

HOMMES TERRE & EAUX

Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural

N° ISSN 03739554

Numéro Spécial

- ASSEMBLEE GENERALE DE L'ANAFID DU 5 MAI 2001 A L'ORMVAG
- LE FORUM DU GENIE RURAL 2001 (AMEIGR)



TRIMESTRIELLE 31^{ème} ANNEE VOLUME 31 N° 120 SEPTEMBRE 2001

ANAFID

Le président d'honneur :

M. le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts.

Comité d'honneur :

Le Directeur de l'Administration du Génie Rural ;
Le Directeur de l'Administration de l'Hydraulique ;
Le Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II ;
Le Directeur Général de l'ONEP ;
Le Directeur des Collectivités Locales ;
Le Directeur Général du Laboratoire Public des Etudes et Essais ;

Président :

Abdellah BEKKALI.

Vice-président :

Mohamed AIT KADI.
Mustapha BOUHAMIDI.
El Houssine BARTALI.

Secrétaire Général :

BOURASS Mohamed

Secrétaire Général Adjoint :

EL MAHRAZ Hassan

Trésorier :

Abdelhaq LARAICHI.

Trésorier Adjoint :

Moulay Chrif CHERIF.

Responsable des comités techniques : DEBBARH Abdelhafid
El Houssine BARTALI.

Assesseurs :

ALAMI SOUNI El Abed ;	BAALI EL Houssine
BOUAAM Mohamed ;	BOURARACH El Hassan
DAOUDI Mohamed	EL AMGHARI Mohamed
EL GHABI Nabil ;	EL HAMOUSSI Amel
EL KSABI Rajaâ ;	FILALI Abdelouahab ;
KADDANI Rachid;	NEJEM Ben Mohamed ;
OUHSSAÏNE Mohamed;	RBAÏBI ABDEKADER ;
SALKI Jawad ;	AHAMMAB Taïeb

Comité de rédaction :

Mohamed AIT KADI
Mohamed BADRAOUI
El Houssine BARTALI
Abdellah BEKKALI
Abdelwahab FILALI
Ben Mohamed NAJEM

Responsable de la Revue :

Mohammed DAOUDI

Photos de couverture :

Plaquette de l'O.R.M.V.A.G
Aménagement du périmètre de la S.T.I. Nord
(Conception OBVISION)

FANDER

Président : Abdellah BEKKALI.

Vices présidents :

Mohamed BADRAOUI, Président de l'A.M.S.S.O.L.
Abdelhaye BOUZOUBAA, Président de l'ANAPPAV
Abdelmajid HAKAM, Président de la S.G.M.
M'hamed SEDRATI, Président de l'ANPA.

Secrétaire Général :

Mohammed NOURI

Assesseurs :

MM. les secrétaires Généraux et les Trésoriers des Associations de la Fander.



HOMMES, TERRE ET EAUX

Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural

Sommaire

Dépôt Légal 21-1971

N° 120 - Septembre 2001

ASSEMBLEE GENERALE DE L'ANAFID DU 5 MAI 2001 A L'ORMVAG

- ASSEMBLEE GENERALE DE L'ANAFID : RAPPORT MORAL 2
- PRESENTATION SUR LA GESTION PARTICIPATIVE EN IRRIGATION
BENNOUNA T. 5

- LA MISE EN VALEUR DANS LE PERIMETRE IRRIGUE DU GHARB CAS DES NOUVEAUX SECTEURS DE LA STI

DANIANE M. 15

LE FORUM DU GENIE RURAL 2001 (AMEIGR)

- FORUM DU GENIE RURAL 2001
AMEIGR 18

- L'IRRIGATION AU MAROC
EL GUEDDDARI M. 21

- L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES STRATEGIE, BILANS DES REALISATIONS ET PERSPECTIVES

SLIMANI (ONEP) 27

ARTICLES VARIES

- SYNTHESE DES RESULTATS DE 12 ANNEES D'ESSAIS DE BESOIN EN EAU DE LA BETTERAVE A SUCRE DANS LE TADLA

CHATI Mohammed T. - EL BOUHALI I. - AI 33

- MATERIEL D'IRRIGATION : CHOIX, UTILISATION ET ENTRETIEN
AZOUGGAGH M. 38

- ALIMENTATION EN EAU POTABLE : ANALYSE QUANTITATIVE DE LA PRODUCTION ONEP A L'ECHELLE DES BASSINS VERSANTS MAROCAINS

EL BENNOURY A. 46

- COMPOSTAGE DES DECHETS MENAGERS ET VALORISATION DU COMPOST DANS LES PETITES ET MOYENNES COMMUNES AU MAROC - Partie I : problématique de gestion des déchets ménagers au Maroc et projets pilotes de compostage

SOUDI B. 51

- LES ENGRAIS MINERAUX : CARACTERISTIQUES ET UTILISATIONS
MOUGHLI L. 56

- LA TECHNOLOGIE DU SEMIS DIRECT : UNE AVANCÉE VERS UNE AGRICULTURE DURABLE AU MAROC
MRABET R. - LAHLOU S. 65

ADRESSE ANAFID : RUE HAROUN ERRACHID, AGDAL - RABAT

Tél. 037 67.03.20 / FAX 037 67.03.03

Email : anafid@acdim.net.ma - Site Internet : <http://www.anafid.ovh.org>
anafid@wanadoo.net.ma

ASSEMBLEE GENERALE DE L'ANAFID DU 5 MAI 2001 :

RAPPORT MORAL

Je suis heureux de prendre la parole devant cette respectable assistance à l'occasion de cette 30ème Assemblée Générale Ordinaire de notre association l'ANAFID, que nous avons le grand plaisir de tenir au sein de l'ORMVAG à Kénitra.

Je voudrais saisir cette opportunité pour présenter, en votre nom, toutes nos sincères félicitations à Monsieur ALAMI SOUNI, à la suite de sa récente nomination à la tête de cet office, et lui exprimer, ainsi qu'à ses collaborateurs, tous nos remerciements pour leur accueil et toutes les dispositions qu'ils ont prises pour la réussite de notre Assemblée Générale et de la visite technique de 14H30.

Avec cette assemblée générale, l'ANAFID renoue, une fois de plus, le contact avec ses adhérents et aborde le nouveau millénaire tout en étant :

- forte d'une activité soutenue pendant 3 décennies, malgré un contexte souvent difficile,
- fière d'un palmarès riche en activités nationales et internationales,
- dotée d'une ferme volonté de contribuer, en tant qu'ONG et association d'utilité publique, au débat national autour des principaux défis à relever en vue d'un développement rural et agricole durable.

Depuis la tenue de sa dernière assemblée générale, l'ANAFID a entrepris de nombreuses activités et accompli des tâches diverses tant au niveau national qu'international.

I - AU NIVEAU NATIONAL

Activités des Comités Techniques

Les comités techniques ont joué un rôle moteur dans l'animation scientifique et technique durant le mandat du présent bureau. En effet, notre association a activement contribué à la réflexion, à travers l'organisation de deux tables

rondes et un atelier, autour des problèmes d'adduction d'eau potable en milieu rural, la lutte contre la sécheresse et l'environnement. Par ailleurs, afin de permettre à ses adhérents de prendre contact avec la réalité du terrain, deux sorties ont été organisées successivement à Ait Bouguemmaz et à l'ORMVA des Doukkala.

1. Bilan des manifestations scientifiques.

1.1. En partenariat avec l'Association Marocaine de l'Eau Potable et de l'Assainissement (AMEPA) et l'Association Marocaine des Ressources en Eau (AMRE), l'ANAFID a organisé une table ronde sur " l'alimentation en eau potable des populations rurales : Evaluation et Perspectives " le 25 Novembre 1999. Cette table ronde a réuni une soixantaine de participants, représentant des responsables de l'administration (DGH, ONEP, Agriculture, Intérieur), des présidents de communes rurales, des représentants d'ONG ainsi que des entreprises travaillant dans le secteur de l'eau potable en milieu rural. Ce fût l'occasion de faire le point sur les réalisations des programmes et actions lancées par le Maroc dans ce domaine, d'en évaluer les atouts et les contraintes et de faire des propositions et recommandations concrètes visant à dynamiser et renforcer le secteur de l'eau potable en milieu rural.

1.2. L'ANAFID a organisé, conjointement avec l'AMEPA, un atelier sur la problématique de sécheresse et la lutte contre ses effets en milieu rural, sous le thème " Eau – Santé et Education " le 8 Juin 2000. Cet atelier a rassemblé une soixantaine de décideurs représentant une dizaine d'entreprises privées, les principaux départements du secteur public : Météorologie, Hydraulique,

Santé Publique, Education Nationale, Direction Générale des Collectivités Locales ainsi que des chercheurs et universitaires. Après avoir fait un diagnostic sur la problématique de la sécheresse et ses effets socio-économiques dans notre pays, notamment dans le milieu rural, les participants ont examiné les actions concrètes à promouvoir auprès des membres des deux associations afin de contribuer à aider la population rurale à faire face à ce fléau. Aussi, a-t-il été noté l'engagement des entreprises privées présentes à cet atelier pour contribuer à la réalisation d'une trentaine de projets, dans diverses régions du Maroc.

1.3. Dans le but de faire l'état des lieux de l'environnement dans les différents écosystèmes agricoles et promouvoir un échange d'expériences entre tous les intervenants dans le secteur de l'agriculture, l'ANAFID a organisé avec le parrainage du Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, une table ronde autour du thème "Agriculture et Environnement" le 22 février 2001 à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II à Rabat. Cette table ronde a regroupé près de 150 spécialistes, représentant différents départements ministériels (Agriculture, Eaux et Forêts et Equipement), organismes gestionnaires de l'eau et irrigation (Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole, Office National de l'Eau Potable), institutions de formation et de recherche (IAV Hassan II, ENA Meknès, EHTP, EMI, INRA, SEEN, Universités), bureaux d'études, entreprises des travaux et quelques représentants d'associations professionnelles et de l'environnement.

La table ronde fût organisée en deux sessions, la première a été consacrée à

une présentation générale de l'état environnemental dans les grands périmètres irrigués, le domaine hydraulique, les retenues des barrages, l'intensification des productions végétales et le système agropastoral, la deuxième partie a été réservée aux études de cas illustrant les actions entreprises par les différents organismes en matière de gestion durable des ressources naturelles et de suivi de l'environnement dans leurs zones d'action : Tadla, Loukkos, Tafilalet, lutte contre la désertification et de l'érosion. Une attention particulière a été accordée aux aspects législatifs et réglementaires notamment ceux liés aux conventions internationales.

2. Bilan des manifestations techniques

2.1 Visite technique dans le périmètre des Ait Bouguemmaz, organisée le 29 Avril 2000. Près de 35 personnes ont participé à cette visite, au cours de laquelle, elles ont pris connaissance des actions menées par la DPA d'Azilal en matière d'aménagements hydro-agricoles en PMH d'une part, et d'aménagements intégrés des bassins versants d'autre part. De façon particulière, une réunion avec les populations et les autorités locales a permis aux participants de s'informer sur les différents projets de développement rural, entrepris aussi bien par la société civile que par les pouvoirs publics dans cette région.

2.2 A l'initiative du Directeur de l'ORMVA des Doukkala, l'ANAFID et l'AIGR, ont conjointement organisé le 24 Juin 2000, une visite technique du périmètre du Haut Service des Abda-Doukkala. Soixante participants, provenant aussi bien des secteurs public que privé, ont pris part à cette activité. Les visites ont concerné les principaux ouvrages réalisés ou en cours d'exécution : station de pompage du Haut Service, canal principal, réseaux d'irrigation et d'assainissement internes et projets de nivellement du secteur 14, et enfin, l'équipement du Secteur d'irrigation en basse pression.

2.3 Des membres du Bureau de l'ANAFID ont participé aux premières rencontres méditer-

ranéennes, organisées en France, du 2 au 8 Septembre 2000, par l'Association d'Echanges Méditerranéens pour l'Eau, la Forêt et le Développement. Cette association regroupe les Ingénieurs du Génie Rural francophones du pourtour méditerranéen. Le voyage, organisé par l'AIGR, a regroupé 17 participants marocains qui ont contribué au colloque sur la gestion des ressources naturelles et aménagement du territoire, d'une part, et pris part à la tournée dans les alpes relative à la visite des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles français.

Toutes les manifestations scientifiques et techniques, sus indiquées, ont fait l'objet de comptes rendus qui ont été publiés dans les différents numéros de la revue de notre association : " Hommes, Terre et Eaux ".

Par ailleurs deux activités scientifiques et techniques sont en cours de préparation par nos comités techniques; il s'agit d'une table ronde sur la tarification de l'énergie de pompage dans les ORMVA et un séminaire autour du thème " Electrification Rurale et Développement Rural ", en partenariat avec l'ONE.

II - AU NIVEAU INTERNATIONAL

1. Relations avec la CIGR

Notre association est fière de présider la Commission Internationale du Génie Rural (CIGR) depuis le 1er janvier dernier, et ce, pour les deux années 2001 et 2002. Elle est de ce fait le premier comité national d'un pays en voie de développement, membre de la CIGR, à décrocher ce titre. Ceci est le fruit de plusieurs années de travail et de l'image de marque que notre association a réussi à se faire au sein de la CIGR qui vient de fêter ses 70 ans et qui regroupe près de 70 pays membres. Nous considérons, ce nouveau titre, comme une reconnaissance de la communauté scientifique et technique internationale à la qualité de l'Ecole marocaine du génie rural et au rôle de leadership de l'ANAFID et à sa place au niveau régional et international.

Je saisis cette occasion pour féliciter le nouveau Président de la CIGR : Pr.

Houssine BARTALI, membre fidèle du bureau de l'ANAFID et chef du département de génie rural à l'IAV Hassan II et je lui souhaite plein succès dans cette importante tâche, à laquelle notre association apporte tout le soutien qu'elle exige.

Rappelons que c'est lors du dernier congrès international de la CIGR, qui s'est tenu au Japon en fin novembre 2000, que Pr. BARTALI, a officiellement pris ses fonctions de Président de la CIGR. Ce congrès a eu lieu à l'Université de Tsukuba, nommée cité de la Science du Japon et était parrainé par le Conseil de la Science du Japon.

- Pr. El Hassan BOURARACH, président de la 3ème section technique de la CIGR traitant du " machinisme agricole ", a aussi participé à ce congrès en marge duquel s'est tenu la réunion du club de Bologne qui réunit les experts des questions de mécanisation agricole. Il a contribué à son organisation en étant membre du comité scientifique et a contribué à la proposition de thèmes, la sélection des articles et posters, la sélection des candidats au prix Armand Blanc et à la présidence d'une session lors du congrès.

- Co-organisation du séminaire " transport en milieu rural " en tant que président de la 3ème section, 4-6 Octobre 1999, Giessen Allemagne.

J'aimerais indiquer, qu'après le Maroc en 98 et le Japon en 2000, ce sont les USA qui accueilleront le prochain congrès mondial de la CIGR (le 15ème) prévu en fin juillet 2002 à Chicago. L'ANAFID, en son titre de Président de la CIGR, assure aussi la Présidence du Comité mixte d'Organisation de ce prochain congrès. Ce comité est composé de représentants du comité national américain de la CIGR (l'ASAE) et du Présidium de la CIGR.

La CIGR met en réseau les différentes composantes de la profession de génie rural à travers le monde et met à leur disposition un cadre d'échanges et de promotion des activités de formation, de recherche et d'expertise. Parmi les services qu'elle offre, on peut citer :

- (i) Le Traité de Génie Rural en 5

- volumes (Prof BARTALI est éditeur du volume 2 et Prof. BOURARACH participe à la rédaction du chapitre "Matériel de travail du sol" du volume 3.
- (ii) La revue électronique, dans laquelle Prof. BOURARACH est membre du comité de lecture.
- (ii) Le réseau global de concertation en ligne CIGR/FAO,
- (iv) La newsletter.
- Toutes ces informations et d'autres peuvent être trouvées sur le site web de la CIGR, accessible à partir de celui de l'ANAFID.

2. Relations avec la CIID

Une délégation importante de l'ANAFID a participé au 17ème Congrès de la CIID, à Grenade, en septembre 99. Cette délégation, de 18 membres, était composée notamment d'ingénieurs de l'AGR, d'ORMVA, Bureaux d'Etudes et d'enseignants de l'IAV. Au cours du congrès, la délégation marocaine, a été invitée, à déjeuner, par le Président et les membres de l'AFEID. (comité national français de la CIID). L'AFEID organise, en septembre 2003, le 53ème conseil exécutif de la CIID et un colloque international sur les conflits d'usage de l'eau.

L'ANAFID doit reprendre sa place au sein de la Commission Internationale de l'Irrigation et du Drainage (CIID), en participant activement aux différentes manifestations institutionnelles (Conseil Exécutif, Congrès) ainsi qu'aux activités scientifiques, organisées par les comités techniques de la CIID.

Le 52ème Conseil Exécutif aura lieu à Séoul, du 16 au 21 Septembre 2001.

Le 18ème Congrès International de la CIID sera organisé, par le Canada, du 21 au 28 Juillet 2002.

3. Publications

3.1. Revue "Hommes, Terre et Eaux"

Depuis la dernière Assemblée Générale, l'ANAFID a publié huit numéros de la revue "Hommes, Terre et Eaux" du n°111 au n°118 couvrant la période Juin 1999 à Mars 2001.

La liste de ces publications est donnée dans le tableau suivant :

Année	N°	Date	Contenu de la revue
1999	111	Juin	Articles variés incluant en particulier le rapport moral de la précédente Assemblée de l'ANAFID.
1999	112	Sept	Actes du séminaire "Journée Nationale sur la Protection de l'Olivier-Marrakech Mai 1999".
1999	113	Déc	Articles variés
2000	114	Mars	Table ronde sur : l'alimentation des populations rurales-Spécial "SEEN"-Service de s Expérimentations, des Essais et de la Normalisation .
2000	115	Juin	Articles variés
2000	116	Sept	Articles variés incluant en particulier l'atelier ANAFID- AMEPA sur la Sécheresse
2000	117	Déc	Spécial Voyage d'étude organisé par l'AIGR en France: Première Rencontre Euro-Méditerranéens.
2001	118	Mars	Actes du Premier Congrès National des Sciences du Sol: Utilisation Rationnelle des Engrais Au Maroc /AMSSOL-ENA de Meknès. Mai 2000.

