux profils suivants :

Un spécialiste de la gestion, planification des ressources naturelles, chef du projet, un spécialiste de l'animation et du développement participatif et un agro-pastoraliste.

➤ L'UGP sera relayée au niveau terrain par deux centres développement forestiers (volets forestiers, bois de feu et biodiversité) et les deux centres de travaux relevant de la Direction Provinciale de l'Agriculture (volet agricole). Quatre équipes d'animation et de planification (centrées sur les quatre zones prioritaires) seront mises en place pour appuyer les populations dans l'identification.

➤ La coordination et le suivi du projet seront assurés par un comité national

de suivi, présidé par le MCEF et un comité provincial de suivi présidé par le Gouverneur de la province. Au niveau local, le projet appuiera la constitution d'associations locales et des comités communaux.

Ces associations et comités travailleront de concret avec le projet pour l'identification et le suivi de la mise en œuvre des actions prévues dans les plans d'aménagement des massifs forestiers.

## FORUM DE L'AMEIGR 2003

L'Association Marocaine des Elèves Ingénieurs du Génie Rural (AMEIGR) a organisé le 3 Mai à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II la 3<sup>ème</sup> édition du forum du Génie Rural - Entreprises sur le thème «Développement Rural Intégré: quel rôle pour l'ingénieur du Génie Rural?». Ce forum a été inauguré par Mr. Hassan Benabderrazik Secrétaire Général du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Ce forum a regroupé près d'une vingtaine de partenaire du secteur privé, public et semi-public, et a concerné la problématique du développement rural intégré : au niveau des zones bours (PMVB) et des secteurs de PMH. Ce forum a également concerné les aspects de qualité au niveau de la maîtrise d'oeuvre et de l'exécution des projets. En marge du forum, un stand a été érigé, auquel ont participé les sociétés oeuvrant dans les projets de développement rural ainsi que l'ANAFID.

Les articles qui ont fait l'objet au cours de cette journée d'une présentation suivie d'un débat ont concerné:

- **Le financement du développement rural par la Banque Mondiale**
- **Les contraintes de financement de l'agriculture au Maroc**
- **Approche qualité dans les grands chantiers: cas du LPEE**

Ces articles sont reproduits ci-après dans le cadre du spécial AMEIGR 2003



L'Association Marocaine des Elèves Ingénieurs du Génie Rural (AMEIGR) a organisé le 3 Mai à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II la 3<sup>ème</sup> édition du forum du Génie Rural - Entreprises sur le thème «Développement Rural Intégré: quel rôle pour l'ingénieur du Génie Rural?». Ce forum a été inauguré par Mr. Hassan Benabderrazik Secrétaire Général du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

Ce forum a regroupé près d'une vingtaine de partenaire du secteur privé, public et semi-public, et a concerné la problématique du développement rural intégré : au niveau des zones bours (PMVB) et des secteurs de PMH. Ce forum a également concerné les aspects de qualité au niveau de la maîtrise d'oeuvre et de l'exécution des projets. En marge du forum, un stand a été érigé, auquel ont participé les sociétés oeuvrant dans les projets de développement rural ainsi que l'ANAFID.

Les articles qui ont fait l'objet au cours de cette journée d'une présentation suivie d'un débat ont concerné:

- **Le financement du développement rural par la Banque Mondiale**
- **Les contraintes de financement de l'agriculture au Maroc**
- **Approche qualité dans les grands chantiers: cas du LPEE**

Ces articles sont reproduits ci-après dans le cadre du spécial AMEIGR 2003



# Approche qualité dans les grands chantiers: Cas du LPEE

M. El Kortbi<sup>1</sup>

## I. PRESENTATION DU LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ETUDES (LPEE)

### Un service de proximité

- Des unités spécialisées implantées dans toutes les régions du Maroc, et ce, depuis 1947
- Des spécialistes au service du secteur du BTP et des industries associées : 850 personnes dont 250 ingénieurs et docteurs
- Chiffre d'affaires : 250 M MAD

### Des prestations diversifiées pour l'optimisation des projets

- Géotechnique et sciences de la terre
- Structures
- Matériaux
- Industries
- Aménagements hydrauliques
- Environnement et préventions des pollutions
- Infrastructures de transport
- La recherche et le développement

### Un organisme précurseur en matière de qualité

- 1990 : Accréditation des laboratoires des centres spécialisés puis son extension aux autres unités selon la norme ISO CEI 25
- 2002 : Accréditation de toutes les unités suivant la norme ISO 17015
- 2003 : Projet en cours: certification suivant NM ISO 9001-2000