Parmi ces publications, le numéro 114 actualise la Bibliographie de la revue "Homme, Terre et Eaux" du numéro 110 au numéro 113, permettant d'effectuer le classement des articles et des recherches par auteur. Il est à rappeler que le numéro 106 donne la bibliographie de la revue depuis sa création au numéro 109, et le numéro 110 l'actualise du numéro 101 à 109.

3.2. Bulletin INFO-ANAFID

L'ANAFID a édité le bulletin INFO-ANAFID, de façon irrégulière, en 1999 et 2000.

Cette année, notre association a édité deux numéros, le premier en Janvier et le second en Mars. L'ANAFID compte continuer à faire sortir ce bulletin, tous les deux mois, en quatre pages.

L'édition de ce bulletin a pour but d'informer les adhérents de l'ANAFID sur les réunions mensuelles du bureau et sur les manifestations qui s'organisent dans le cadre des activités de cette association (colloques, congrès séminaires, etc.), ainsi que de publier des sujets d'actualité, relatifs aux

domaines de l'irrigation, le foncier, le bâtiment...

3.3. Site Web de l'ANAFID

Vous n'êtes pas sans savoir que notre association dispose de son site web, dont l'adresse est anafid.ovh.org. L'alimentation et l'actualisation du contenu de ce site est un processus continu. Ce site qui fait l'objet de consultations, de plus en plus fréquentes, offre un certain nombre de liens avec les partenaires de l'ANAFID. Il est appelé à jouer un rôle prépondérant dans la diffusion des activités et des publications de notre association et à l'amélioration de sa visibilité.

III - DIVERS

Réunion avec Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

Messieurs BEKKALI, AÏT KADI, BOUHAMIDI, BARTALI et LARAÏCHI ont été reçus, le Lundi 25 Septembre 2000, par Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Ils furent les premiers représentants d'associations à être accueillis par Monsieur le Ministre. Lors de cet entretien, Monsieur BEKKALI a exposé les activités de l'ANAFID depuis sa création, ainsi que son rôle en tant que ONG vis à vis du Ministère. Ont également été discutées les possibilités de coopération entre l'ANAFID et le Ministère. Une convention sur des thèmes bien précis sera établie entre l'ANAFID et le Ministère.

Abdallah BEKKALI

Président de l'ANAFID

PRESENTATION SUR LA GESTION PARTICIPATIVE EN IRRIGATION

BENNOUNA T.¹

I- PRESENTATION SUR LA GPI

1.1- Introduction

Dès le début des années 70, l'Etat a engagé un important programme de développement des infrastructures hydro-agricoles pour l'extension de l'irrigation à de nouvelles superficies et d'y intensifier la production agricole.

La réalisation et la gestion des infrastructures des grands périmètres d'irrigation ainsi que le développement de la mise en valeur agricole ont été confiés aux ORMVA.

Durant les dix dernières années, les charges du service de l'eau et les coûts de réhabilitation des équipements hydro-agricoles pèsent lourdement sur le budget de l'Etat.

Aujourd'hui aussi, l'eau d'irrigation n'est pas encore utilisée de façon efficiente et la mise en valeur agricole n'est pas optimale par rapport au potentiel de production agricole dans les périmètres irrigués.

Dans le but de remédier à ces insuffisances, le Maroc est entrain de s'écarter progressivement, depuis 1990, pour opérer un autre choix faisant appel à la participation effective des agriculteurs dans la gestion des systèmes d'irrigation, et ce, dans un cadre institutionnel organisé à savoir les Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA).

La promulgation de la loi 2/84 en 1990 et son décret d'application traduit la volonté politique de l'Etat de changer d'orientation en matière de gestion des systèmes d'irrigation.

Le premier séminaire national sur la Gestion Participative en irrigation (GPI) tenu en Novembre 1995 à Marrakech, s'était donné pour objectif de conforter cette nouvelle option de l'Etat en dégageant les éléments d'une politique

et d'une stratégie en matière de GPI et en établissant un plan national d'action en ce domaine.

S'appuyant sur les acquis obtenus en matière de GPI, suite aux recommandations de ce premier séminaire, le Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes veut, à l'occasion du deuxième séminaire national de 1999, faire porter la réflexion sur les modalités concrètes de mise en œuvre de la GPI afin que les actions futures des ORMVA et des AUEA répondent mieux aux impératifs de l'heure à savoir, la valorisation de l'eau d'irrigation, la maîtrise des volumes d'eau prélevés ainsi que des coûts d'exploitation et de maintenance des équipements et ouvrages hydro-agricoles et la pérennité du patrimoine hydraulique national.

1.2- Nouvelle signification de la GPI :

La politique de gestion des systèmes d'irrigation avant 1990.

La gestion et la mise en valeur des périmètres de la Grande Hydraulique ont été réglementées par l'Etat, dès la création des ORMVA. En effet, les décrets instituant les ORMVA leur confiait dans le même temps la gestion des périmètres de Grande Hydraulique.

En 1969, dans le cadre du Code des Investissements Agricoles, parmi l'ensemble des dispositions prises à cette époque, deux se rapportent directement à la gestion des systèmes d'irrigation de la Grande Hydraulique. Le code fait, en effet, obligation aux usagers de participer à l'effort financier entrepris par l'Etat en leur faveur par :

- une contribution directe financière correspondant aux frais d'aménagement et d'équipement du périmètre,
- le paiement d'une redevance annuelle pour usage de l'eau destinée à couvrir

principalement l'ensemble des coûts d'exploitation et de maintenance des réseaux hydro - agricoles.

La nouvelle politique de gestion des systèmes d'irrigation après la promulgation, en 1990, de la loi 2/84 qui définit :

- les conditions de constitution des AUEA;
- les relations entre l'administration et ses AUEA, notamment en ce qui concerne la participation de celles ci à la gestion des systèmes d'irrigation.

Signification actuelle de gestion des systèmes d'irrigation.

Actuellement, la participation des usagers a une autre signification qui, en définitive, répond à un impératif à la fois technique et politique, celui de :

1. Transformer les rapports ORMVA- Usagers/AUEA dans un sens moins interventionniste et moins dirigiste mais garantissant l'efficacité des offices ;
2. Instaurer un type de gestion des systèmes d'irrigation fondé sur la concertation et la négociation (implication et responsabilisation des usagers) ;
3. Faire émerger et prévaloir chez les usagers un état d'esprit favorable aux actions des ORMVA ;
4. Former l'usager, en tant que citoyen, au travail de coopération avec l'Etat et les ORMVA afin qu'il assume pleinement et consciemment sa part de responsabilité ;
5. Et surtout donner aux AUEA le droit de regard et de contrôle des actions des offices (Etat).

Dans le même sens et si cette nouvelle signification de la GPI trouve son fondement dans les impératifs de l'heure, elle constitue en même temps

¹-Ingénieur à l'ORMVAG

les enjeux de demain à savoir :

- La valorisation de l'eau devenue et qui sera encore de plus en plus rare ;
- La maîtrise des volumes prélevés ainsi que les coûts de gestion des équipement hydro-agricoles ;
- La sauvegarde du patrimoine hydraulique et par conséquent la pérennité de l'agriculture irriguée ;
- Et notamment la recherche d'un partenariat équilibré où tous les partenaires trouveront leur compte

et non pas simplement :

- Alléger l'Etat par la réduction des transferts budgétaires ;
- Alléger les ORMVA par la réduction de, leur charges physiques et financières ;
- mais aussi pour garantir aux usagers/AUEA un service de l'eau de qualité qui n'est pas moins de la redevance exigible.

1.3- Contraintes aux actions des ORMVA et des AUEA

Au niveau du cadre juridique et institutionnelle

- Loi conçue pour la réalisation des projets d'aménagement particulièrement dans les périmètres de PMH ;
- Loi qui ne peut s'appliquer valablement dans les grands périmètres irrigués ;
- Loi centrant l'intérêt des usagers, constitués en AUEA, autour d'un seul objet, celui de l'aménagement, de l'exploitation et de la maintenance des systèmes d'irrigation ;
- Loi comportant certaines lacunes, incohérences et/ou contradictions.

Au niveau de l'AGR :

- Insuffisance des moyens humains, pourtant nécessaires au renforcement du rôle de la cellule GPI en matière d'homogénéisation des procédures, d'organisation des échanges d'expériences entre ORMVA présentant des conditions ou des problèmes similaires en matière de GPI ;

- Absence d'un plan directeur définissant les orientations générales et les modalités de mise en œuvre de la GPI, plan devant servir de référence aux ORMVA ;
- Absence d'un plan national de formation destinée aux AUEA (présidents, membres de conseil...) et aux agents d'encadrement des AUEA.

Contraintes aux actions des ORMVA et des AUEA

Etat et ORMVA

- Objectifs de l'Etat et ORMVA ne sont pas toujours homogènes.
- Insuffisance des moyens affectés à la GPI.
- Défaut d'appui des autres intervenants (les finances essentiellement).
- Inertie de l'appareil technico-administratif en général et décalage ou résistance des entités opérationnelles.
- Volonté non déclarée d'un passage hâtif et difficile d'un mode à un autre mode de gestion.

AUEA

- Réalité du milieu rural (analphabétisme, âge avancé...).
- Insuffisance des ressources financières.
- Méfiance vis à vis de l'Administration et des organisations professionnelles.
- Tradition d'irrigation récente.
- Capacité de gestion technique et managériale insuffisante.
- Politisation importante.

1.4 - Répartition des responsabilités

1.4.1- Le sens et les conditions du partage des responsabilités avec les AUEA :

Le partage ou le transfert de responsabilités aux AUEA peut s'analyser en une délégation de compétence par les ORMVA aux AUEA en matière de gestion des systèmes d'irrigation, c'est à dire un désengagement des ORMVA de certaines de leurs attributions ou activités en faveur des AUEA qui, dans

les limites légales, les exerceront totalement ou partiellement à leur place ou en collaboration avec eux.

En opérant ainsi, ORMVA et AUEA ne s'excluent pas mais, au contraire, s'appuient réciproquement. Les AUEA ont et auront toujours besoin de la reconnaissance, du soutien et de l'assistance des ORMVA. De leur côté, et tout en gardant en propre leurs attributions statutaires essentielles de conception, d'orientation et de contrôle de la gestion des systèmes d'irrigation, les ORMVA s'assurent l'appui, le soutien et la collaboration des AUEA qu'ils associent à l'accomplissement de leurs missions.

Toutefois, le partage ou le transfert de responsabilités n'est possible que si les AUEA sont suffisamment structurées et pourvues de moyens humains, matériels et financiers susceptibles de leur permettre de jouer le rôle attendu d'elles. C'est là une condition relevée, à juste titre, par l'ensemble des ORMVA.

1.4.2- Principes de base :

Il est donc maintenant admis de dépasser la conception réductrice de la GPI qui se base sur une double exclusion.

Celle des usagers qui considèrent que les ouvrages d'irrigation appartiennent à l'Etat. Lequel doit les prendre totalement en charge d'autant plus que l'eau est facturée.

Celle des gestionnaires qui considèrent que les aménagements internes sont de la seule responsabilité des usagers qui devront en assurer la gestion, en priorité, avant toute discussion sur un partage éventuel des tâches à des niveaux supérieurs des systèmes.

Au contraire, il est maintenant admis que la GPI offre le cadre adéquat permettant à l'aboutissement d'un partenariat responsable et équilibré pour mettre en œuvre toutes les procédures de consultation, de concertation, de collaboration, et de coordination, aboutissant à une contractualisation, en vue d'une gestion en commun des systèmes d'irrigation par les deux partenaires (ORMVA et AUEA).

Le plan de partage des tâches de gestion entre l'ORMVA et l'AUEA devient

donc une préoccupation stratégique pour l'action des ORMVA en matière de GPI car la gestion participative ne s'exprimera pleinement que dans le cadre d'un partage contractuel des tâches de gestion.

Ce partenariat et cette cogestion n'auraient bien évidemment de sens, que s'ils permettent, à court et moyen terme, l'amélioration du service de l'eau qui soit profitable aux deux partenaires en particulier :

- Par une réduction des charges de gestion pour les ORMVA ;
- Par une réduction de la facture d'eau et une augmentation de la productivité de l'irrigation pour les usagers .

A long terme, les enjeux sont évidemment bien plus importants et concernent en définitive toute l'évolution de la relation ORMVA/ Usagers.

1. 4. 3. La notion de partage ou de transfert :

Cette notion doit être élaborée selon 3 critères suivants :

- Le critère relatif aux tâches et aux fonctions de gestion des systèmes d'irrigation ;
- Le critère relatif au niveau du réseau d'irrigation concerné (principal, secondaire, etc...) ;
- Le critère relatif au niveau de participation des usagers/AUEA (le degré de liberté dans la prise de décision par ces derniers).

Dans cette conception, le partage signifierait le transfert de tâches précises, à un niveau précis du système d'irrigation, et avec un degré d'autonomie donné plutôt qu'un transfert d'ouvrage.

1.5 - Financement de la GPI :

L'analyse du financement des activités de la GPI fait ressortir quatre catégories de dépenses :

1.5.1. Fonctionnement des activités de la GPI des ORMVA :

Les budgets nécessaires au fonctionnement des activités de la GPI des ORMVA sont fonction des moyens humains et matériels de la structure

technico-administrative chargée de la GPI ainsi que de son programme d'action.

La situation actuelle révèle que très peu de ressources sont réservées par les ORMVA à cette rubrique .

1. 5. 2. Fonctionnement des AUEA :

Cette rubrique doit être obligatoirement financée par les usagers à travers leur cotisation annuelle. Toutefois, il est nécessaire qu'au démarrage les ORMVA apportent un soutien matériel aux AUEA tel que la mise à disposition des locaux, la mise à disposition provisoire du personnel administratif et ou technique et d'un fond de roulement d'une ou deux années au maximum.

1. 5. 3. Dépenses à engager pour la gestion des systèmes d'irrigation exploitation et maintenance :

C'est la rubrique qui conditionne la réussite ou l'échec de la GPI dans un périmètre ou au niveau d'un secteur donné. En effet, la mise en œuvre du plan du partage des tâches de gestion doit être accompagnée d'un accord sur les modalités du financement des activités objet de partage avec les AUEA ou de transfert aux AUEA (transfert de tâche et de son coût) .

Cas des secteurs rizières du Gharb : le risque d'échec du processus de la GPI au niveau de ces secteurs est très élevé à cause du non aboutissement des accords conclus dans un cadre contractuel.

1.5.4- Dépenses d'investissement pour la réalisation du programme de réhabilitation et de modernisation :

La réflexion sur cette question de financement de ces dépenses est à engager. Cependant ce financement ne doit pas être effectué d'une façon unilatérale par l'Etat. La participation financière des AUEA doit être négociée dans le cadre du protocole d'accord (contrat de partenariat office/AUEA) .

1.6 - Mise en œuvre et système de suivi - évaluation

Un plan d'action en matière de GPI est un document par lequel tout ORMVA projette, pour une période déterminée, de mettre en œuvre son action visant à impliquer et à responsabiliser les AUEA

dans la gestion des systèmes d'irrigation. Un tel plan doit être le résultat d'une réflexion approfondie quant à la vision de chaque ORMVA pour définir, orienter, structurer et organiser sa stratégie de mise en œuvre de son projet de GPI.

Ce plan doit donc énoncer clairement tous les éléments qui concourent à la réalisation et à l'atteinte des objectifs et des finalités de ce projet. Pour l'essentiel, il s'agit, dans ce plan :

1. De situer l'action de GPI dans son contexte général de mise en œuvre (milieu physique et naturel, milieu socio-économique, caractéristiques de l'équipement hydro-agricole,...) ;
2. De poser la problématique de l'action GPI dans ses divers aspects essentiels (atouts et contraintes, grands axes du programme de GPI...) ;
3. De présenter et d'analyser le processus de création des AUEA ;
4. De définir l'action de gestion participative des systèmes d'irrigation en déclinant cette action en ses fonctions, activités et tâches opérationnelles, étape préalable à la détermination des compétences techniques et managériales à faire acquérir aux AUEA en vue de les faire participer réellement et efficacement à la gestion des systèmes d'irrigation.
5. D'identifier les moyens humains, matériels et financiers nécessaires à l'appui de l'action de GPI et d'en planifier la mobilisation et la mise en œuvre tant au niveau de l'ORMVA que des AUEA ;
6. D'établir un programme de partage et/ou de transfert de compétences, fonctions, activités et tâches aux AUEA, programme qui serait d'une durée déterminée et dont la mise en œuvre s'appuierait sur des actions précises (formation des usagers, des membres des conseils d'AUEA et à leur fédération, acquisition de moyens de travail pour les AUEA et leurs fédérations et pour l'appareil d'encadrement...) ;
7. De prévoir un rabatement du tarif de

l'eau en fonction des tâches effectivement transférées aux AUEA et d'un contrat programme négocié avec elle ;

8. De mettre au point, enfin, un système de suivi-évaluation du plan d'action de l'ORMVA en GPI, définissant les objectifs, les domaines, la démarche, la méthode et les outils de ce suivi-évaluation ainsi que la structure technico-administrative qui en aura la charge de réalisation.

II- GPI AU PERIMETRE DU GHARB

2.1- Rappel sur le développement de la GPI au niveau du périmètre du gharb

Le développement de la GPI au niveau du périmètre du Gharb a connu 4 étapes ou trois réajustements :

1ère étape : depuis la création des ORMVAG jusqu'au début des années 90 : l'Office assurait directement d'une façon interventionniste et dirigiste tous projet d'aménagement hydro-agricole à l'instar des autres périmètres de la GH.

2ème étape : depuis 90 jusqu'à 1995 : les actions de l'ORMVAG étaient focalisées pour la création d'AUEA sans trop se préoccuper de leurs fonctionnement (les mêmes contraintes citées auparavant).

3ème étape : De 1995 à 99 : l'ORMVAG, fidèle aux principes dégagés lors du 1er séminaire a élaboré un plan d'actions très ambitieux. Mais du fait de la réalité de l'environnement général très contraignant et surtout de la complexité du projet GPI d'une part (qui remet en cause les rapport usagers - administration et ORMVA -Etat) et du milieu rural d'autre part, le processus s'est trouvé bloqué au stade de la création des AUEA (à l'exception du cas des secteurs rizicoles où le blocage n'a eu lieu que lors du passage au stade de prise en charge effective des opérations de gestion des réseaux secondaires et tertiaires).

Durant cette même période, l'ORMVAG a acquis un capital d'expérience qui lui a permis de bien préparer le deuxième séminaire sur la

GPI d'une part et de clarifier encore plus le rôle de l'ensemble des intervenants dans l'agriculture irriguée dont l'élaboration des plans d'actions opérationnels réalistes et surtout des contraintes et atouts de chaque périmètre si non de chaque type de secteur d'autre part.

Toutefois, il faut signaler que pendant cette période, l'ORMVAG a profité de toutes les opportunités qui se sont présentées et a concrétisé des actions de la GPI avec succès (cas de 22 AUEA des secteurs rizicoles et 3 AUEA du secteur C3 du Gharb). Ces cas d'AUEA opérationnelles sont considérés modèles au Gharb en plus des cinq AUEA constituées en l'an 2000 avant le démarrage des travaux d'aménagement au niveau des secteur est 1 et Est 4.

4ème étape de 1999 jusqu'à présent : c'est la période de mise en œuvre du plan d'actions de l'office approuvé lors du deuxième séminaire. A signaler que la non concrétisation des recommandations issues de ce séminaire, le processus risque de se compromettre au niveau de toute la zone de l'office.

Données sur les équipements hydro-agricoles

La zone d'action de l'ORMVAG desservie par les barrages El Kansera et Idriss premier et Al Wahda couvre une SAU de 388.000 ha dont 250.000 ha irrigable au terme des aménagements. La superficie équipée actuellement est de 105.410 ha.

Situation actuelle et prévisionnelle des AUEA dans le périmètre

Mode d'irrigation	Nbre AUEA	Sup. en ha	Nbre d'adhérent
Gravitaire	15	11.162	1.732
Submersion	22	12.118	3.298
Aspersion	11	10.780	2.980
Total	48	34.060	8.010

2. 2. Plan d'action de l'Office en matière de GPI

2. 2. 1. Objectifs recherchés

Les objectifs recherchés par l'ORMVAG sont les mêmes que ceux arrêtés au niveau national pour les

périmètres de la Grande Hydraulique. Toutefois et compte tenu des spécificités de la situation actuelle, l'office insiste sur les objectifs suivants :

Objectifs à court terme :

- participation aux opérations simples de gestion des systèmes d'irrigation et leur apprentissage à la gestion;
- participation des AUEA, au niveau des secteurs rizicoles, à l'entretien des réseaux d'irrigation et d'assainissement secondaires et tertiaires (conditionnés par la rétribution de 20% sur le taux d'équilibre au profit des AUEA) ainsi que la distribution et le suivi des consommations en eau (relevés des débits au niveau des prises);
- la création d'un cadre adéquat de dialogue et de concertation avec les usagers;
- l'amélioration de l'application de l'eau au niveau de la parcelle (entretien des équipements internes et respect des normes d'exploitation ...);
- l'amélioration de la qualité du service de l'eau rendu aux usagers;
- la préservation des équipements hydro-agricoles par la responsabilisation des usagers ;
- participation à la création d'un environnement favorable pour la rentabilisation de l'agriculture irriguée.

Objectifs à moyen et à long terme :

- transfert progressif, partiel ou total, des opérations de gestion des systèmes d'irrigation dans un cadre contractuel;
- amélioration du taux de recouvrement des redevances d'eau d'irrigation;
- la pérennité des équipements hydro-agricoles par l'adoption d'une maintenance appropriée;
- recherche de l'équilibre financier du service de l'eau d'irrigation;

2. 3. Approche adoptée

2.3.1. Préparation de l'environnement

• favorable:

Le lendemain du 2^{ème} séminaire sur la GPI, l'office a envisagé d'organiser des journées d'information et de sensibilisation destinées aux entités de l'office impliquées dans la GPI d'une part, et aux différents partenaires de l'office, en particulier les Autorités, les organisations professionnelles, les élus d'autre part. L'objectif escompté de ces journées consiste à la présentation du plan d'actions de l'office en matière de la promotion de la GPI et les principaux résultats et recommandations de ce séminaire et ce en vue de rechercher les appuis nécessaires à la concrétisation dudit plan.

Le retard enregistré dans l'édition des recommandations du deuxième séminaire et surtout leur concrétisation a causé un retard non seulement pour l'organisation de ces journées mais aussi à la mise en œuvre du plan d'actions global.

2. 3. 2. Relations avec les usagers:

L'approche adoptée par l'office, consiste à:

- 1- la recherche d'un partenariat équilibré;
- 2- la sélection des zones pilotes afin de s'assurer de la faisabilité et de l'extension de l'opération de participation ou de transfert .
- 3- la progressivité dans l'espace par la constitution de plusieurs niveaux de regroupement des agriculteurs.
- 4- la progressivité dans le temps, le fonctionnement des AUEA se fera en trois étapes dont la première est une étape d'initiation à la gestion des équipements internes doit se faire au moins sur deux ou trois campagnes d'irrigation.

• 1^{ère} étape = gestion collective des équipements internes + le droit de regard sur les activités de l'office en matière de maintenance et d'exploitation des systèmes d'irrigation en vue de préparer et négocier avec l'office les

conditions favorables pour réussir le passage à la deuxième étape.

Au niveau des secteurs en cours d'aménagement, les AUEA constituées sont impliquées, dès le démarrage, et dans un cadre contractuel à la réalisation des travaux notamment des équipements internes.

• 2^{ème} étape = prise en charge ("cogestion") et gestion des équipements transférés (arrêtés suite aux négociations de la première étape);

A terme, les AUEA peuvent passer à la gestion des ouvrages principaux (en fonction de leurs capacités techniques et surtout financières).

5- la contractualisation des relations avec les AUEA par la signature des contrats de partenariat dans lesquelles la répartition des tâches par étape et la date limite de passage à l'étape suivante doivent être précisées.

2. 3. 3. Stratégie de participation des AUEA à l'aménagement, à l'exploitation, la maintenance des équipements et ouvrages hydrauliques

La stratégie adoptée par l'office du Gharb, et qui est évolutive, progressive, sélective, adaptée au milieu, incitative, négociée et contractuelle, est basée sur les principes suivants tout en signalant que sa mise en œuvre reste tributaire de la concrétisation des recommandations du deuxième séminaire:

Typologie des secteurs : Distinction des secteurs ayant les mêmes caractéristiques et pour lesquels la répartition des tâches doit être la même en vue d'une homogénéisation des procédures et de l'approche au niveau du périmètre. Les principaux critères retenues sont :

- mode d'irrigation;
- disponibilité en eau ;
- état des réseaux;
- programmation d'opération de réhabilitation et /ou de renouvellement d'équipements H A.

Répartition des tâches entre l'office et

les AUEA: Le modèle de répartition des tâches entre l'office et les AUEA selon la typologie des secteurs arrêtée est donnée dans le tableau ci-après. Cependant, il est à noter que le cadre de l'organisation générale présenté reste souple et flexible et peut être adapté selon la situation réelle de l'environnement global intervenant dans le processus et ce en fonction de :

1. le degré de liberté laissé à l'AUEA dans la prise de décision et la fonction "management" de l'exploitation des équipements transférés;
2. capacité technico - administrative et de trésorerie des AUEA à prendre en charge les tâches d'exploitation et de maintenance transférables;
3. le rythme de mise en oeuvre des mesures d'accompagnement adéquates;
4. la révision des textes législatifs régissant les AUEA et la gestion de l'eau d'irrigation dans les périmètres équipés par l'Etat;
5. la mise à disposition, provisoire ou permanente du personnel (aiguadiers ou autres) de l'office vers l'AUEA;
6. au niveau de la prise en charge du financement du renouvellement (partenariat avec les acteurs concernés).
7. la mise à disposition, provisoire ou permanente du personnel (aiguadiers ou autres) de l'office vers l'AUEA.

2. 3. 4. Dispositif de suivi évaluation de l'action de l'office en matière de GPI

Structures à créer (cellules, comité, etc.)

- Au sein de l'office : mise en place d'un suivi-évaluation de la mise en oeuvre du plan d'action à un niveau sous la forme d'un comité de direction composé de tous les départements concernés.
- A l'échelle de la région, mise en place d'un comité régional de suivi qui aura mission de lever les contraintes qui peuvent compromettre la création ou le fonctionnement des AUEA.

Cas de répartition des tâches entre ORMVA et AUEA
Secteurs objet de renouvellement des bornes d'irrigation (C3 actuellement)

Tâches de gestion des réseaux d'irrigation	Actuellement à la charge de l'AUEA	Participation de l'AUEA	Transférable			Non transférable
			CT	MT	LT	
1 – Exploitation du réseau						
a* planification de la source, élaboration des programmes d'irrigation et suivi			XX			
b* élaboration des tours d'eaux en amont des bornes			XX	X		
c* élaboration des tours d'eau et le calendrier de fermetures et ouvertures des bornes		XX	X			
d* gestion du MMI	X					
e* établissement et validation des états de consommation			XX	X		
f* établissement des rôles de redevances d'eau					XX	X
g* Recouvrement des redevances d'eau					XX	
h* gardiennage du réseau à charge (bornes)			X			
j* police des eaux (constat des infractions et verbalisation)			XX			X
k* recouvrement des cotisations propres de l'AUEA		X				
l* traitement des requêtes			XX	X		
m* exploitation des SP						X
2- Maintenance du réseau						
a* établissement des programmes de maintenance et réception des travaux			XX			X
b* entretien et maintenance des bornes			X			
c* réparation des chambres de vannes					X	
d* réparation des chambres de vannes					X	
e* entretien d'adducteurs primaires et répartition de leur matériel hydromécanique						X
f* entretien des maintenance des SP						X
g* entretien des pistes primaires et secondaires						X
h* Curage des colatures en aval des secondaires					X	
i* curage des colatures en aval des primaires					XX	X
j* curage des colatures primaires						X

XX = participation à court, moyen ou long term

Outils de suivi évaluation (indicateurs, critères, etc.):

- définition claire des objectifs à atteindre à court et moyen terme;
- détermination d'indicateurs simples et représentatifs de chaque objectif;
- collecte des données (AUEA , coordinateurs par AGR);
- bilan annuel et discussion avec les AUEA et définition des mesures à prendre en vue de réajustement nécessaire (système souple et flexible).

Indicateurs d'évaluation des performances des AUEA créées (indicateurs simples et classiques):

- indicateurs liés au service de l'eau (efficacité, taux de baisse des consommations d'eau d'irrigation, taux de participation à la facturation et au recouvrement des redevances

etc...);

- indicateurs liés au fonctionnement administratif des AUEA (taux de recouvrement des droits d'adhésion et cotisations, nombre de réunion
- tenues des conseils d'administration, date des assemblées générales etc...);
- indicateurs liés au degré d'autonomie des AUEA (management, technique et financier);
- indicateurs liés à la qualification des relations entre AUEA et adhérents (nombre de requêtes infractions, nombre de litiges résolus par l'AUEA etc...);

III- CAS CONCRET DE LA GPI AU GHARB : SECTEUR RIZICOLES

3. 1. PROBLEMES DU SERVICE DE L'EAU (avant 1999):

- Défaut ou manque de budget

nécessaire pour une maintenance appropriée;

- Défaut d'équité dans la distribution d'eau d'irrigation ;
- Défaut d'équité dans la facturation d'eau d'irrigation (facturation forfaitaire abstraction faite des consommations réelles);
- Augmentation substantielle des tarifs de l'eau en 1998 (34% de plus).

3. 2. Rupture en Janvier 1999 (Après émission du rôle des redevances d'eau d'irrigation)

Réactions des usagers:

- Organisation des riziculteurs par la désignation des représentants qui négocieront avec l'Etat ;
- Refus de paiement des redevances à l'office.

Résultat:

- l'Etat (ministère) a été contraint d'accepter le principe de négocier les redevances;
- réduction de 20% sur le taux d'équilibre avec un plafond de la consommation d'eau fixé à 15000 m3/ha à condition que (dès l'année en cours 1999):
- les usagers s'organisent en AUEA;
- ces AUEA prennent en charge les réseaux d'irrigation tertiaires et secondaires;
- signature des contrats de partenariat par l'office et les AUEA;
- ces 20% seront versés dans les comptes bancaires des AUEA ayant élaborés un programme d'entretien et d'exploitation de la campagne suivante (programme approuvé par l'office);
- le versement des 20% sera effectuée au fur et à mesure de l'avancement de réalisation du programme.

Ainsi, l'office a pris avec célérité et succès, toutes les dispositions nécessaires en vue de concrétiser les recommandations de ces négociations par :

- la constitution de 22 AUEA au niveau de la totalité des secteurs rizicoles (en avril et mai 1999);
- le suivi des volumes délivrés en tête de l'ensemble des points de mesures;
- la passation des contrats de partenariat avec les AUEA créées fixant les modalités de mise en oeuvre des dites décisions.

3.3. Les effets de la nouvelle organisation sur les services de l'eau se resument en:

- La maîtrise et réduction des consommations en eau par point de mesures;
- Le suivi permanent des volumes délivrés (instruction conjointe des fiches de suivi par l'office et les AUEA);
- Le contact et concertation permanente avec les AUEA;
- L'intervention rapide et efficace pour remédier aux problèmes d'entretien et de distribution.

A signaler que les AUEA ont été informées des quatre conditions à remplir pour bénéficier de 20% de

réduction sur le taux d'équilibre à savoir:

- 1- l'agrément juridique délivré par les autorités compétentes;
- 2- l'ouverture de compte bancaire au nom de l'AUEA;
- 3- la signature du contrat de partenariat;
- 4- l'établissement d'un programme annuel d'entretien et d'exploitation, approuvé par l'office.

Economie et maîtrise des volumes globales consommés

Le volume moyen consommé en 97/98 est de 20.480 m3/ha dont 6,5 % de la superficie ont consommé moins de 15.000 m3/ha et 74,5 % de la superficie ont dépassé 17.000 m3/ha contre un volume moyen de 14.790 m3/ha en 98/99 dont 53% (moins de 15.000 m3/ha) et 29 % (plus de 17.000 m3/ha). Ce volume n'était, en 99/2000, que de 14.300 m3/ha. (voir tableau ci-après)

Tranche de consommation en m3/ha	Campagne 97/98			Campagne 98/99		
	Superficie en ha	%	% cumulé	Superficie en ha	%	% cumulé
< 12 000	0	0	1077	14	14	
12 000 – 13 000	171	5	5	747	10	24
13 000 – 14 000	20	0,5	5,5	1349	17	41
14 000 – 15 000	35	1	6,5	935	12	53
15 000 – 16 000	365	10	16,5	838	11	64
16 000 – 17 000	339	9	25,5	549	7	71
> 17 000	2714	74,5	100	2207	29	100
Total	3714	100	100	7702	100	100

3.4. Modalités :

3.4.1. SCENARIO 1 : non implication de l'agence comptable (avec rizierie):

Consistance :

- Etablissement du rôle des redevances d'eau du riz en tenant compte des 20% de réduction sur le taux d'équilibre avec édition d'un rôle relatif au montant de la réduction de 20% sur le TE.

- Oppositions au niveau des rizeries et le recouvrement se fera selon la priorité suivante :

- recouvrement en priorité des 80 % de

l'office des redevances de la campagne en cours;

- virement des 20% de réduction sur le taux d'équilibre aux comptes bancaires des AUEA sans aucun contrôle de l'office.

Contraintes :

1. risque de problème entre rizierie – AUEA ;
2. risque de non exécution d'entretien ;
3. risque de mauvaise gestion comptable par le CA d'AUEA.
4. AUEA non compétent à court terme ;
5. risque d'abondant du patrimoine hydraulique.

Avantages

1. Responsabilisation des AUEA ;
2. Constitution de fédération d'AUEA .

3.4.2 SCENARIO 2 : implication de l'agence comptable (sans rizeries):

Consistance :

- Etablissement du rôle des redevances d'eau du riz sans tenir compte des 20%

de réduction sur le taux d'équilibre tout en distinguant :

- un rôle relatif au montant de la réduction de 20% sur le TE.
- Oppositions au niveau des rizeries et le recouvrement de la redevance totale
- l'office et l'agence comptable procéderont au virement du montant de la réduction de 20% sur le TE aux comptes bancaires des AUEA ayant remplies les quatre conditions précitées et ce au fur et à mesure de la réalisation du programme déjà approuvé par l'office.

Contraintes :

1. AUEA considérés toujours en tant que non responsable ;
2. risque de baisse du taux de recouvrement de l'office ;

Avantages

1. Garantie d'exécution de programme d'entretien ;
2. formation des AUEA (gestion technique et comptable) ;

3. 5. Conclusion :

Après l'examen des contraintes et avantages des deux scénarios, l'office a opté pour le scénario n° 2. Mais cette procédure, qui exige l'ouverture d'un compte hors budget qui servira de compte intermédiaire (entre le recouvrement des 20% et leur virement aux comptes bancaires des AUEA concernées) n'a pas été acceptée par le Ministère des Finances et de l'Economie (Direction des budgets) sans proposition d'aucune autre procédure pour la résolution du problème et le déblocage du processus.

IV- PRINCIPALES RECOMMANDATIONS DU DEUXIEME SEMINAIRE ET LEURS FONDEMENTS :

A l'issue de ce séminaire, il a été constaté que la mise en œuvre de la GPI s'est heurtée et se heurte encore à de nombreuses difficultés d'ordre structurel, organisationnel, financier et juridico-institutionnel.