### Généralités sur la qualité

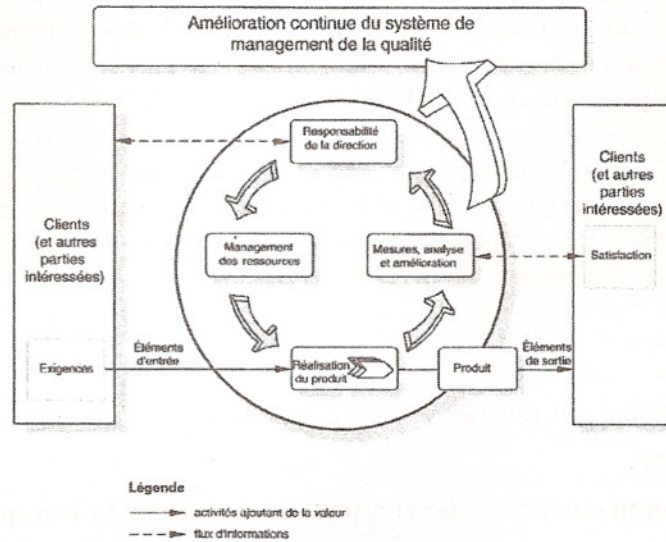
#### Quelques définitions

- Qualité : Aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.
- Satisfaction du client : perception du client sur le niveau de satisfaction de ses exigences
- Système de management de la qualité: système de management permettant d'orienter et de contrôler un organisme en matière de qualité

#### Evolution des référentiels

- 1970: Le contrôle qualité: la détection
- 1980: L'assurance qualité: la prévention et la maîtrise

## Modèle d'un SMQ (Système de management de la qualité)



- 2000: Le management qualité: le pilotage et l'amélioration
- 2010 : L'anticipation

## II. LA DEMARCHE QUALITE DANS UN GRAND CHANTIER

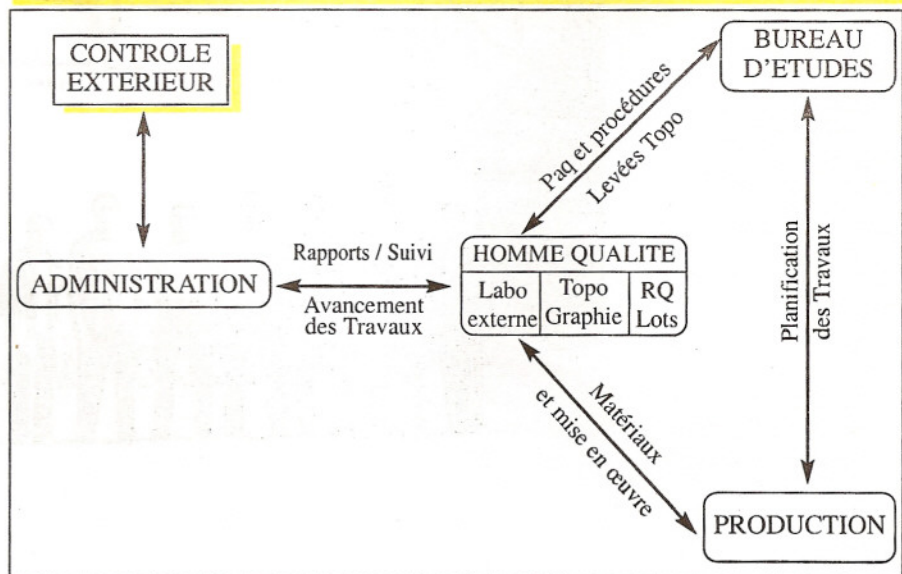
### La qualité : coté terrain

- L'homme qualité
- Le volet documentaire
- Le contrôle

### Homme qualité

- Rattaché à la direction de l'entreprise
- Activités avant le démarrage des travaux:
  - La définition de l'organisation de la qualité
  - La sensibilisation de l'encadrement à la démarche qualité
  - La rédaction du PAQ

### L'interface entre l'Administration et l'Entreprise



1. Ingénieur IAV Hassan II / ENPC MBA

- La participation à la rédaction des procédures d'exécution et des fiches de suivi

• Activités en cours des travaux:

- Le suivi du bon fonctionnement des contrôles, en matière de qualité et conformité des ouvrages
- La gestion et la mise à jour du PAQ
- La vérification du respect des procédures
- La réalisation des audits
- Exécution des épreuves de convenances
- La validation des documents de contrôle remis au MO
- La gestion des documents de contrôle de qualité
- La supervision des actions du plan d'hygiène et de sécurité

**Responsable qualité d'un lot**

- L'interlocuteur du maître d'ouvrage pour tout ce qui concerne la qualité des matériaux, produits et travaux du lot
- Il est supervisé par l'homme qualité
- Il dirige le contrôle externe de l'ensemble des opérations se rapportant au lot
- Il valide auprès du maître d'ouvrage les documents de suivi et contrôle des travaux
- Il informe le maître d'ouvrage de l'avancement du chantier, de l'approche et de l'atteinte des points critiques et points d'arrêts.

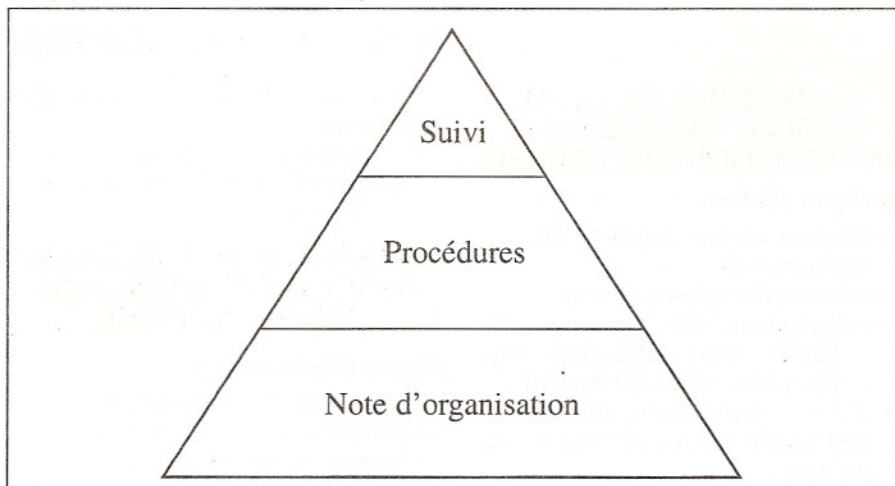
**Plan Assurance Qualité**

- Le plan d'assurance qualité (PAQ) est un document qui présente les dispositions de moyens et d'organisations envisagées par une entreprise dans le cadre d'un marché de travaux afin d'obtenir la qualité requise définie par les exigences du maître d'ouvrage et spécifiée dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP).

**Note d'organisation**

- Moyens humains et affectation des tâches
- Moyens matériels
- Conditions d'exercice du contrôle des produits, méthodes et travaux
- Maîtrise des dérives en cours de réalisation
- Mode de gestion des documents d'exécution.

**Eléments d'un PAQ**



**Procédures**

- Documents décrivant les moyens, les matériaux ou produits, les méthodes ou modes opératoires et les contrôles nécessaires à l'exécution d'une tâche donnée ou à la réalisation d'une partie d'ouvrage conformément aux prescriptions du Maître d'Ouvrage.

**Les enregistrements concernant le suivi**

- Documents de suivi d'exécution nécessaires pour la matérialisation des contrôles qualités d'un ouvrage ou partie d'ouvrage.

**III. PLAN-TYPE D'UN PLAN D'ASSURANCE QUALITE**

**A. Cadre général**

1. Introduction
2. Note d'organisation générale
  - I- Identification des travaux
  - II- Identification des différents intervenants
  - III- Encadrement et organisation générale
  - IV- Moyens de production
  - V- Secours en cas d'accident
  - VI- Gestion des sous traitants et fournisseurs
  - VII- Organisation des contrôles
  - VIII- Gestion des non-conformités
  - IX- Gestion des documents d'exécution
  - X- Codification des documents
  - XI- Présentation des documents

3. Modalité d'évaluation du PAQ

4. Modalités de prise d'attachements et d'établissement contradictoire des situations

**B. Notre d'organisation générale d'un lot**

1. Introduction
2. Désignation des travaux
3. Organisation de chantier
4. Définitions des tâches
5. Moyens matériels
6. Fournisseurs et sous-traitants
7. Gestion des anomalies
8. Liste des procédures d'exécution
9. Points critiques et points d'arrêts
10. Gestion des interfaces