Partant de ce constat, et afin d'appuyer et de renforcer l'action des ORMVA et des AUEA en matière de GPI, ce deuxième séminaire national a approuvé certaines voies de solutions dans les quatre domaines principaux suivant :

- 1- La promotion et l'encadrement des AUEA sont des missions stratégiques pour la mise en œuvre desquelles les ORMVA doivent disposer de véritables structures technico-administratives spécialisées, dotées d'un personnel compétent et d'un effectif suffisant ainsi que des moyens matériels d'action conséquent. D'où l'importance de la formation à la fois du personnel

d'encadrement, des AUEA et des membres des conseils d'AUEA. D'où également l'importance d'un dispositif de suivi-évaluation de l'action des ORMVA en matière de GPI. Les recommandations retenues à ce sujet sont :

- L'élaboration et la mise en œuvre de plans de formation par objectif, découlant des besoins des différents acteurs concernés et se déroulant en situation réelle ;
 - La mise en place d'un dispositif de suivi-évaluation de type formatif et non seulement justificatif ou de contrôle, dispositif qui permettrait de réajuster les actions de GPI et de dynamiser la réalisation des programmes d'encadrement et de formation.
- 2- L'insuffisance notable des ressources financières des AUEA constitue, un handicap réel non seulement pour le bon fonctionnement des AUEA mais aussi pour la prise en charge effective des tâches transférées ou partagées avec l'office en matière d'aménagement, d'exploitation et de maintenance des systèmes d'irrigation. Pour cette raison, il a été recommandé que :
- Au niveau des budgets des ORMVA, il est nécessaire de prévoir des ressources financières spécifiquement nécessaires aux activités de la GPI prévue par les plans opérationnels d'action des ORMVA.
 - Les charges de fonctionnement des AUEA devraient être, à terme, couvertes par les seules cotisations des usagers.
 - Quant au financement des dépenses récurrentes d'exploitation et de maintenance des systèmes d'irrigation, il a été recommandé de transférer aux AUEA le recouvrement des coûts correspondant aux tâches de gestion qui auront été transférées à ces AUEA.
 - Enfin, et concernant les programmes de réhabilitation, de renforcement ou d'extension des aménagements hydro-agricoles, le financement de ces programmes devrait être négocié

avant la conclusion des accords de partenariat. Pour ce faire, la contribution financière des AUEA proviendrait des sources de financement légalement ouvertes aux AUEA (cotisation annuelles et permanentes des membres adhérents, subventions publiques, emprunts bancaires, dons, primes à l'investissement).

A signaler que les procédures à suivre pour assurer le financement de la GPI (ses différents volets doivent être précisés, arrêtées en commun accord avec l'ensemble des intervenant (AUEA, ORMVA, Ministère des tutelles techniques et financières)

- 3- Le partage des tâches de gestion des systèmes d'irrigation entre ORMVA et AUEA : la recommandation faite à ce sujet aux ORMVA consiste à l'établissement à la fois des projets de plans de partage de tâches et des programmes de réalisation de ces plans de partage, pour une durée déterminée, et devant être négociés et approuvés d'un commun accord par l'ORMVA et l'AUEA/Fédération d'AUEA concernés.
 - 4- Le cadre juridique et institutionnel actuellement en vigueur constitue un instrument globalement adéquat pour la promotion et le développement de la GPI, cependant qu'il reste beaucoup à faire pour ce cadre soit réellement approprié par les différents acteurs censés s'en servir de façon opérationnelle. Ils ont considéré, par ailleurs, que le moment est venu pour institutionnaliser, à différents niveaux hiérarchiques de l'appareil administratif d'intervention, de véritables structures chargées respectivement de la promotion, de l'encadrement et du suivi-évaluation des AUEA.
- Pour ce faire, l'organisation de séminaires régionaux s'impose en vue d'une présentation et discussion des stratégies et des programmes d'actions avec les acteurs intervenant en matière de GPI.
- Quant à la mise en place de structure

DEBAT, SUITE A LA PRESENTATION SUR LA GESTION PARTICIPATIVE EN IRRIGATION

Question 1	le volet formation n'a pas été évoqué dans la présentation, Quel est le programme de l'ORMVAG à ce sujet?
Réponse 1	Le volet formation n'a pas été inclus dans la présentation étant donné le temps limité mais l'approche adoptée par l'ORMVAG pour la promotion de la GPI et notamment le plan d'actions spécifique à la GPI prévoit un programme de formation détaillé : • Type et module de formation : technique, administrative ou comptable ; • la population cible : agent d'encadrement de l'office, 7ème membres, membres des Conseils d'Administration d'AUEA et/ou usagers....). Aussi, il est à préciser que lors du deuxième séminaire sur la GPI de 1999, il a été recommandé que la DDGI pilotera le volet formation pour l'ensemble des périmètres en vue de faire bénéficier l'ensemble des intervenants des différentes expériences.
Question 2	Quelles sont les tâches déjà transférées aux AUEA ?
Réponse 2	Si l'idéal recherché à travers la GPI est le transfert des tâches aux AUEA en vue d'alléger l'Etat par réduction du transfert budgétaire et les ORMVA par réduction de leurs charges physique et financière et de garantir aux usagers un service de l'eau de qualité, l'objectif actuel est de créer le cadre adéquat aussi bien à l'administration (réforme institutionnelle et juridique) que pour les AUEA (amélioration de leur capacité managérielle technique et financier) et par conséquent, les tâches transférées actuellement sont généralement des tâches d'exploitation et rarement des tâches d'entretien simples et sont caractérisées par: • tâches n'engendrant pas des coûts supplémentaires pour les usagers et pour les AUEA ; • tâches simples à réaliser ; • et surtout ayant un effet positif sur le service de l'eau (tel que le cas des secteurs rizicoles du périmètre du Gharb). La contrainte majeure à la promotion de la GPI consiste au financement de la GPI et principalement à la couverture des dépenses à engager pour la gestion des systèmes d'irrigation transférables (procédures de financement par transfert des coûts correspondants aux tâches concernées).
Question 3	Pour le cas des secteurs rizicoles, est ce qu'il n'est pas préférable pour les AUEA et pour l'Office d'adopter le scénario n°1 qui consiste au recouvrement des 20 % du réduction sur le taux d'équilibre par les AUEA sans le passage par l'Office et éviter l'implication du Ministère de l'Economie et des Finances ?
Réponse 3	Les deux scénarios possibles présentent tous les deux des avantages et des inconvénients mais l'examen de ces derniers a montré que la viabilité du processus est garantie par l'adoption du scénario n° 2 qui consiste à faire passer le montant équivalent aux 20% de la rétribution dans un compte intermédiaire (de l'office) avant leurs versements aux comptes bancaires des AUEA ayant remplies les 4 conditions nécessaires ci dessus mentionnées tout en signalant que ce versement se fera au fur et à mesure de la réalisation des travaux objet du programme annuel déjà approuvé par l'ORMVAG. A travers ce scénario, l'Office et l'Etat garantiront la pérennité des équipements d'une part et auront toujours un droit de regard et de contrôle sur les activités des AUEA et surtout leur bon fonctionnement (technique et comptable): • l'agrément juridique délivré par les autorités compétentes; • l'ouverture de compte bancaire au nom de l'AUEA; • la signature du contrat de partenariat; • l'établissement d'un programme annuel d'entretien et d'exploitation . Les avantages et les inconvénients des deux scénarios sont mentionnés dans le rapport de la présentation

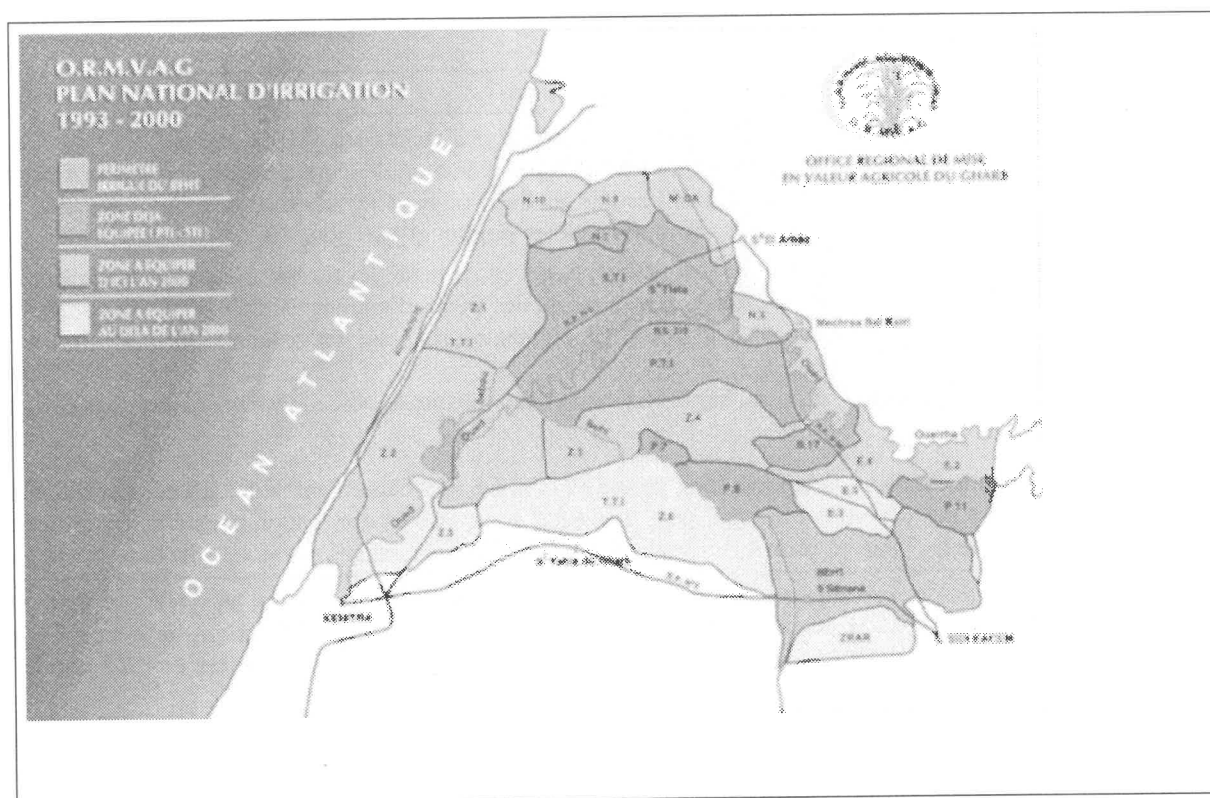
chargées de l'accompagnement, du suivi et de l'évaluation des activités de promotion, de création et d'encadrement des AUEA, il a été suggéré avec insistance de prévoir :

- D'une part et au niveau central la création d'un véritable service de la GPI avec la mission de formuler les éléments de politique et de stratégie

nationales de GPI, d'appuyer, de coordonner et d'évaluer l'action des ORMVA en matière de GPI ;

- D'autre part et au niveau des sièges des ORMVA, la création d'un service GPI rattaché au SGRID/DGRID avec la mission d'élaborer d'exécuter et de suivre les programmes d'action GPI ;

- Enfin et au niveau local, la création de Centres de services qui, placés au niveau des centres de gestion des réseaux ou des arrondissements de gestion des réseaux, auraient pour tâches d'appuyer et d'accompagner les AUEA de leurs zones respectives d'action.



LA MISE EN VALEUR DANS LE PERIMETRE IRRIGUE DU GHARB CAS DES NOUVEAUX SECTEURS DE LA STI

DANIANE M.¹

1/ Présentation du périmètre du Gharb des nouveaux secteurs :

De par l'importance de ses ressources naturelles, le périmètre du Gharb a été depuis le début du siècle l'objet d'intérêts multiples des autorités responsables du développement agricole. Après l'indépendance, l'aménagement du Gharb dans le cadre du projet Sebou a été placé au centre de la politique nationale visant l'irrigation d'un million d'hectares.

Ces aménagements ont commencé en 1972 au niveau de la première tranche d'irrigation (PTI) et se poursuivent actuellement dans la troisième tranche d'irrigation (TTI). Au stade actuel nous sommes à mi-chemin du potentiel irrigable du périmètre évalué à 250.000 ha. Les superficies ainsi équipées s'élèvent à 119.000 ha dont 107.000 ha en grande hydraulique répartis comme suit :

- Beht : 29.000 ha
- PTI : 36.000 ha
- STI : 40.000 ha dont 15.000 ha relevant des nouveaux secteurs
- Mograne : 2.000 ha.

Cette situation privilégiée du Gharb est liée essentiellement à ses potentialités naturelles dont notamment :

Conditions climatiques :

Le climat de la région est de type méditerranéen avec une influence océanique favorable à une large gamme de cultures. La pluviométrie moyenne est de 470 mm concentrée à 90% entre octobre et avril. Le reste de l'année est caractérisé par une absence des précipitations. Cette pluviométrie est caractérisée par des grandes variations inter et intra-annuelles ce qui rend obligatoire l'irrigation d'appoint des cultures d'automne et une irrigation systématique des cultures pérennes et de

printemps-été.

Les températures moyennes oscillent entre 13°C pendant l'hivers et 27°C en été.

Sols :

Les sols du Gharb sont riches et diversifiés. Ils sont constitués essentiellement d'alluvions fines à teneur en argile élevée à l'exception des sols sablonneux situés notamment dans la zone côtière. Les principaux types de sols sont :

- Dehs (22%) : sols de levées alluviales situés de part et d'autres des oueds ;
- Tirs (24%) : vertisols à texture lourde à prépondérance d'argile gonflante.
- Merja (15%) : sols hydromorphes
- Sables (12%) : textures légèrement grossière.

Ressources en eau :

Le réseau hydrographique du périmètre comprend l'oued Sebou et ses affluents. Son apport annuel est estimé à environ 6 milliards de m³, soit 27% du potentiel national en eau mobilisable.

Les eaux souterraines sont estimées à 900 millions de m³.

Les eaux de surface sont régularisées par trois barrages :

- AL Kansera
- Complexe Sebou
- AL Wahda.

2/ Caractérisation des nouveaux secteurs : N1, N5, N9, M'DA, Est 2 :

Les secteurs nouvellement équipés sont situés dans la STI, ils marquent la fin de l'aménagement de cette tranche d'irrigation et constituent une étape dans la rentabilisation du barrage AL WAHDA.

La superficie totale de ces secteurs s'élève à environ 15.000 ha dont 14.071 ha de SAU. Leur équipement a démarré en 1995 pour s'achever en 1998.

Les principales caractéristique de ces secteurs figurent dans le tableau ci-après :

Tableau n° 1 : Caractérisation des nouveaux secteurs

Secteur	Superf. équipée	SAU	Début des travaux	Début mise en eau
N1 rizicole (S)	1.370	1.362	1995	1997
N9 (G)	3.492	3.282	1995	1998
MDA (G)	4.790	4.502	1995	1998
N5 (A)	1.900	1.845	1995	1997
EST 2 (G)	3.285	3.080	1995	1998
TOTAL	14.994	14.071	-	-

(S)	:	Submersion
(G)	:	Gravitaire
(A)	:	Aspersion

3/ Mise en valeur avant et après aménagement :

Avant l'aménagement, l'assolement pratiqué par les agriculteurs avait un caractère extensif ; dominance céréales (65% de superficie) ; les autres cultures pratiquées en rotations étaient constituées essentiellement par du tournesol (18%), des légumineuses et de la betterave à sucre en Bour (3%).

Près la mise en eau de ces secteurs, nous avons assisté à une redistribution des parts réservées aux anciennes cultures pratiquées (diminution du pourcentage des céréales et du tournesol) et à une introduction de nouvelles cultures irriguées dont principalement la canne à sucre et le riz. Les céréales et le tournesol qui étaient conduits en Bour ont commencé à recevoir des irrigations d'appoint.

Le tableau ci-après donne l'occupation du sol avant et après aménagement :

¹-Ingénieur en chef à l'ORMVAG

Tableau n° 2 : Occupation des sols avant et après le projet (%) (Principales cultures)

Cultures	Avant le projet	Fin du projet	Actuellement
Céréales	65	18	44
Cultures sucrières	3	42	22
Tournesol	18	3	8
Riz	-	9	9
Légumineuses	9	-	-
Autres	27	-	17

4/ Evolution de la mise en valeur :

L'intensification de la mise en valeur dans ces secteurs a connu un rythme rapide grâce à un encadrement soutenu des services de l'ORMVAG. Le tableau n°3 donne l'évolution des trois premières années de mise en eau. Nous remarquons une progression importante de la part des superficies irriguées par rapport aux superficies emblavées qui est passée de 28% la première année à 72% pendant la deuxième année. Les résultats de la troisième année ne sont pas encore définitifs. Mais déjà en 199/2000, le taux d'intensification cultural avait atteint 108% contre 130% prévu en régime de croisière. Le secteur N5 a même atteint 130%.

5/ Rendements des principales cultures :

Tableau n° 3 : Evolution de la mise en valeur agricole

Secteur	1ère année de mise en eau		2ème année de mise en eau		3ème année de mise en eau		TIC 99/2000	A.C
	Sup. emblavée	Sup. irriguée	Sup. emblavée	Sup. irriguée	Sup. emblavée	Sup. irriguée		
N1	960	560	1.487	1.067	1.370	420	109	
N9	3.645	1.900	3.607	2.630	3.442	(*)	109	
MDA	4.713	470	4.675	2.130	4.588	(*)	104	
N5	1.830	840	2.435	2.075	2.850	1.843	130	
EST2 (V)	2.814	120	2.923	2.923	14.133	(*)	95	
TOTAL	13.962	3.890	15.127	10.825		-	108	130

(*) en cours.

A.C : année de croisière.

Secteur	CAS		bas		céréales		Tournesol		Riz	
	Secteur	Gharb	Secteur	Gharb	Secteur	Gharb	Secteur	Gharb	Secteur	Gharb
N1	-	-	-	-	-	-	-	-	60	50
N9	120	73	55	50	4,7	3,8	1,9	1,2	-	-
MDA	120	73	50	50	4,5	3,8	1,9	1,2	-	-
N5	80	73	62	50	4,5	3,8	-	-	-	-
EST2	-	-	50	50	5,0	3,8	2,5	1,2	-	-

Parallèlement à l'extension de l'irrigation qui s'est faite progressivement, l'amélioration des rendements a marqué un saut important dès la première année de mise en eau de ces secteurs et ce, en raison de l'encadrement de proximité dont ont bénéficié les producteurs.

Le tableau n°4 donne, à titre indicatif, les rendements des principales cultures réalisés dans les nouveaux secteurs en comparaison avec la moyenne du périmètre.

Ainsi, on constate que les rendements des nouveaux secteurs dépassent systématiquement ceux obtenus à l'échelle du périmètre pour les principales cultures pratiquées. La différence était très importante : 10 à 64% pour la canne, 18 à 32% pour les céréales ; 20 pour le riz ; 58 à 108% pour le tournesol et 10 à 24% pour le betterave.

6/ Encadrement des nouveaux secteurs :

L'encadrement de ces secteurs s'inscrit dans le cadre de :

- La nécessité de rompre avec le système extensif avant aménagement;
- La nouvelle approche d'encadrement basée sur l'idée d'un conseiller (Ingénieur) par secteur, assisté de 2 à 3 techniciens.

Les principaux objectifs visés dans cette nouvelle approche d'encadrement sont :

- Uniformiser les programmes de vulgarisation aussi bien en matière de la conception qu'en matière des méthodes d'intervention ;
- Organiser l'intervention en matière d'encadrement de manière à éviter l'émiettement des pôles d'intervention qui est à l'origine de surcharge du travail et des doubles emplois observés au niveau des ADA;
- Définir les responsabilités des différentes entités d'intervention en vue de garantir :
- Le contrôle et le suivi continu des réalisations en terme quantitatif et qualitatif ;
- La mise en œuvre des actions prévues selon des calendriers préétablis ;
- La mobilisation des moyens (humains notamment) pour assurer un encadrement intensif permettant la réalisation des objectifs fixés pour chaque filière ;
- Accorder une importance fondamentale à l'opération du suivi – évaluation pour apprécier l'effort entrepris et améliorer la conception et la mise en œuvre des programmes futurs.

Cette évaluation devrait être fondée sur deux types d'indicateurs :

- Indicateurs sur les actions opérationnelles centrés sur l'activité de mise en valeur pour mesurer l'efficacité, l'effet et l'impact des actions ;
- Indicateurs fonctionnels centrés sur l'activité des entités d'encadrement pour mesurer l'efficacité de ces entités et leur capacité à réaliser les programmes retenus.

Tableau n° 4 : Rendements des principales cultures (T/ha)

Tableau n° 5 : Récapitulatif des rendements prévus et réalisés

Secteur	Céréaliculture (T/Ha)				BAS(T/Ha)				CAS(T/Ha)				Oléagineux (T/Ha)			
	A.A	S	G	A.C	A.A	S	G	A.C	A.A	S	G	A.C	A.A	S	G	A.C
N9	1,8	4,7	3,8	5,0	27	55	50	55	-	120	73	85	0,9	1,9	1,2	3,5
MDA	1,8	4,5	3,8	5,0	27	50	50	55	-	120	73	85	0,9	1,9	1,2	3,5
N5	1,8	4,5	3,8	5,0	27	62	50	55	-	80	73	85	0,9	-	-	-
EST2	1,8	5,0	3,8	5,0	27	50	50	55	-	-	-	-	0,9	2,5	1,2	3,5
		4,7		5,0		54		55		106		85		2,1		3,5

REponses AUX QUESTIONS POSEES PAR L'ASSISTANCE

Quatre groupes de questions ont émané de la salle à savoir :

1. Le niveau jugé relativement faible des rendements des spéculations pratiquées au Gharb en comparaison avec d'autres périmètres et/ou d'autres régions.

2. L'introduction dans les assolements des nouveaux secteurs de cultures consommatrices d'eau tels que la canne à sucre et le riz, alors que la rareté des ressources hydriques se fait sentir avec acuité dans le pays.

3. La non figuration des cultures fourragères dans les résultats présentés, signifie-il que ces cultures ne sont pas importantes dans la région?

4. Le code des investissements agricole est un outil d'encouragement à la mise en valeur agricole. Est ce que ce rôle est toujours d'actualité ?

Les réponses données à ces questions peuvent être résumées comme suit :

• A la question n° 1 :

Pour les spéculations qui constituent le domaine d'excellence du Gharb (canne à sucre, betterave à sucre, riz, fourrages, maïs, maraîchage...).

Les rendements réalisés sont très satisfaisants comparés à d'autres périmètres.

Le cas des céréales peut être qualifié

de particulier en raison du faible recours à l'irrigation dû à l'importance de la pluviométrie dans la région. Cette pluviométrie n'est malheureusement pas bien répartie dans le temps et il en découle des dommages au cours de certains stades sensibles du cycle des céréales. Il faut, cependant, noter qu'avec la persistance de la sécheresse de ces dernières années et grâce aux efforts déployés par l'Office, l'irrigation des céréales commence à connaître une extension importante. 20.000 ha ont été irrigués au cours de la campagne 1999/2000 contre moins de 15.000 ha auparavant. Il en a découlé une amélioration des rendements passant de 27 qx/ha à 38 qx/ha. Ces moyennes ne devraient pas cacher les performances réalisées dans ce secteur. En effet, des rendements dépassant 60 qx/ha sont fréquemment rencontrés. Des associations des producteurs de céréales avec des rendements supérieurs à 60 qx/ha (clubs des 60 qx) sont créés d'ailleurs dans le périmètre.

• A la question n° 2 :

L'introduction dans les assolements des nouveaux secteurs de la canne à sucre et du riz est dictée par plusieurs considérations dont en particulier l'existence d'une importante infrastructure de transformation (rizeries, 2 usines de canne à sucre), la valorisation de certains sols très lourds

pour le cas du riz, la valorisation de l'eau d'irrigation et la rentabilité de ces cultures. Il est entendu que les assolements sont libres et ne sont donnés qu'à titre indicatif et de ce fait, l'agriculteur peut discuter avec l'Office l'assolement qui lui convient.

• A la question n° 3 :

Les cultures fourragères figurent dans les assolements préconisés. Leur importance dans la région est indéniable eu égard à l'existence d'un cheptel très important. L'exposé s'est limitée à quelques cultures pour illustrer les changements intervenus dans la mise en valeur des nouveaux secteurs équipés de la STI Nord.

• A la question n° 4 :

Le code des investissements agricole reste toujours d'actualité et joue un rôle très important dans le développement et la modernisation de notre agriculture, particulièrement dans les grands périmètres d'irrigation. Des actualisations y sont introduites pour l'adapter aux changements et à l'évolution du contexte. Les encouragements à l'intensification de l'agriculture sont importants. Ces encouragements, sous forme de subventions et de réglementation du secteur, sont renforcés depuis 1999 par l'instauration d'une prime à l'investissement sur une période de 5 ans.

FORUM DU GENIE RURAL 2001

AMEIGR¹

La première édition du Forum du Génie Rural a été organisée à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II le 9 Juin 2001. Elle a été organisée par l'Association Marocaine des Elèves Ingénieurs en Génie Rural (AMEIGR). Cette manifestation a permis aux futurs ingénieurs de mieux s'intégrer dans le monde professionnel, en particulier aux sociétés et entreprises présentées dans le stand d'exhibition monté dans les jardins de l'Institut.

La participation à ce forum fut importante et a offert une occasion propice pour les partenaires concernés : (ingénieurs, élèves ingénieurs et entreprises) créant une ambiance interactive et fructueuse.

Le programme de cette journée comprenait la visite des stands, suivie de conférences – débats dont les thèmes sont les suivants :

- Aménagement hydro-agricole.
- Adduction en eau potable en milieu rural
- Electrification rurale
- Les routes rurales
- Présentation de la CNCA.

On trouvera dans cette revue, les mots du comité d'organisation, du directeur de l'IAV Hassan II, du président de l'ANAFID, du président de l'Amicale des Ingénieurs du Génie Rural et du chef du département du Génie Rural à l'IAV Hassan II (qui est actuellement Président de la Commission Internationale du Génie Rural), ainsi que les textes des deux premières conférences. Les textes relatifs aux autres conférences paraîtront dans le prochain numéro de la revue.

Mot du comité Forum GR-2001

L'AMEIGR a organisé son premier Forum. Placé sous le patronage de Monsieur le ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, cette manifestation constitue la première de son genre à l'actif de notre association.

Grâce à l'appui que nous avons trouvé à la fois à l'IAV Hassan II et en notre département du Génie Rural, mais aussi auprès des partenaires publics, semi publics, privé, anciens élèves, l'AMEIGR cherche à mieux faire connaître le lauréat diplômé de cet établissement, ses compétences, les secteurs actuels et futurs dans lesquels il peut s'intégrer et le rôle qu'il peut jouer en tant qu'acteur de développement.

Le choix du thème de ce premier Forum " l'Ingénieur du Génie Rural au service du Développement du Monde Rural " constitue une illustration parfaite de la volonté du lauréat GR de se placer dans le contexte du développement rural pour lequel il dispose, de par sa formation théorique et de terrain, d'atouts considérables.

Nous saisissons cette occasion pour remercier toutes les structures qui nous ont aidé à organiser cette manifestation en particulier l'Administration du Génie Rural qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de cette activité.

Témoignage de Monsieur BEKKALI Président de l'ANAFID

Je suis heureux de participer à ce premier Forum de l'ingénieur du Génie Rural organisé par l'Association Marocaine des Elèves Ingénieurs en Génie Rural (AMEIGR) autour du thème du développement rural. Je félicite les élèves GR de la 30ème promotion de l'IAV HASSAN II pour cette initiative. Cette manifestation organisée en cette première année du 21ème siècle revêt une importance particulière car elle se tient au moment où notre pays préside la commission internationale (CIGR) par le biais de son comité national : l'ANAFID en la personne du Pr. H. BARTALI.

Peu de temps après le démarrage de l'IAV Hassan II, il y a plus de 30 ans l'ANAFID a été créé pour servir d'espace complémentaire à l'épanouissement et à la promotion des ingénieurs et des élèves dont ceux spécialisés en Génie Rural. J'aimerais rendre hommage à cette occasion à tous les cadres qui, à travers leur appui et contribution bénévole, ont permis à l'ANAFID d'accéder au rang qu'elle occupe actuellement :

- Au niveau du Maroc, en tant qu'association d'utilité publique qui enrichit le débat national sur le

problème du développement rural.

- Au niveau international, en tant que représentant officiel du Maroc au sein de la Commission internationale du Génie Rural et de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage

Je suis persuadé que l'ingénieur du GR saura apporter sa contribution spécifique afin de relever les défis associés à la réalisation d'un développement rural adéquat basé sur une gestion rationnelle de nos ressources naturelles et garantissant la protection de notre environnement.

L'ANAFID comme pour le passé restera pour cet ingénieur comme pour d'autres profils un cadre de mobilisation qui apporte en tant que ONG une dimension supplémentaire à la réflexion sur la question du développement rural au Maroc.

Mot de M. Fouad GUESSOUS Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

L'AMEIGR organise aujourd'hui son premier Forum. Placé sous le patronage de Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts, cette manifestation constitue la première de son genre à l'actif de cette association.

¹ - Association Marocaine des Elèves Ingénieurs du Génie Rural

Grâce à l'appui qu'elle trouve à la fois à l'IAV Hassan II et en son département du Génie Rural, mais aussi auprès des partenaires publics, semi-publics, privés, anciens élèves, ..., l'AMEIGR vise à initier une nouvelle tradition qui, à l'image des autres associations d'étudiants de l'IAV Hassan II, cherche à mieux faire connaître le lauréat diplômé de cet établissement, ses compétences, les secteurs actuels et futurs dans lesquels il peut s'intégrer et le rôle qu'il peut jouer en tant qu'acteur de développement.

Le choix du thème de ce premier Forum "L'Ingénieur du Génie Rural au Service du Développement du Monde Rural" constitue l'illustration parfaite de la volonté du lauréat GR de se placer dans le contexte du développement rural pour laquelle il dispose, de par sa formation théorique et de terrain, d'atouts considérables.

Je voudrais saisir cette occasion pour remercier toutes les structures qui ont aidé l'AMEIGR à organiser cette manifestation et à en faire un moment important dans la vie de cette jeune association.

**Mot du Professeur A. OULHAJ,
Président de l'Amicale des
Ingénieurs du Génie Rural**

Si le programme National de l'irrigation du Maroc est en cours d'achèvement en ce début du 21^{ème} siècle, c'est en grande partie, grâce à la contribution majeure de l'ingénieur du Génie Rural. L'école marocaine du Génie Rural a acquis une reconnaissance internationale qui lui permet d'occuper une place de choix parmi les autres écoles. L'achèvement à court terme des aménagements hydro-agricoles ne signifie pas, loin de là, la fin de la mission de l'ingénieur du GR mais plutôt le début d'une autre non moins importante mais certainement plus défiante que la précédente. Le vieillissement des ouvrages hydro-agricoles requiert la mise en place de programmes de réhabilitation et de modernisation qui doivent concerner aussi bien les ouvrages que les modes et les concepts de gestion pour relever les défis de la gestion de la demande et maîtriser les coûts de gestion.

Par sa formation, l'ingénieur GR dispose

d'un champs d'action assez large qui ne se limite pas à l'aménagement hydro-agricole mais englobe l'ensemble des infrastructures rurales qu'elles soient d'eau potable, d'électrification rurale, routes rurales ou de constructions en milieu rural. L'ingénieur GR étant un acteur principal dans toute activité de développement rural est appelé à faire preuve de plus d'ingénuité pour contribuer à l'élaboration d'une véritable politique de développement rural qui doit non seulement doter le monde rural de toutes les infrastructures de base nécessaires mais également asseoir les bases d'un développement socio-économique durable qui se traduira par une amélioration significative de la qualité de la vie dans la campagne marocaine tout en préservant aussi bien ses ressources naturelles que son environnement.

Son domaine de compétence doit s'élargir davantage pour englober les aspects de l'aménagement du territoire, la préservation de l'environnement (traitement des déchets solides, des eaux usées, etc.), la chaîne du froid et le conditionnement et la conservation des produits agricoles. Les programmes de formation de l'ingénieur du génie rural doivent évoluer en conséquence pour qu'il remplisse pleinement sa mission d'acteur de développement rural, et doivent s'ouvrir sur les nouvelles technologies porteuses d'espoir, en ce début de siècle, d'éradication de la pauvreté et la malnutrition. Pour conclure ce petit mot, permettez moi de rendre hommage à nos anciens camarades qui avaient assumé la responsabilité de jeter très tôt les bases de la politique de mobilisation des ressources en eau qui a permis au Maroc de développer son irrigation et de réaliser des progrès significatifs en matière d'autosuffisance et de sécurité alimentaire.

**Mot du Professeur H. BARTALI,
Président de la Commission
Internationale du Génie Rural et
Chef du département du Génie Rural**

La Commission Internationale du Génie Rural se réjouit de contribuer à ce premier forum de l'ingénieur du génie rural et salue l'initiative prise par les élèves GR de l'IAV Hassan II pour faire

connaître ce profil qui est un des acteurs principaux dans le processus du développement rural.

Le précédent contact de la (CIGR) avec les élèves et cadres GR du Maroc remonte à février 1998 lorsque notre pays sur initiative de l'ANAFID a organisé à Rabat le XIII^{ème} Congrès mondial du génie rural que la CIGR créée en 1930 tenait pour la première fois dans un pays en voie de développement.

A cette occasion, le Maroc était élu à la présidence de la CIGR et le Prix Armand Blanc qui est attribué par cette commission à la meilleure communication scientifique du congrès a été décernée à deux jeunes ingénieurs GR marocains. Leur article portait sur l'analyse des indicateurs de performance dans le périmètre de la Moulouya.

Ce sont là des témoignages de la communauté scientifique internationale destinés à reconnaître la qualité de l'école marocaine du génie rural et l'effort méritoire fourni par le Maroc pour asseoir les bases de son développement rural. Ce thème qui fait l'objet du forum d'aujourd'hui intéresse également l'ensemble des pays en voie de développement et bénéficie d'une attention particulière de la part de la Commission Internationale du Génie Rural.

On estime que, dans un délai de 25 ans, la population du globe atteindra 8,5 milliards de personnes dont plus de 80% vivront dans les pays en voie de développement.

Pour assurer un développement rural adéquat, ces pays auront à relever de nombreux défis parmi lesquels : (i) une production agricole insuffisante et des pertes post récolte importantes face à une population sans cesse croissante, (ii) une diminution de la qualité et de la quantité des ressources en eau face à un besoin croissant en eau potable et pour l'irrigation, (iii) une dégradation effrénée des sols, (iv) une utilisation insuffisante et inadéquate de l'énergie en agriculture, (v) un milieu rural fortement enclavé et (vi) une insuffisance de fonds pour soutenir l'agriculture et assurer des activités de formation et de recherche développement.

Les ingénieurs du GR peuvent apporter une contribution notable dans la recherche de solutions appropriées aux diverses situations précitées. Ils sont impliqués dans presque tous les maillons de la chaîne de production alimentaire incluant en particulier la production, le stockage et la transformation. La Commission Internationale du Génie Rural représente un réseau global qui relie les ingénieurs, chercheurs et professionnels de génie rural à travers le monde.

Tous les thèmes retenus pour être discutés lors de ce forum à savoir, les aménagements hydro agricoles, l'électrification rurale, l'eau potable en milieu rural et les routes rurales sont traités par la CIGR dans le cadre des activités de ses sept comités techniques. Le dernier de ces comités être crée par la CIGR couvre les Sciences et Technologies de l'Information et a été mis sur pied lors du XIVème congrès mondial de génie rural organisé en fin 2000 au Japon.

Le prochain rendez vous fixé par la CIGR à la communauté scientifique et techniques internationale pour débattre des récents progrès réalisés en génie rural et de leur mise à contribution pour promouvoir le développement rural est fixé pour fin juillet 2002 à Chicago, USA où aura lieu le XVème congrès mondial du génie rural. Votre présence est souhaitée.

INVITATION DU PRESIDENT DE LA CIGR AU XVème CONGRES MONDIAL DU GENIE RURAL CHICAGO USA, JUILLET 2002

Le XVème Congrès de la Commission Internationale du Génie Rural (CIGR) sera organisé conjointement avec l'Association Américaine du Génie Rural (ASAE) et aura lieu en même temps que le 95ème séminaire international annuel de l'ASAE prévu du 29 au 31 juillet 2002 à Chicago, USA.

En vue de promouvoir cet important congrès, les sept sections techniques de la CIGR dont les activités couvrent le vaste domaine du génie rural vont opérer en étroite collaboration avec l'ASAE pour assurer la réussite des nombreuses sessions parallèles prévues à cette occasion. En outre, le club de Bologne, affilié à la CIGR et qui réunit des experts de renommée mondiale en mécanisation agricole tiendra une session spéciale en marge du congrès. Toutes les informations relatives à ce congrès sont annoncées par la CIGR sur son site web ([www://cigr.org](http://www.cigr.org)) et dans sa news letter No. 56 publiée en anglais et en français.

La CIGR est un réseau global constitué d'associations nationales et régionales de génie rural représentant plus de 70 pays. Elle vise à promouvoir la coopération et les échanges entre les ingénieurs, chercheurs et professionnels du génie rural. Elle œuvre pour accroître le transfert de technologie et le développement rural. Les congrès internationaux de génie rural ont lieu tous les 4 ans et se tiennent sur invitation des associations nationales et régionales membres de la

CIGR. Ils offrent l'occasion pour la présentation des récents progrès réalisés en génie rural et leur application pour le développement de l'agriculture et la protection de l'environnement.