**C. Annexes**

1. Organigrammes
2. Cartes
3. Spécimen des fiches de suivi

**IV. CONTROLE DE LA QUALITE**

- Le contrôle intérieur : est effectué sous la responsabilité de l'entrepreneur. On distingue:
  - Contrôle interne réalisé par les propres moyens de l'entrepreneur
  - Contrôle externe: l'entrepreneur fait appel à une personne non impliquée dans la chaîne de production
- Le contrôle extérieur: est effectué sous la responsabilité du maître d'ouvrage.
  - Vérification du respect du PAQ
  - Les acceptations et les contrôles en cours de production
  - Le rassemblement des documents établis au titre du PAQ de l'entreprise permettant de justifier que la qualité requise a été obtenue
  - La validation du contrôle intérieur et les contrôles de conformité en complément du contrôle externe.

# PROJET D'AMENAGEMENT ET DE PROTECTION DES MASSIFS FORESTIERS DE LA PROVINCE D'IFRANE

## 1-OBJECTIF DU PROJET

### 1-1-Objectif fondamental :

- Contribution à la réduction des disparités régionales en matière de développement socio-économique.
- Contribution à la gestion durable des ressources naturelles, à la lutte contre l'érosion et à l'atténuation des effets de la sécheresse.

### 1-2-Objectifs opérationnels :

- Préparer de manière concertée avec les usagers les plans d'aménagements de quatre zones agro-sylvo-pastorales ;
- Etablir ainsi, et en accord avec les utilisateurs, une gestion rationnelle des ressources, compatible avec l'équilibre de la forêt ;
- Renforcer le potentiel de production forestière par des opérations de reboisement et de régénération des peuplements ;
- Assurer l'appui technique nécessaire aux usagers, prévenir et lutter contre les contrevenants ;
- Accompagner le développement économique des producteurs (trices) qui tirent tout ou partie de leurs revenus des massifs ;
- Renforcer les capacités de l'administration pour gérer et valoriser la biodiversité dans le but d'implantation, au terme du projet, d'un parc naturel ;
- Obtenir la participation des usagers à l'effort d'investissement et d'entretien des infrastructures collectives.

## 2- ZONE D'ACTION

Les zones d'intervention du projet seront circonscrites autour des principaux massifs forestiers de la province :

- **Pôle 1:** Communes Rurales Tizguit/Dayet Aoua touchant les forêts de Jbel Aoua Sud (10.641 ha) et Jaâba;
- **Pôle 2:** Communes rurales de Bensmim/Tigrigra touchant la forêt d'Azrou (17.000 ha) ;
- **Pôle 3:** Communes rurales d'Ain Leuh/ Oued Ifrane et Sidi El Mekhfi touchant les forêts Ain Leuh, Bekrit et Senoual (20.000 ha);
- **Pôle 4:** Commune rurale de Timahdite

touche la forêt d'Aghbalou Larbi (17.484 ha) ;

## 3-COMPOSANTES ET APPROCHES DU PROJET

Le projet de développement participatif des massifs forestiers de la province d'Ifrane s'inscrit dans le cadre de la stratégie forestière et du programme forestier national.

Conçu pour être exécuté sur une durée de 5 ans, le projet s'articule autour des composantes suivantes :

### > Composante 1 : "Forêt et bois de chauffe".

Forêt: pour la partie forêt la révision de plans d'aménagement existants ou la réalisation de nouveaux plans.

Le bois de chauffe : le bois de chauffe associera des actions sur l'offre (intérêt des usagers qui collectent du bois, meilleure gestion des chênaies, plantation de bosquets familiaux des actions sur la demande (promotion de l'économie d'énergie, substitution du chauffage au bois).

### > Composante 2 : "parcours".

La mise en œuvre de cette composante devra s'appuyer sur un inventaire des travaux de recherche et des projets ayant abordé la question, notamment le projet Moyen Atlas. Le projet financera une partie des coûts de remise en état de la station de Touna, gérée conjointement avec l'IAV H II, pour lui permettre de continuer à remplir sa fonction d'appui à la recherche.

Deux axes d'activités sont prévus: un axe "parcours naturels" avec diagnostics, plans de gestion (transhumances, rotations), fertilisation et ensemencement (10 000 ha), mise en défens et réalisation d'infrastructures (points d'eau, impluviums et pistes) et un axe "intensification de l'élevage" comprenant des actions sanitaires et de développement des cultures fourragères.