Les trois derniers congrès mondiaux de la CIGR ont été organisés avec grand succès en Europe (Milan, 1994), en Afrique (Rabat, 1998) et en Asie (Tsukuba, Japon, 2000).

Le prochain congrès prévu sur le continent américain (Chicago, USA, 2002) promet d'être une manifestation scientifique et technique remarquable. Il sera en outre harmonieusement intégré à un programme d'activités sociales et touristiques très attrayantes et ce grâce à la grande expérience de l'ASAE.

La CIGR qui maintient une excellente collaboration avec l'ASAE est heureuse de mobiliser tous ses adhérents à travers le monde en vue de leur contribution massive à ce congrès commun.

Au nom de la Commission Internationale du Génie Rural, j'ai l'honneur de vous inviter à participer et à contribuer à ce premier congrès conjointement organisé avec l'ASAE. Je formule le vœu de vous voir parmi nous en juillet à Chicago alors que nous explorons ensemble les questions d'ingénierie qui sous-tendent la durabilité de notre monde au début de ce 21ème siècle.

Pr. El Housine BARTALI
Président de la CIGR

La date limite de remise d'un résumé de communication au congrès est fixée au 21 décembre 2001. La liste des thèmes (187) et les modalités d'envoi peuvent être récupérées à partir du site www.cigr.org ou www.asae.org

L'IRRIGATION AU MAROC

EL GUEDDDARI M.¹

I. L'IRRIGATION : UN IMPERATIF TECHNIQUE INCONTOURNABLE

Avec une superficie de 71 Millions d'hectares, le Maroc ne compte que près de 9 Millions d'hectares environ dont les sols et les conditions hygrométriques sont adaptés à la culture. Le climat du pays est caractérisé par des précipitations irrégulières qui sont à l'origine de grandes variations en matière de production agricole dans les zones d'agriculture pluviale. Du reste, les sécheresses successives qui ont sévi sur le Royaume durant ces dernières années amènent à considérer de plus en plus ce fléau comme une contrainte structurelle à laquelle doit faire face l'agriculture.

Ainsi, et depuis toujours, les conditions climatiques du Maroc ont fait de l'irrigation un impératif technique incontournable qui a acquis au fil des années des dimensions économiques et sociales indéniables.

L'irrigation s'impose comme une voie privilégiée du développement agricole et bénéficie de ce fait d'une attention

particulière des pouvoirs publics.

Dans le cadre de la stratégie de développement agricole et rural, de grands espoirs sont fondés sur l'irrigation. Celle-ci doit contribuer significativement à satisfaire les besoins alimentaires croissants de la population. De plus, les zones irriguées doivent jouer pleinement leur rôle de véritables pôles de développement tant au niveau local que régional, avec les retombées escomptées sur l'économie nationale dans son ensemble.

Compte tenu du potentiel hydraulique mobilisable estimé actuellement à 20 Milliards de mètres cubes et de la part réservée à l'agriculture (17 Milliards de mètres cubes), le potentiel irrigable d'une façon pérenne s'élève actuellement à environ 1,36 millions d'hectares dont 880.000 ha en grande hydraulique et 484.000 ha en petite et moyenne

hydraulique. A cela s'ajoutent quelques 300.000 hectares pouvant bénéficier d'une irrigation saisonnière et/ou par eaux de crues. Ce potentiel reste relativement limité eu égard aux besoins du pays. Il convient par conséquent de le valoriser au mieux de la collectivité

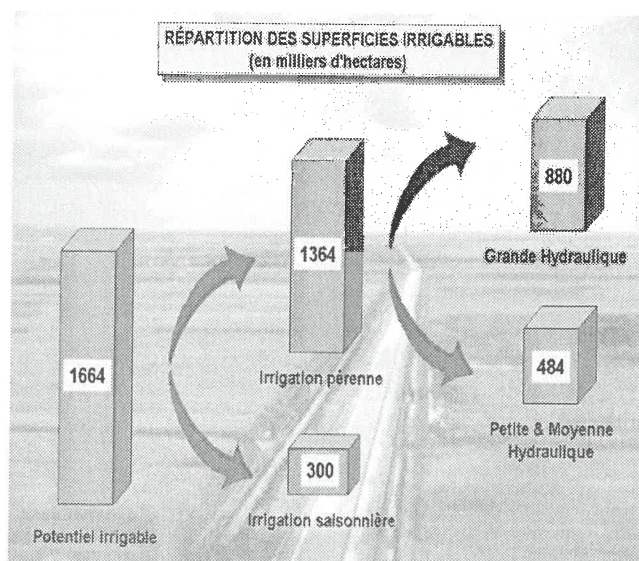
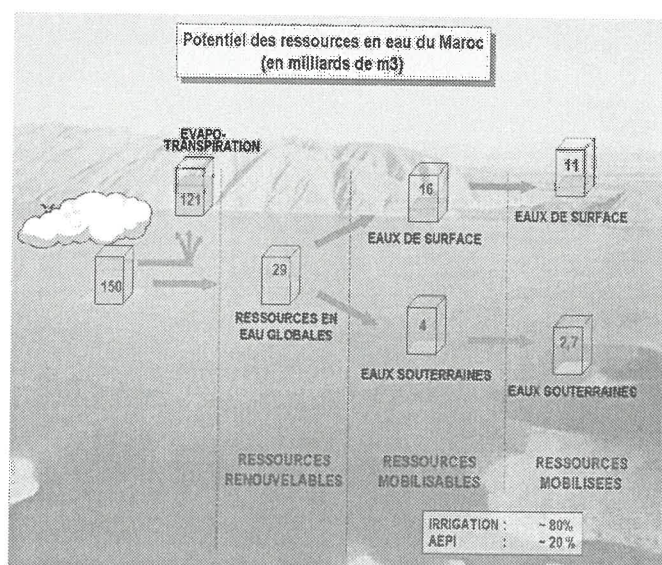
nationale.

II. LES REALISATIONS

2.1. Réalisation de l'objectif du million d'hectares irrigués de façon pérenne

Depuis que Feu Sa Majesté le Roi Hassan II a fixé en 1967 l'objectif du Million d'hectares irrigués de façon pérenne à l'horizon 2000, de grands efforts ont été déployés dans le secteur des aménagements hydro-agricoles. En effet, les projets d'irrigation ont mobilisé durant les trois dernières décennies 43% à 77% des investissements publics consacrés à l'agriculture.

L'effort a porté aussi bien sur la grande hydraulique que sur la petite et moyenne hydraulique. Pour la grande hydraulique, neuf grands périmètres ont été créés dans les principaux bassins hydrauliques du pays, chacun de ces périmètres est géré par un Office Régional de Mise en Valeur Agricole (ORMVA). Les ORMVA sont des établissements publics dotés de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Ils sont chargés de la réalisation des aménagements hydro-agricoles, l'exploitation et la



¹ - Directeur de l'Aménagement Hydro-Agricole - AGR

maintenance des réseaux d'irrigation et de l'encadrement des agriculteurs. Les périmètres de grande hydraulique sont caractérisés par des superficies irrigables allant de 30.000 à 250.000 hectares, par des aménagements faisant appel à des technologies modernes pour la mobilisation, le transport, la distribution de l'eau d'irrigation et son utilisation au niveau des exploitations agricoles, ainsi que par une mise en valeur marquée par des taux d'intensification et des rendements élevés.

La Petite et Moyenne Hydraulique, qui représente 35 % du potentiel national irrigable de façon pérenne soit 484.000 ha, a bénéficié d'un intérêt grandissant. Il s'agit d'une multitude de périmètres qui mettent en œuvre un patrimoine diversifié de technologies de mobilisation et de distribution de l'eau ainsi que des formes d'aménagement et d'organisations sociales pour leur développement et leur gestion. La PMH joue un rôle privilégié dans l'équilibre socio-économique régional. Son développement doit permettre l'aménagement d'une grande partie du territoire et éviter le déséquilibre engendré par le développement des grands périmètres irrigués et des villes.

A l'heure actuelle, les efforts consentis dans le cadre de la politique volontariste de développement des ressources en eau et d'aménagement hydro-agricole ont permis de concrétiser l'objectif du million d'hectares irrigués d'une façon pérenne. Cet objectif a pu être atteint grâce notamment à l'impulsion donnée au rythme d'équipement dans le cadre du Programme National d'Irrigation qui porte sur l'extension de l'irrigation sur une superficie de 250.000 ha, en vue de résorber le décalage entre les superficies dominées par les barrages existants et les superficies aménagées, et la réhabilitation des périmètres anciens sur 200.000 ha.

Avec la mise en œuvre de ce programme en 1993, le rythme moyen d'extension de l'irrigation a connu une nette accélération, puisqu'il est passé de 7.200 ha/an pour la période 1980/1993 à 16.000 ha/an de 1994 à 1999.

La situation au 30 Juin 2001 des superficies aménagées pour une irrigation pérenne intensive se présente comme suit :

Périmètres	Sup. aménagées	Sup. en cours d'aménagement	Total
Grande hydraulique	642.900	39.700	682.600
Moulouya	77.280	-	77.280
Gharb	106.350	7.000	113.350
Doukkala	87.300	17.300	104.600
Haouz	131.120	11.500	142.620
Tadla	109.000	-	109.000
Tafilalet	27.900	-	27.900
Ouarzazate	37.650	-	37.650
Souss-Massa	39.900	-	39.900
Loukkos	26.400	3.900	30.300
Petite et moyenne hydraulique	332.300	1.370	333.670
Total	975.200	41.070	1.016.300

Le mode d'irrigation prépondérant est le gravitaire qui représente 87% des superficies totales aménagées, soit 887.700 ha. L'aspersion occupe le reste avec une superficie avoisinant les 128.550 ha. Cette dernière technique se situe essentiellement au niveau des grands périmètres irrigués.

Il est à noter qu'en plus des périmètres équipés par les soins de l'Etat, les aménagements réalisés par le secteur privé sont d'une grande importance et concernent une superficie totale de 189.125 ha dont 116.090 ha irrigués par gravitaire.

2.2. Une importante infrastructure d'irrigation

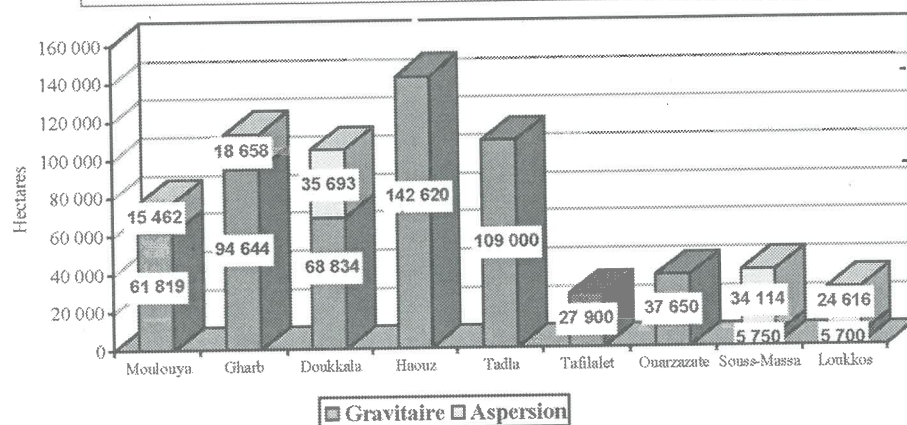
L'effort continu d'aménagement hydro-agricole, entrepris depuis plus de 30 ans, a permis au Maroc de disposer d'une infrastructure d'irrigation de grande envergure et d'un haut niveau technologique. C'est ainsi que l'aménagement des grands périmètres d'irrigation a nécessité la réalisation de:

- 2.000 km d'adducteurs d'une capacité totale de 346 m³/s pour amener l'eau en tête des périmètres ;
- 12.500 km de canaux et conduites pour la distribution de l'eau à chaque propriété ;
- 10.100 km de réseau d'assainissement et de drainage ;
- 10.300 km de réseau de circulation ;
- 121 stations de pompage d'une puissance installée de 215.000 KVA et d'un débit total équipé de 265 m³/s dominant près de 200.000 ha ; et
- quelques 100 forages pour l'exploitation des eaux souterraines.

2.3. Une gestion moderne et participative des périmètres d'irrigation

Parallèlement à ces réalisations "physiques", d'importantes actions concernant les aspects de gestion ont été réalisées dans le but d'assurer une pérennisation de l'outil de production (équipement) et un meilleur service de l'eau.

Importance des superficies aménagées par périmètre selon le mode d'irrigation



Dans ce contexte, de grands efforts ont été entrepris pour améliorer l'efficacité opérationnelle des ORMVA sur les plans technique, administratif et comptable. Ainsi, la gestion de type entreprise a été retenue pour ces organismes. Il s'agit d'un système d'information de gestion basé sur la direction par objectif et sur le contrôle de gestion. Les mesures prises pour concrétiser cette nouvelle approche ont porté sur :

- la réorganisation des structures pour faciliter la mise en œuvre d'une politique contractuelle entre l'Etat et les Offices dans le cadre de "Protocoles d'Accord" ou de "Contrats Programmes" entre les Offices, les agro-industriels et les agriculteurs à travers leurs associations professionnelles ;
- la mise en place d'un système d'information comptable (comptabilité générale, analytique et prévisionnelle) ;
- la mise en place d'un système de gestion des ressources humaines ;
- l'élaboration d'un schéma directeur informatique.

En plus de l'effort de modernisation des organismes de développement de l'irrigation, l'implication et la responsabilisation effective des agriculteurs usagers de l'eau d'irrigation dans la gestion des ressources et des équipements qui les concernent sont des conditions essentielles pour assurer :

- une meilleure gestion et une meilleure maintenance des équipements hydro-agricoles ;
- une utilisation rationnelle et efficiente de l'eau d'irrigation ;
- une meilleure valorisation de l'eau.

Cette implication nécessite l'organisation des usagers en associations. Pour ce faire, les actions suivantes ont été entreprises :

- la promulgation en 1990 de la loi n° 02-84 relative aux associations des usagers des eaux agricoles (AUEA), ainsi que les textes d'application y afférents ;
- l'établissement d'une stratégie et d'un plan d'action régionalisé à long terme

pour la mise en œuvre de la gestion participative en irrigation. Les objectifs fixés portent sur la création de 532 AUEA dans les grands périmètres d'irrigation et 2.900 dans les périmètres de la petite et moyenne hydraulique.

Les résultats obtenus, au 31 Mars 2001, sont encourageants :

- Création de 445 AUEA dans les grands périmètres d'irrigation couvrant une superficie de près de 344.000 ha. Ces Associations sont représentées au niveau des Conseils d'Administration des ORMVA et participent à l'élaboration des programmes annuels d'irrigation et à l'établissement des programmes de réhabilitation et de maintenance des équipements, et ce dans un cadre de partenariat.

- Dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique, près de 1.200 AUEA ont été formées. Des contrats de partenariat sont établis avec ces associations pour la réhabilitation et la gestion des réseaux d'irrigation ainsi que la distribution de l'eau d'irrigation à leurs membres.

2.4. Une tarification rationnelle de l'eau d'irrigation

A fin d'inciter les agriculteurs à un usage efficient et productif de l'eau d'irrigation et améliorer l'équilibre financier du service de l'eau, un plan de réajustement des redevances d'eau dans les grands périmètres d'irrigation a été adopté en 1997.

Ce plan de réajustement tarifaire est basé sur les principes suivants:

- la couverture progressive des coûts récurrents du service de l'eau;
- la prise en compte de la capacité de paiement des exploitations agricoles dans la fixation des tarifs objectifs à appliquer;
- le plafonnement de l'augmentation annuelle des tarifs de l'eau à des niveaux compatibles avec les possibilités d'ajustement des exploitations agricoles, en terme de gain de productivité et d'économie d'eau.

La mise en œuvre du plan de rattrapage s'étale sur six années en fonction du niveau de déficit tarifaire constaté dans les différents périmètres d'irrigation.

Actuellement, trois tranches de rattrapage tarifaire ont été effectivement mises en œuvre durant les trois dernières campagnes agricoles. Les augmentations de tarifs ainsi appliquées varient de 10% à 37% en fonction du contexte de chaque périmètre d'irrigation.

2.5. La recherche et l'expérimentation au service de l'irrigation

Dans le domaine de la recherche et de l'expérimentation, les efforts se poursuivent dans le but de contribuer à améliorer l'efficacité et les pratiques de l'irrigation. Les actions portent sur :

- la démonstration chez les agriculteurs des techniques appropriées d'application de l'eau à la parcelle ;
- l'amélioration des pratiques d'irrigation ;
- le développement de référentiels régionaux sur les réponses des rendements à l'eau de certaines cultures et le pilotage d'irrigation ;
- le suivi de la qualité des eaux et des sols sous irrigation ;
- l'étude de l'impact d'utilisation des eaux non conventionnelles en agriculture ;
- la vérification et le contrôle des performances des matériels d'irrigation ;
- etc.

De plus, un réseau de 166 stations agrométéorologiques couvrant tous les périmètres irrigués permet :

- le suivi de tous les paramètres climatiques ;
- la caractérisation climatique locale et régionale ;
- la détermination des besoins en eau des principales cultures ;
- la détermination des réponses à l'eau en matière de rendements des cultures ;
- l'avertissement à l'irrigation et pilotage des irrigations.

S'agissant de la normalisation, un important Laboratoire d'Hydraulique et de Normalisation permet de réaliser les essais et les tests concernant les matériels d'irrigation selon les normes internationales notamment ISO et AFNOR.

2.6. Encouragement à l'adoption des techniques modernes d'irrigation

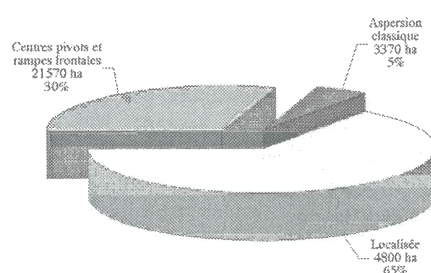
En plus des efforts de vulgarisation des techniques modernes et économes en eau d'irrigation et de l'encadrement des agriculteurs, d'autres efforts visent à encourager les agriculteurs à adopter de telles techniques. Il s'agit essentiellement des mesures d'incitation financière à partir du Fonds du Développement Agricole et de la Prime à l'Investissement.

Dans ce contexte, la situation des superficies équipées par le secteur privé en techniques modernes d'irrigation est comme suit :

III. LES IMPACTS DE L'IRRIGATION

3.1. Impacts sur la production agricole

L'agriculture irriguée, bien qu'elle ne concerne encore que 13 % des terres arables contribue à environ 45 % en moyenne de la valeur ajoutée agricole et intervient pour 75 % des exportations agricoles. Cette contribution est encore plus marquée pendant les années de déficit pluviométrique où la production



des zones arables est sévèrement limitée. Durant la campagne 1993-1994, année humide, la contribution de l'irrigué était de 35% de la valeur ajoutée agricole. En 1994-1995, année sèche, cette contribution s'est élevée à 70% de la valeur ajoutée agricole.

La mise en valeur agricole dans les grands périmètres irrigués a réalisé des progrès notoires. L'irrigation et l'usage d'autres intrants tels que les semences sélectionnées, les engrais et la mécanisation ont conduit à une augmentation sensible des rendements.

Cette augmentation associée à celle des superficies irriguées a entraîné une augmentation du volume global de la production de certaines cultures. Ainsi, le rythme moyen d'augmentation de la production agricole dans les périmètres irrigués depuis 1960 a atteint 7,9%. Les augmentations les plus marquées ont concerné les produits laitiers et la viande (27%), le maraîchage (17,5%), les céréales (17,4%), les agrumes (17%) et le sucre (6,2%). Les niveaux de production atteints ont permis de contribuer largement à la satisfaction des besoins nationaux en produits alimentaires de base et au développement des exportations.

L'importance du niveau de la contribution des périmètres irrigués dans la production agricole nationale est illustrée par le tableau ci-dessous

3.2. Impacts sur le développement rural

Sur le plan du développement rural, les impacts des aménagements hydro-agricoles peuvent être appréciés à travers l'évolution des revenus des agriculteurs, l'emploi, le désenclavement et l'accès aux autres services publics communaux comme l'eau potable, l'électrification etc.. Au-delà des chiffres globaux, il y a lieu de s'appuyer ici sur trois cas qui ont fait l'objet d'étude d'évaluation d'impact. Il s'agit des deux études de post-évaluation qui ont concerné le périmètre irrigué de la Basse Moulouya et les projets Doukkala I et II (Zemmamra et Tnine El Gharbia), et enfin les résultats du système du suivi et de l'évaluation du Projet Loukkos qui a été mis en place

dès le démarrage de ce projet et qui a produit des résultats sur les effets de l'aménagement hydro-agricole en 1990 c'est à dire après 10 ans.

En ce qui concerne les revenus, dans la Moulouya les revenus nets entre 1960 et 1978 ont augmenté de 9 à 13 fois (4 à 6 fois en termes réels), ce qui a permis "de sauver la région soit d'une émigration massive soit d'une pauvreté accentuée par les sécheresses périodiques". 38,5 % des avantages totaux dont le projet est à l'origine allèrent aux exploitants agricoles et 37 % aux ouvriers agricoles. Il a été montré aussi après une analyse complexe que 5 % des avantages du projet ont été attribués aux consommateurs. Or si les consommateurs ont tiré quelques bénéfices du projet ceux-ci ont certainement favorisé les couches les plus pauvres étant donné que celles-ci dépensent une part plus importante de leurs revenus dans l'alimentation.

Dans les Doukkala, les revenus nets des agriculteurs ont été multipliés par 5 à 8 et dépassent 15 000 DH/ha. En outre 33% des exploitations enquêtées ont déclaré qu'une ou plusieurs personnes de leurs familles auraient émigrées contre 74 % avant le projet. De plus 36 % des exploitations touchées par l'émigration continue à supporter sous une forme ou une autre leurs émigrants ce qui signifie que le projet a un impact plus grand si on inclut les non-résidents.

En matière d'emploi, les superficies irriguées procurent actuellement près de 120 millions de journées de travail par an soit environ 1,65 millions emplois

Contribution des périmètres irrigués dans la production agricole

Production	% superficie irriguée/superficie totale	% Production Irriguées /Prod. nationale
Betterave à sucre	75	80
Canne à sucre	100	100
Coton	100	100
Céréales	7	15
Légumineuses	18	26
Maraîchage	74	82
Fourrages	67	75
Agrumes	100	100
Autres arboricultures	21	35
Lait	-	75
Viandes rouges	-	26

dont 250.000 permanents. A cela il faut ajouter les emplois créés dans les autres activités à l'amont et à l'aval de l'agriculture irriguée.

En matière d'infrastructure de circulation, les réseaux de routes et de pistes rurales créées ou renforcées à l'occasion de l'aménagement hydro-agricole ont contribué au désenclavement total des zones bénéficiaires. Dans le périmètre du Loukkos par exemple, la distance moyenne d'un douar à piste est moins de 100 m dans la zone irriguée et elle est de 4 km dans le bour non aménagé. Quant à l'accès à une route goudronnée il est respectivement d'environ 3 km et 7 km.

Le regroupement de l'habitat (conséquence des formes d'aménagement adoptées - exemple création d'UREF dans les Doukkala ou les lotissements de la réforme agraire dans le Loukkos) a créé des conditions favorables à la mise en place d'infrastructures socio-économiques (électrification, eau potable, assainissement, école etc.). Il convient de signaler que jusqu'en 1980 certains équipements communaux faisaient partie intégrante de l'aménagement et pouvaient représenter jusqu'à 10 % des investissements alloués à l'équipement. Dans le Loukkos par exemple, 50 % des douars de la zone irriguée dispose d'électricité. Bref, la simple observation du terrain permet de constater l'amélioration sensible du niveau de vie des bénéficiaires de l'irrigation à travers les constructions en dur, les antennes de télévision, les véhicules de transport, etc...

3.3. Impacts sur l'économie nationale

Les effets sur l'économie nationale sont très importants. En effet, à l'amont, la réalisation de l'infrastructure d'irrigation et des travaux connexes a d'importantes retombées sur les secteurs de travaux publics, de l'industrie et des services notamment de l'ingénierie. En plus, 25% en moyenne de l'investissement est consacré à la main d'œuvre dans les programmes d'extension de l'irrigation et 50 à 60% dans les programmes de réhabilitation des périmètres d'irrigation. Mais c'est surtout à l'aval et grâce à la diversification et la stabilisation des

productions assurées par l'irrigation, qu'un tissu agro-industriel important a été mis en place pour conditionner et transformer la production agricole dont l'essentiel sinon la totalité provient des périmètres irrigués :

- 13 sucreries d'une capacité totale de l'ordre de 4,7 millions T/an de betterave et canne à sucre ;
- 13 laiteries d'une capacité de l'ordre de 500 millions de litres par an ;
- des centaines de stations de conditionnement, d'entrepôts frigorifiques et de conserveries de fruits et légumes pour une capacité supérieure à 1 million de tonnes par an ;
- etc.

IV. LES CONTRAINTES

Malgré les réalisations importantes qu'a connues le secteur de l'irrigation au Maroc, ce dernier se trouve confronté à plusieurs contraintes menaçant son efficacité et son efficience et l'empêchant de manifester toutes ses potentialités. Les principales contraintes sont comme suit :

- Vétusté et vieillissement d'une partie des équipements hydro-agricoles en plus de l'insuffisance des crédits alloués aux opérations de réhabilitation. On estime actuellement à 390.000 ha les superficies dont les équipements hydro-agricoles nécessitent des réhabilitations et de la modernisation.

- Sous-maintenance des équipements hydro-agricoles. Les efforts entrepris dans la maintenance des équipements ne couvrent que 50% des besoins exprimés.

- Malgré les progrès réalisés en matière de valorisation des ressources en eau dans les périmètres irrigués (augmentation moyenne de la production agricole de 7,9% depuis 1960), il persiste encore un gap au niveau de l'intensification et la productivité par rapport aux potentialités de production existantes. En effet, le taux moyen d'intensification a à peine atteint 100 %, alors que suivant les objectifs fixés, il devait se situer à 120 %. De même, les rendements réalisés pour certaines

cultures restent inférieurs à 80% des rendements objectifs pour la plupart des cultures pratiquées et n'atteignent pas 60% pour certaines.

V. ORIENTATIONS STRATEGIQUES ET PERSPECTIVES

L'aridité du climat, la croissance continue de la demande alimentaire, les ressources en eau limitées du pays et les impératifs de développement économique et social, impliquent pour le secteur de l'irrigation un double défi:

- la valorisation du potentiel d'irrigation en vue de contribuer substantiellement à la sécurité alimentaire ;
- l'amélioration de ses performances pour valoriser les investissements consentis en matière d'aménagement hydro-agricole et assurer la pérennité des systèmes d'irrigation.

5.1. Valorisation du potentiel d'irrigation

Au 30 Juin 2001, un potentiel irrigable près de 348.000 ha reste encore à aménager, soit 25,5% du potentiel irrigable global.

Sur ces 348.000 ha, près de 142.000 ha disposent actuellement de ressources en eau mobilisées par des barrages déjà réalisés, d'où un effort important en matière d'accélération du rythme des équipements hydro-agricoles, reste à déployer pour résorber ce décalage.

5.2. Amélioration des performances du secteur de l'irrigation

Le contexte de rareté des ressources en eau qui s'affirme de plus en plus dans le pays et l'impératif de rentabiliser et de valoriser les lourds investissements consentis pour le développement des ressources en eau et l'aménagement hydro-agricole, exigent l'amélioration des performances du secteur de l'irrigation.

Les actions à entreprendre pour l'amélioration des performances du secteur doivent s'articuler autour des axes suivants:

- La réhabilitation et la modernisation des équipements vétustes pour la " mise à niveau " de l'outil de production. La superficie concernée porte environ sur 390.000 ha dont 196.400 ha de

périmètres de PMH.

- Le renforcement de la maintenance des équipements, en vue d'améliorer la qualité du service de l'eau et d'assurer la pérennité des infrastructures. Pour ce faire, il est impératif de poursuivre les mesures de rattrapage tarifaire ainsi que l'amélioration du recouvrement des redevances d'eau. Ceci est de nature à assurer l'équilibre financier du service de l'eau et garantir une maintenance conforme aux normes requises au niveau international.

- La promotion de l'économie de l'eau au niveau des exploitations agricoles par le développement et la diffusion des techniques adaptées et des règles de bonnes pratiques nécessaires à l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation et la valorisation de l'eau au niveau des exploitations, le renforcement et l'adaptation du système d'incitation à l'investissement privé centré sur l'économie d'eau. Dans ce contexte, Une superficie de 114.500 ha est prévue d'être équipée en irrigation localisée pour les cinq prochaines

années.

- La consolidation des réformes institutionnelles destinées à améliorer la gestion des périmètres irrigués en instaurant un cadre de partenariat entre les différents intervenants. Ce partenariat doit constituer le cadre de référence pour l'élaboration et la mise en œuvre des programmes d'intervention. Les Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) sont appelées à jouer un rôle moteur dans la mise en œuvre dudit partenariat.



L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES STRATEGIE, BILANS DES REALISATIONS ET PERSPECTIVES

SLIMANI¹

I. INTRODUCTION

Les Pouvoirs Publics ont accordé un intérêt particulier au secteur de l'eau potable compte tenu, de son impact sur le développement socio-économique et eu égard à la semi-aridité du climat de notre pays qui se traduit par une inégale répartition des ressources en eau dans l'espace et dans le temps. Cet intérêt s'est traduit par la mise en œuvre d'une structure et d'un cadre institutionnel (notamment la création en 1972 de l'Office National de l'Eau Potable chargé principalement de la planification du secteur à l'échelle Nationale), qui ont montré leur efficacité lors des cycles de sécheresse qu'a connus le Royaume durant les deux dernières décennies.

En outre, les Pouvoirs Publics ont mis en œuvre une politique visant une gestion sociale et participative de l'eau potable aidant ainsi les populations à faible revenu à accéder à ce service dans de bonnes conditions. Cette politique s'articule notamment, autour des axes suivants :

- L'instauration en 1982 d'un système de solidarité entre les gros et les petits consommateurs par le biais d'une tarification progressive par tranches de consommation (sauvegarde des intérêts des populations à faible revenu et lutte contre le gaspillage) ;
- Le démarrage depuis 1981 d'un programme de branchements sociaux. Cette opération s'est soldée de succès. En effet, l'objectif visé, de 31000 branchements, a été largement dépassé avec un taux de réalisation de près de 500 %.
- L'institution à partir de 1985 d'une contribution de solidarité nationale entre les villes et les petits centres. Ceci a permis à l'Office d'intervenir dans de nouveaux centres et d'en améliorer le service de l'eau. Cette contribution de faible impact sur l'usager (2,4 DH/mois pour 53 % des abonnés de l'Office) a permis d'étendre l'intervention de l'ONEP à 189 nouveaux

centres entre 1985 et 1999 et de réaliser des investissements de 3,2 Milliards de Dhs.

- L'instauration à partir de juillet 1998 d'une nouvelle surtaxe destinée à contribuer au financement du programme d'approvisionnement groupé en eau potable des populations rurales (PAGER) ;
- La création d'emplois permanents en confiant la gestion des bornes-fontaines au privé (gardiens-gérants) et en encourageant la création de micro-entreprises pour la réalisation de petits travaux.
- Le soutien apporté par l'Office aux collectivités locales notamment dans le domaine de l'assainissement où des efforts importants restent à consentir.
- Le soutien aux associations opérant dans le secteur (Adrar, Ahmed Al Hansali, Grand Atlas, Heure Joyeuse, Fondation Mohammed V...).

Le présent document dresse dans ce qui suit la stratégie ainsi que le bilan des actions de l'Office en matière d'AEP et de gestion participative et sociale de l'eau potable rurale.

SOURCE	RGPH 1960	RGPH 1971	RGPH 1982	RGPH 1994	CERED 2000 ⁽¹⁾
Population en 10³ hab.	11626	15379	20419	26073	28673
• Urbain	3389	5409	8730	13407	15840
• Rural	8236	9969	11689	12666	12833
• % de la population urbaine	29,2	35	42,7	51,4	54,5
Effectif des centres urbains	117	185	250	370	370
• Municipalités	28	29	45	248	248
• Centres Autonomes	45	46	40	-	-
• Autres centres urbains	44	109	165	122	122

1. Limites entre l'urbain et le rural

1.1. Selon le recensement de 1982 :

- Nombre de Chefs-Lieux de Communes : 846 (20,4 millions hab.), dont

- Urbaines : 250 (8,7 millions hab.)

- Rurales : 596 (11,7 millions hab.)

1.2. Selon le recensement de 1994 :

- Nombre de Chefs-Lieux de Communes : 1548 (26,1 millions hab.), dont

- Urbaines : 370(1) (13,4 millions hab.)

- Rurales : 1178 (1,04 millions hab.)

- Nombre de douars: 31.000 (11,66 millions hab.)

II. DONNEES SUR LA POPULATION

Selon le recensement Général de la Population et de l'Habitat en 1994 (RGPH), la population du Maroc s'élevait à 26 073 593 habitants dont 51,4 % en milieu urbain et selon le découpage administratif réalisé en 1992, le nombre des centres urbains a atteint 370 centres contre 250 en 1982.

Le tableau suivant donne l'évolution de la population et le nombre de centres urbains répartis en fonction de leur situation administrative.

III. SITUATION D'INTERVENTION EN MILIEU URBAIN

L'accès à l'eau potable, généralisé en milieu urbain, est assuré à l'échelle de la distribution de la manière suivante :

1- Ingénieur à l'ONEP

Intervenant	Nombre de centres	Population 2000 (10 ³ HAB.)	% Population
• REGIES	86(2)	6617	41,4
• PRIVE	45	4910	30,7
• ONEP	177	4130	25,8
• COMMUNES	62	335(3)	2,1
TOTAL	370	15 992	100

IV. SITUATION D'INTERVENTION EN MILIEU RURAL

Pour rattraper le retard important enregistré, la stratégie de développement du secteur de l'eau potable en milieu rural, adoptée par les pouvoirs publics repose sur 2 axes principaux :

- Poursuite des efforts entamés depuis 1985 pour l'alimentation en eau potable par réseaux et branchements individuels des centres ruraux agglomérés et ce, en vu d'en faire des pôles d'attraction et de développement du milieu rural et des remparts à l'exode rural. L'objectif recherché est de couvrir l'ensemble des chefs-lieux de communes rurales (au nombre de 1178) qui regroupent une population de près de 1,35 millions d'habitants.
- Réalisation du programme PAGER qui vise la desserte par bornes fontaines de près de 31.000 localités regroupant 11 Millions d'habitants. Le montant des investissements a été évalué en 1994 à 10 Milliards de DH.

Les performances atteintes sont données ci-après :

- En 1985, les pouvoirs publics ont mis en place un système de solidarité nationale qui a permis à l'ONEP de drainer d'importants moyens financiers pour équiper les petits centres. Ainsi et à fin 1999, la population alimentée à domicile par l'ONEP est estimée à 4,4 millions d'habitants alors que celle de 1985 ne dépassait pas 380.000 habitants. Le nombre de centres de distribution ONEP pris en charge sur cette même période est passé de 95 à 251. Toutefois, la part du rural franc ne dépasse pas 2 % (287.000 habitants).
- Depuis le démarrage du PAGER en

1995, la population totale desservie est d'environ 5,43 Millions d'habitants répartis dans 9000 localités (soit un taux d'accès de l'ordre de 40%) et ayant nécessité un investissement de l'ordre de 1,94 milliards de dirhams :

Δ Pour la composante DGH :

- La population ayant pu accéder à l'eau est de 4.800.000 habitants regroupés dans 8000 localités rurales, les investissements réalisés s'élèvent à 1,3 Milliards de dirhams. Le système de gestion repose essentiellement sur des associations d'usagers dont la performance sur le plan gestion et durabilité des projets reste à évaluer alors que nous sommes à mi-parcours.

Δ Pour la composante ONEP :

- A la veille du PAGER, l'ONEP assurait déjà l'alimentation en eau potable d'environ 750 douars pour une population de près 450 000 habitants ;
- Depuis la mise œuvre du PAGER en 1995, la population additionnelle desservie est de 630.000 habitants regroupés dans 1000 localités rurales, l'investissement réalisé s'élève à 641 millions de dirhams.