### > Composante 3 : "activités agricoles".

Dans le cadre du projet, les activités agricoles se justifient d'un double point de vue:

- dans une logique globale de compensation, pour créer des revenus alternatifs destinés à équilibrer les pertes liées aux mesures de restriction qui seront prises sur l'usage des ressources naturelles (parcours et bois de feu) et ainsi faciliter l'acceptation des plans de gestion et la création du parc ;
- dans une logique plus spécifique d'intégration avec l'élevage, analogue à celle qui sous-tend la promotion des cultures fourragères, en augmentant le disponible alimentaire pour les animaux à partir des sous-produits de culture.

Dans les 2 cas, il faudrait limiter le risque de surcharge de parcours.

En termes d'activités, cette composante comprend des actions classiques d'aménagement telles que PMH (1 100 ha), épierrage (550 ha) et pistes (100 Km), avec un accent sur l'arboriculture fruitière, qui connaît un développement important et récent dans la plaine d'Azrou, et offre des possibilités de diversification qui apparaissent prometteuses. Les aménagements en PMH seront conditionnés par un inventaire des ressources en eau, qui ont été identifiées comme un facteur limitant important. La loi sur les PMVB fournira en principe le cadre d'intervention approprié, qui sera à relier aux contrats de gestion des quatre zones d'intervention du projet.

### > Composante 4 : "gestion de la biodiversité".

- Création du parc d'Ifrane

Le projet apportera un appui à la phase d'enquête d'utilité publique au titre de la rubrique "concertation avec les usagers" de la composante 4. Par ailleurs il pourvoira à la formation de l'équipe de gestion, à l'équipement du parc en infrastructures, à la promotion de l'écotourisme et au financement de recherches scientifiques.

## 4-ORGANISATION DU PROJET

- > Le maître d'œuvre du projet est le Ministère Chargé des Eaux et Forêts;

Structure du coût du projet :	
Financement	Montant x 1000 Dh
- Budget de l'Etat	60.000
- Prêt AFD	95.220
- Don FFEM	24.198
-Budget communal	25.000
- Usagers	9.845
<b>Coût total</b>	<b>214.263</b>

Coût du projet par composante:		
Composantes	Coût total (x 1000 DH)	
	Montant	%
I- Forêt et bois énergie	97 062	45
II- Gestion et valorisation de la biodiversité	17 688	8
III- Développement agricole	46 991	22
IV- Parcours	27 544	13
V- Appui institutionnel	5 500	3
Imprévis (10%)	19 478	9
<b>Total</b>	<b>214 263</b>	<b>100</b>

➤ Le maître d'œuvre délégué (MDD) le chef du service Directeur des Eaux et Forêts d'Ifrane..

➤ le MDD sera assisté par une unité de gestion du projet (UGP) qui sera composée de trois cadres aux profils suivants :

Un spécialiste de la gestion, planification des ressources naturelles, chef du projet, un spécialiste de l'animation et du développement participatif et un agro-pastoraliste.

➤ L'UGP sera relayée au niveau terrain par deux centres développement forestiers (volets forestiers, bois de feu et biodiversité) et les deux centres de travaux relevant de la Direction Provinciale de l'Agriculture (volet agricole). Quatre équipes d'animation et de planification (centrées sur les quatre zones prioritaires) seront mises en place pour appuyer les populations dans l'identification.

➤ La coordination et le suivi du projet seront assurés par un comité national

de suivi, présidé par le MCEF et un comité provincial de suivi présidé par le Gouverneur de la province. Au niveau local, le projet appuiera la constitution d'associations locales et des comités communaux.

Ces associations et comités travailleront de concret avec le projet pour l'identification et le suivi de la mise en œuvre des actions prévues dans les plans d'aménagement des massifs forestiers.

# LE FINANCEMENT DU DEVELOPPEMENT RURAL PAR LA BANQUE MONDIALE

## A- STRATEGIE DE LA BM POUR LE FINANCEMENT DU DEVELOPPEMENT RURAL

### Quelques chiffres

- Montant moyen des INV DR = 5 milliards \$/an
- Structure des investissements:
  - Agriculture: 34%; Transport: 12%; Santé: 11%; Education: 9%; Electricité: 5%; AEP/Ass: 3%
- Prêts à Agriculture: de 31% du portefeuille total en 1979-81 à 10% en 2001
  - Cause principale: accent sur les institutions plus que les investissements

### Stratégie de la BM pour le développement rural

- Stratégie 1997: impact positif notamment en matière de développement participatif; mais contraintes de mise en oeuvre de l'approche multisectorielle dans la BM et dans les pays
- Stratégie 2002 pour tirer les leçons de l'expérience et tenir compte de l'évolution du contexte

### Objectifs de la Stratégie 2002

- Objectif Global: réduction de la pauvreté dans le monde rural
- Objectifs Spécifiques:
  - Amélioration de l'environnement macroéconomique et institutionnel.
  - Amélioration de la productivité et compétitivité de l'agriculture.
  - Encouragement des activités non agricoles
  - Amélioration des conditions sociales des populations rurales.
  - Mise en oeuvre d'une gestion durable des ressources naturelles

### Principes de la base de la Stratégie BM 2002

- Développement Rural (DR) durable nécessitent une approche multi-sectorielle
- Développement Agricole nécessaire mais non suffisant pour le DR
- Participation des populations, renforcement des capacités et bonne gouvernance doivent être à la base des projets de DR
- Développement des institutions et

des capacités : un travail de longue haleine

- Approche par projets pilotes souhaitable mais il faut veiller à la replicabilité

## B- INTERVENTION DE LA BM DANS LE DEVELOPPEMENT RURAL AU MAROC

### Phases d'intervention

- Années 70: Grande Irrigation
- Années 80: Programmes de Développement Rural Intégré (PDRI) 1<sup>ère</sup> génération.
- Années 90: Programmes sectoriels de DR.
- Années 2000: Programmes de Développement Rural Intégré (PDRI) 2<sup>ème</sup> génération.

### PDRI des années 80

- Fes-Karia Tissa: 1979-90; projet: 161.5M\$ (87 dépensés); prêt: 65M\$ (36)
- Oulmes-Rommani: 1983-92; projet: 105.5M\$ (20); prêt: 30M\$ (13)
- Loukkos: 1980-88; projet: 67.6M\$ (22); prêt: 34M\$ (14)
- Moyen Atlas Central: 1982-90; projet: 92M\$ (16); prêt: 29M\$ (9)

### Evaluation des PDRI 80

- Restrictions budgétaires importantes ont entraîné restructuration des projets avec montants plus faibles et délais plus longs
- Résultats assez satisfaisants mais durabilité incertaine
- Problèmes de coordination intra et inter ministérielle n'ont pas permis une réelle intégration

### Programmes sectoriels

- **PAGER** (Programme d'Alimentation Généralisée de l'Eau potable en milieu Rural)
  - Etat 80% (250MDH/an); Communes Rurales (CR) 15%; Bénéficiaires 5%. Grand nombre de bailleurs de fonds dont BM 10M\$ + nouveau projet en cours d'identification
  - Invest 1995-2001: 2.7 MdDH
  - Programme restant de 6.5Md DH dont financement reste à compléter.

- **PNCRR**: (Programme national de Construction des Routes Rurales)

- Etat: 170MDH/an; FSR 460MDH/an; CR 100MDH/an

- Ne concerne que les routes nationales, régionales et provinciales;

- Problème du financement des routes communales reste posé

- Prêt BM: 58M\$ clôturé, nouveau projet en cours d'identification

- **PERG**: (Programme d'Electrification Rurale Généralisée)

- CR: 2085 DH/foyer = 500DH/ mois/ foyer\*5ans

- Bénéficiaires: 2500DH/foyer = 40DH / mois\*7ans

- ONE finance reliquat soit 55% dont 35% provient du prélèvement sur les ventes

- Pas de financement BM

### Nouvelle génération PDRI

- Stratégie 2020 du DR établie en 1999 par le MADR basée sur territorialisation, intégration, décentralisation / déconcentration participation et partenariat

- DRI-PMH préparé en 2000 et commencé en 2002: 42 M\$ dont 32 prêt BM

- DRI-MVB vient d'être négocié: 41M\$ dont 27 prêt BM

- Caractéristiques:

- Zones plus réduites et plus homogènes

- Grande importance accordée au montage institutionnel et financier en vue d'assurer la participation et de réussir l'intégration

- Institutions:

- **EPP**: (Equipe de programmation et de planification)

**CRDR**: (Comité Régional de Développement Rural)

**CPDR**: (Comité provincial de Développement Rural)

- Financement: Fonds de Développement Rural (FDR).

- PDRI 3<sup>ème</sup> génération à promouvoir: décentralisés au niveau des CR

# LES CONTRAINTES DE FINANCEMENT DE L'AGRICULTURE AU MAROC

M. Ben El Ahmar<sup>1</sup>

## I. INTRODUCTION

### Aperçu sur l'agriculture marocaine

- Une production diversifiée : céréales, légumineuses, fruits et légumes, sucre, viandes, lait, olives & huile d'olive, huiles alimentaires, dattes... destinée au marché local mais aussi à l'export.
- Le PIB agricole est de 54 milliards DH en moyenne sur les 5 dernières années, soit 15% du PIB national.
- Avec 4 millions d'actifs occupés, le secteur primaire représente plus de 45% des emplois actifs du pays. Une forte corrélation entre le PIB national et le PIB agricole. Près de 1,43 million d'exploitations agricoles d'une taille moyenne de 6,1 hectares.
- 70% des exploitations ont une taille inférieure à 5 hectares. Secteur soumis aux aléas climatiques et caractérisé par la faiblesse des rendements, en particulier dans les zones bour.

### Deux zones se distinguent :

- Les zones bour : 86% de la SAU (agriculture traditionnelle).
- Les zones irriguées: 14% de la SAU (agriculture moderne).

### Les zones bour se caractérisent par :

- Une association céréales-élevage (ovins+bovins) dans la majorité des petites et moyennes exploitations agricoles.
- Une association céréales-élevage-maraîchage dans les exploitations agricoles qui disposent d'une source d'irrigation d'appoint.
- Une association plantations-élevage (caprins + ovins) dans les zones de montagne. L'élevage extensif (ovins dans l'Oriental et camelins dans le Sahara).

### Dans l'agriculture irriguée, on dénombre globalement 5 types d'activités :

- Les cultures industrielles (betterave, canne à sucre...).

- Les plantations arboricoles en particulier les agrumes dont environ la moitié de la production va à l'export. Le maraîchage destiné aussi bien au marché local qu'à l'exportation (tomate en particulier). Les cultures fourragères pour la production laitière. La céréaliculture.
- Les capitaux moyens mis en jeu pour le financement de l'agriculture marocaine sont estimés à 30 milliards DH par an.
- 17% sont couverts par le système bancaire :
  - 15% sont assurés par le Crédit Agricole (4 milliards DH en moyenne sur les 10 dernières années)
  - 2% seulement par les autres banques (600 MDH).
- Les autres sources de financement jouent un rôle important : autofinancement, activités para-agricoles, solidarité familiale (transferts MRE ...), crédits clients agro-alimentaires, usure,...

### La faiblesse de l'intervention des banques commerciales s'explique par :

- un système de production agricole peu compétitif.
- des conditions climatiques en détérioration sur les 22 dernières années.
- Manque de projets d'investissement viables.
- Coût d'intervention élevé insuffisance des garanties (faiblesse des terres immatriculées, divers statuts juridiques caduques).

## II. CONTRAINTES DE L'AGRICULTURE MAROCAINE ET IMPLICATIONS SUR LE SYSTEME DE FINANCEMENT

Afin de mieux appréhender l'évolution du système de financement, il convient de présenter les principales contraintes auxquelles est confrontée l'agriculture marocaine et leurs répercussions.

### 1- Contraintes climatiques Forte dépendance à la pluviométrie :

- Sur une SAU de 8,73 millions ha, seuls 1,25 millions ha sont irrigués.
- Forte corrélation observée entre l'évolution du PIB agricole et les précipitations.

### Implications sur le système de financement :

- Promouvoir un système viable de gestion du risque climatique dans les zones bour.
- Mettre en place une politique de crédit et de subvention qui prend en considération le potentiel agro-climatique des régions à agriculture pluviale.

### 2- Contraintes foncières exiguïté des exploitations et absence de garanties:

- 70% des exploitations agricoles ont une superficie de moins de 5 ha.
- SAU extrêmement morcelée (6,4 parcelles/exploitation et 0,92 ha/parcelle). Absence de garanties réelles (insuffisance des statuts juridiques: Melk adoulaire, Collectif, Guich, Habous ...)

### Implications sur le système de financement :

- Segmenter de manière fine les exploitations agricoles en fonction de critères permettant d'appréhender le risque et la rentabilité de la relation.
- Mettre en oeuvre une démarche marketing et une approche du risque adaptées à chaque segment.
- Traiter en profondeur la problématique du foncier.

### 3- Contraintes Socio-culturelles liées aux caractéristiques de la population rurale :

- Niveau d'instruction insuffisant (3,5% > 6 ans scolarité).
- Vieillesse des agriculteurs (age moyen = 52 ans).
- Faible niveau d'utilisation des intrants. Rôle de l'élevage comme moyen de gestion de la trésorerie.

1. Chef du Département des Études

### *Implications sur le système de financement :*

- Encourager le regroupement des agriculteurs et l'accès des jeunes, notamment les plus instruits, à la propriété agricole.
- Encourager l'utilisation des technologies adaptées et le renforcement de l'encadrement technique des exploitations.
- Bancariser progressivement le monde rural.

### **4- contraintes financières le surendettement des agriculteurs :**

- Succession de plusieurs années de sécheresse.
- Faiblesse structurelle des rendements (zones bour). Inadéquation des mesures prises pour le traitement du surendettement (incompatibilité Échéance / Revenu).

### *Implications sur le système de financement :*

- Nécessité de mesures ciblées (non systématiques).
- Adaptation des échéances aux revenus dégagés par les exploitations agricoles.
- Restauration de la culture de remboursement.

## **III- ADAPTATIONS DU SYSTEME DE CREDIT AGRICOLE**

### **Evolution du crédit agricole**

- Depuis sa création en 1961, le Crédit Agricole réalise progressivement l'ensemble des opérations bancaires:
  - Collecte de dépôts.
  - Octroi de crédits de fonctionnement et d'investissement
  - Financement du commerce extérieur de la clientèle agricole.
  - Gestion des moyens de paiements.
  - Bancassurance.
- Il a accompagné l'évolution du système bancaire. Deux grandes étapes à retenir :

- 1987 : assujettissement à l'IS (impôt sur les sociétés).
- 1993 : soumission à la loi bancaire (règles prudentielles, normes comptables, modalité de contrôle,...).

Des phases significatives de cette époque se révéleront toutefois lourdes de conséquence pour l'avenir :

- Lancement du financement sur la base des déclarations suite à la défiscalisation intervenue en 1983.
- Généralisation d'une approche occultant les spécificités régionales et la capacité d'endettement des clients.
- Distribution de crédits dans un contexte agro-climatique défavorable (abondance de lignes d'emprunts extérieures).
- Rééchelonnements successifs des créances comme seule réponse à la problématique du surendettement.
- Diversification non maîtrisée à partir de 1987.

Le Crédit Agricole a entamé, en 1998, une restructuration fondée sur :

- Un repositionnement stratégique.
- Une segmentation de la clientèle.
- Une adaptation de l'offre globale à chaque segment.
- Un traitement adapté et en profondeur du surendettement des agriculteurs.
- Une approche de financement plus efficiente.
- Une réforme institutionnelle

Au 31 décembre 2002, le Crédit Agricole représente :

- La première implantation bancaire en milieu rural avec 344 points de vente.
- 80% des crédits à l'agriculture.
- 10% des crédits à l'économie.
- 19,3 milliards DH de crédits dont 13,1 milliards DH au secteur agricole (415.000 dossiers).
- 19,7 milliards DH de ressources dont

12,1 milliards DH de dépôts de la clientèle.

- Le 6ème bilan de la profession.
- Le positionnement du Crédit Agricole et sa stratégie pour le financement du monde agricole et rural traduit l'ambition de la Banque de rester un partenaire actif du secteur agricole et du monde rural.
- Globalement, les premiers résultats obtenus, dans deux domaines importants, confirment la pertinence des choix opérés et l'amorce du changement :
  - Le développement important de l'épargne domestique a permis au Crédit Agricole d'améliorer son indépendance et de réduire ses coûts de refinancement.
  - Le faible taux de perte sur les nouveaux crédits, montre que les comportements ont changé et qu'une nouvelle culture en matière de "maîtrise des risques" s'installe progressivement.
- Le Crédit Agricole dispose aujourd'hui d'une offre bancaire complète et compétitive.
- Toutefois, l'accès au crédit d'un nombre important de PME/A constitue le défi futur à relever (élargissement de la base clientèle).
- C'est une œuvre de longue haleine qui nécessite une stratégie de mise à niveau des exploitations agricoles prenant en compte les potentialités agro-climatiques des différentes régions du Maroc.
- La convention sera un des instruments privilégiés de cette stratégie et permettra l'avènement d'un système de crédit agricole pérenne.