V. STRATEGIE DE L'ONEP EN MATIERE DE GESTION SOCIALE ET PARTICIPATIVE DE L'EAU POTABLE EN MILIEU RURAL

1. Gestion participative

En tant que planificateur de l'approvisionnement en eau potable et principal producteur à l'échelle nationale, l'ONEP constitue un des principaux acteurs dans le secteur de l'eau dans le pays. A ce titre, l'ONEP se devait d'être au rendez-vous et de répondre à la volonté des Pouvoirs Publics en matière de généralisation de l'accès à l'eau potable qui constitue l'une des grandes priorités du pays.

La formule adoptée par l'Office pour une intervention efficace et compatible avec ses missions comporte deux axes :

1.2. Petits centres ruraux agglomérés :

L'intervention de l'ONEP dans les petits centres a revêtu deux formes :

- Prise en charge directe : selon cette formule les installations de production et de distribution d'eau potable sont totalement intégrées au patrimoine de l'ONEP, qui assure par ses propres moyens la couverture des dépenses d'équipement et d'exploitation. Cette forme intéresse 61 centres hérités au moment de la création de l'Office en 1972 ;
- Gérance pour le compte des Communes : compte tenu des caractéristiques des petits centres, le service de l'eau pose souvent des difficultés dues aux moyens humains et matériels limités de la Commune qui fait appel dans ce cas à l'ONEP pour la gestion de ce service.

L'intervention de l'ONEP dans les petits centres revêt un caractère participatif et est soumise à une procédure dont les principaux axes sont :

- Délibération du Conseil Communal en faveur de l'intervention de l'ONEP ;
- Approbation de la convention de gérance dûment approuvée par la Commune, l'Autorité Locale, l'ONEP, les Ministères de tutelle (Intérieur et Equipement) ;
- Engagement de la Commune à participer au financement des projets communaux et à accepter les modalités de gestion appliquées ;
- Etablissement et approbation par l'ONEP et la Commune du procès verbal de cession comportant l'inventaire du patrimoine, état des abonnements,...

Par ailleurs, et compte tenu des demandes pressantes pour la prise en charge de la distribution de l'eau potable dans les petits centres, l'ONEP procède à la programmation des interventions sur la base de critères d'éligibilité dont principalement : disponibilité des ressources en eau en qualité et quantité, coût du mètre cube, disponibilité des ressources financières, etc..

1.3. Desserte des localités limitrophes des systèmes de l'Office

Le mécanisme de desserte des agglomérations limitrophes des installations de l'Office consiste en :

- Réalisation et gestion des installations de production par l'ONEP (piquages et bornes fontaines) ;
- Distribution assurée par bornes fontaines, dont la gestion est confiée soit à des gardiens gérants, soit à des associations ou amicales d'usagers ;
- Convention tripartite liant l'ONEP, la Commune et la Province. Cette convention fixe les attributions de chacun et le prix de revente aux usagers ;
- Le gérant, abonné de l'ONEP, est tenu d'entretenir la bornes fontaines, vendre l'eau aux usagers et régler la facture à l'ONEP.

A signaler que depuis 1996, la réalisation des projets inscrits au programme "PAGER" exige une participation de la population des bénéficiaires et des communes rurales concernées (respectivement 5 % (500 DH/ménage) et 15% du coût des projets) dans la réalisation et la gestion des installations et garantir leur pérennité, une approche participative a été adoptée dans le cadre de ce programme. En effet, des campagnes de sensibilisation sont menées au profit des populations pour, d'une part, les sensibiliser sur les bienfaits d'un approvisionnement en eau potable par bornes fontaines et, d'autre part, accepter de participer au financement du projet.

La participation des populations vise trois niveaux d'implication des bénéficiaires à savoir :

- Participation financière des bénéficiaires adoptée pour tous les projets d'AEP en milieu rural à travers le Royaume ;
- Choix des sites d'emplacement des bornes-fontaines en concertation avec les populations ;
- Gestion des installations (bornes fontaines) à travers la désignation d'un gardien-gérant par et parmi les habitants.

Les campagnes d'information et de sensibilisation visent 3 cibles distinctes à savoir les autorités locales, les élus et les populations bénéficiaires du projet et se déroulent comme suit :

♦ Autorités locales

Une réunion est tenue avec les autorités locales dont le but est :

- La présentation du cadre, de la consistance, du coût et du mode de financement du projet ainsi que les localités rurales concernées par le projet ;
- L'examen des modalités pratiques d'exécution des campagnes ;
- La fixation des dates et lieux des réunions de la deuxième phase avec les élus ;
- L'organisation de la collecte des participations financières.

♦ Elus

La réunion avec les élus a pour objectifs :

- La présentation du projet et les conditions de sa réalisation ;
- La rôle attendu des élus dans la campagne et la collecte ;
- La définition des modalités de réalisation du projet, de la contribution financière de la Commune et du déroulement de la campagne de sensibilisation auprès des populations ainsi que celle de la collecte (dates, lieux...).

♦ Population

Les réunions avec la population sont réalisées selon un planning arrêté en commun accord avec les autorités locales et les élus. Ces réunions ont lieu dans une habitation, une mosquée, une école, une place publique... Leur animation, à laquelle participent les représentants des autorités locales et des élus, est effectuée par des équipes de l'Office formées sur les techniques d'animation et ayant de l'expérience au sein de l'Office en matière d'information et de sensibilisation des populations à l'économie de l'eau et à la lutte contre la pollution.

♦ Collecte des participations des bénéficiaires

Le démarrage de l'opération de collecte est fixé en commun accord avec les habitants lors de la sensibilisation. Les listes des ménages sont fournies par les autorités. Tous les ménages participants

reçoivent des quittances en contrepartie du versement de leur participation individuelle.

Concernant la quote part des communes pauvres, un travail de concertation a été engagé avec la Direction Générale des Collectivités Locales (DGCL) pour assurer sa mobilisation à l'amont.

2. Bilan des actions de l'ONEP en matière de gestion sociale de l'eau potable en milieu rural

2.1. Tarification progressive

Avant l'Indépendance, la satisfaction des besoins en eau potable était assurée par des ressources en eau locales souvent gravitaires et souterraines facilement mobilisables. Le coût de l'eau n'étant pas élevé, sa couverture par le biais tarifaire ne semblait pas poser de problème. Toutefois, le service était très peu étendu et réservé à une population privilégiée.

Cependant, ces ressources en eau proches sont devenues insuffisantes. Il a fallu donc recourir à de grandes adductions transportant l'eau sur de longues distances ; ce qui exigeait des investissements lourds et des coûts d'exploitation élevés.

Avec la mise en place des institutions, ces besoins en financement ont été alors bien cernés et des solutions ont été apportées notamment par la tarification qui a fait l'objet de réflexion permanente par le biais d'études nationales de tarification dont la première a été effectuée durant la période 1975-1977. Cette étude a été actualisée en 1982-1983.

En 1990, une autre étude nationale de tarification, associant tous les intervenants dans le secteur, a été réalisée afin de préciser la stratégie de tarification à suivre dans le futur. Cette étude a permis la mise en place d'un système tarifaire qui tient compte du caractère social du service de l'eau potable et qui permet de répondre à trois objectifs principaux.

- Faire payer le service rendu à un prix le plus proche possible du coût réel ;
- Assurer la satisfaction des besoins vitaux à un prix minimum et limiter

les fortes disparités qui pourraient pénaliser les usagers les plus éloignés des points de production et les moins concentrés, c'est à dire les petites agglomérations et le monde rural ;

- Contribuer à l'économie de l'eau.

La structure tarifaire actuelle est donc progressive et articulée sur quatre tranches de consommation :

- La tranche dite sociale (0 à 24 m3 par trimestre), dont le tarif est inférieur au coût du service ;
- La tranche intermédiaire (25 à 60 m3 par trimestre) dont le tarif se rapproche du coût du service ;
- Deux tranches supérieures à prix élevés :
- Une troisième tranche (61 à 120 m3 par trimestre) ;
- Une quatrième tranche (> 120 m3 par trimestre).

Ces deux dernières tranches visent à décourager les consommations excessives et éviter les gaspillages tout en assurant la solidarité par des transferts entre les abonnés les plus aisés vers les populations les moins favorisés.

La structure tarifaire permet ainsi de protéger les intérêts des catégories les moins favorisées de la population. A titre d'exemple le tableau ci-après donne le niveau des tarifs à la distribution de quelques villes du Royaume (novembre 2000) :

Tranche (m3/ Trimestre)	Grandes villes		Petits centres	Tarif préférentiel
	Minimum	Maximum	ONEP	
0 - 24	0,77	3,10	2,15	6,54
25 - 60	2,79	7,29	6,71	
61 - 120	3,35	12,27	9,97	
> 120	3,40	3,10	12,33	

En outre, le système tarifaire a subi, depuis novembre 2000 les aménagements suivants :

- Le gel du tarif de la 1ère tranche depuis juillet 1998 ;
- La création d'une 4^{ème} tranche en ce qui concerne l'usage domestique et ce, pour les consommations dépassant 120 m3 par trimestre ;
- L'adoption du tarif de la 1ère tranche domestique au niveau des bornes-

fontaines gérées par des gardiens-gérants ou par des amicales ;

- Le plafonnement de la taxe riveraine à 2000 DH TTC ;
- La réduction de 50 % des peines et soins perçus par l'ONEP dans le cadre de travaux tiers de raccordement au profit des industriels ;
- La non augmentation du tarif industriel et de la redevance fixe.

2.2. Branchements sociaux

Dans le but de favoriser la desserte des populations à faible revenu, les Pouvoirs Publics ont lancé au début de la décennie 80 un programme national de branchements sociaux basé sur l'octroi de prêt aux nouveaux abonnés à faible revenu pour le financement de leur branchement en leur accordant de larges facilités de paiement. L'objectif de l'opération était de promouvoir les abonnements particuliers pour les foyers à faible revenu en réalisant des branchements nouveaux dans l'ensemble du pays et en limitant le nombre de bornes-fontaines souvent source de gaspillage.

Les résultats réalisés à fin 1999 sont donnés ci-après :

Branchements prévus	Branchements réalisés	Taux de réalisation (%)
31000	153441	495

Comme le montre ce tableau, cette opération a connu un grand succès, étant donné que le nombre des opérations réalisées dépasse de loin celui prévu.

2.3. Solidarité nationale pour les petites centres

Au début des années 80, les effets de sécheresse et les situations de déficits vécus dans les centres rendirent plus critique la situation du service de l'eau potable et amenèrent les autorités

compétentes à prendre des mesures visant à résoudre le problème posé.

C'est ainsi que les pouvoirs publics avaient adopté le principe de la solidarité entre les consommateurs urbains et ceux des petits centres.

Cette contribution fixée initialement à 0,07 DH/m3 en avril 1985 pour compenser le déficit d'exploitation dans les gérances héritées de la REI ou prises en charge entre 72 et 85 ainsi que les centres des provinces du sud a concerné à cette date 33 centres dont la population est de 550 mille habitants.

La contribution a été augmentée par la suite de :

- 0,05 DH/m3 (janvier 1990) pour permettre à l'ONEP d'intervenir dans une première tranche d'un programme de 94 centres à prendre en charge en 3 ans ;
- 0,03 DH/m3 (juillet 1991) pour la prise en gérance des projets Karia-Tissa et Outa- Bouabane ;
- 0,30 DH/m3 (janvier 1993) dans le cadre du contrat-programme ONEP-ETAT en vue de prendre en charge 90 nouveaux petits centres en 3 ans (1993-1995) et faire face au besoin d'investissement des provinces du sud dans le cadre de leur alimentation généralisée en eau douce.

Cette contribution actualisée à 0,74 DH/m3 en novembre 2000 n'a qu'un faible impact sur les consommateurs et permet d'étendre et de renforcer le service de l'eau pour une population importante.

Le tableau ci-après fait ressortir l'impact sur les abonnés des petits centres où la distribution est assurée par l'ONEP .

Cette mesure de mise en place du système de solidarité nationale a encouragé les bailleurs de fonds à participer énergiquement au financement des projets et a abouti à la réalisation d'un investissement de 3,2 Milliards de Dhs durant la période

Tableau: impact sur les abonnés des petits centres où la distribution est assurée par l'ONEP .

	% des Abonnes	Impact moyen de la sur taxe sur la facture mensuelle (EN DHHT)
Abonnés de la 1ère tranche		
0 - 24 m3/trimestre	54	2,36
Abonnés de la 2ème tranche		
25 à 60 m3/trimestre	37	8,77
Abonnés consommant Plus de 60 m3/trimestre (120m3)	92	6,65

1985-1999. Cette contribution a permis aussi d'étendre le nombre de centres de distribution de l'Office durant la même période de 95 à 251, regroupant une population totale de 4,4 Millions d'habitants.

Le tableau ci-après donne l'évolution de l'intervention de l'ONEP pour le compte des collectivités locales depuis l'instauration de la contribution de solidarité nationale en 1985 jusqu'en 1999.

Désignation	1985	1999 (cumul)
Nombre de centres de distribution ONEP (dont gérances)	95 (33)	251 (189)
Population (en milliers d'habitants)	380	4.400
Nombre d'abonnés	138.000	636.000
Investissements gérances (en MDH)	70	3180

3. Promotion de l'emploi

3.1. Gestion des bornes fontaines par gardien-gérant

Certes, l'eau est source de vie, mais elle est aussi source de développement socio-économique, et de création d'emplois. Son importance devient plus évidente en périodes de sécheresse. C'est pour cela que la conception des systèmes d'alimentation en eau potable doit prendre en considération ces aléas afin que la population dispose d'une alimentation pérenne et de qualité, notamment pour le milieu rural dont les ressources locales sont rares, limitées et très vulnérables.

C'est dans ce but que la stratégie adoptée par l'Office en matière d'alimentation en eau potable du rural est basée sur deux actions principales :

- Un approvisionnement collectif à partir de ressources sûres par le biais de bornes-fontaines afin de réduire les coûts de réalisation des projets.
- Un mode approprié de gestion des bornes-fontaines par gardien-gérant (personne locale privée) qui assure l'entretien, le gardiennage et le recouvrement des coûts en lieu et place de la gestion par les collectivités locales.

Cette stratégie a été concrétisée par un projet pilote dans la région d'Errachidia, réalisé au début des années 80 au profit d'une population rurale de 246.000 habitants et alimentée par 200 bornes-fontaines. La solution adoptée par l'Office pour la gestion de ces bornes-fontaines était de confier à un gardien-

gérant l'entretien, la vente d'eau et le gardiennage afin de donner à la borne-fontaine son cachet noble de servir l'eau potable dans de bonnes conditions.

La post-évaluation de ce projet a confirmé les attentes fixées, à savoir d'une part, l'amélioration très sensible de la santé des populations, le développement d'activités socio-économiques, la scolarisation des enfants notamment les jeunes filles, la libération de la femme au profit d'autres activités productives et familiales, et d'autre part, la protection des infrastructures d'eau, le recouvrement des coûts et la garantie d'un revenu appréciable pour la famille du gardien-gérant. En effet, 200 emplois permanents de gardiens-gérants génèrent des revenus prélevés sur la différence entre le prix de vente à l'usager et le prix de cession par l'ONEP.

Ces résultats encourageants ont milité en faveur de la généralisation progressive de ce système à travers le pays permettant ainsi la création de 1400 emplois.

Par ailleurs, l'entretien et l'exploitation de l'ensemble des installations d'eau en milieu rural nécessitent par leur ampleur une formule adaptée pour assurer leur fonctionnement et la pérennité du service. En vue de répondre à cette exigence, l'ONEP a mis en place une solution originale qui consiste à promouvoir la création au niveau local d'entreprises privées de petite taille dites "micro-entreprises" dont on cite ci-après les objectifs et les résultats obtenus.

3.2. Micro-entreprises

Il s'agit de structures légères (entreprises individuelles) créées par des lauréats des centres de formation professionnelle capables d'assurer, avec la célérité et l'efficacité requise, divers petits travaux de maintenance, d'extension et de réparation, notamment dans des régions éloignées des centres d'intervention de l'Office et au profit des agglomérations éparpillées ne pouvant bénéficier de l'apport des entreprises de moyenne et grande importance.

Ce projet, lancé par l'ONEP en 1996, a permis de créer 116 entreprises réparties dans les différentes régions du Royaume ; l'objectif visé est de mettre en place

500 micro-entreprises.

Le projet engendre en moyenne 5 à 10 emplois par entreprise créée, et connaîtra un essor certain par le nombre et par la diversité des domaines d'actions (eau, électricité, espaces verts, entretien des bâtiments, gardiennage des installations, services multiples, etc.) entraînant une nouvelle dynamique en matière de promotion de l'emploi des jeunes en faveur d'un développement harmonieux du milieu rural.

VI. NOUVELLE APPROCHE D'AEP DES POPULATIONS RURALES

Pour une redynamisation de l'action de l'ONEP pour la généralisation du service eau potable à l'échelle du pays, une nouvelle réorganisation est en cours pour atteindre cet objectif.

Néanmoins, jusqu'à quelles limites l'ONEP peut-il contribuer à cette action, qui nécessitera la mobilisation d'investissements et de moyens importants, sans mettre en péril les résultats positifs acquis dans le secteur urbain et sans fragiliser le dynamisme de l'ONEP dans l'urbain ou affecter son équilibre financier.

En effet, actuellement, l'intervention de l'ONEP telle qu'elle a été définie lors de l'instauration du PAGER reste limitée aux agglomérations rurales limitrophes à ses installations existantes ou projetées dans le souci de maîtriser son intervention dans le milieu rural.

Aussi et pour des raisons techniques et financières, cette intervention favorise les douars proches et limite l'extension des systèmes d'AEP aux douars lointains ou situés à des côtes élevées et qui sont généralement plus affectés par le manque de l'eau (cas du Pré-Rif, Tlat Lakhssass).

VII. CONCLUSION

L'intervention de l'ONEP dans la distribution, aussi bien en faveur des petits centres (gérances) que du rural limitrophe de ses systèmes, a connu un développement remarquable.

Le nombre de centres confiés à l'ONEP est passé de 95 en 1985 à 251 à fin 1999, permettant d'assurer l'AEP à une population de l'ordre de 4,4 millions d'habitants.

La population rurale bénéficiant de la

desserte par les adductions régionales est évaluée à 1,6 millions d'habitants par le biais d'environ 1400 bornes fontaines.

Ainsi, par cette double action sociale et participative, l'ONEP a contribué à résoudre le problème dans certains petits centres et dans des régions rurales.

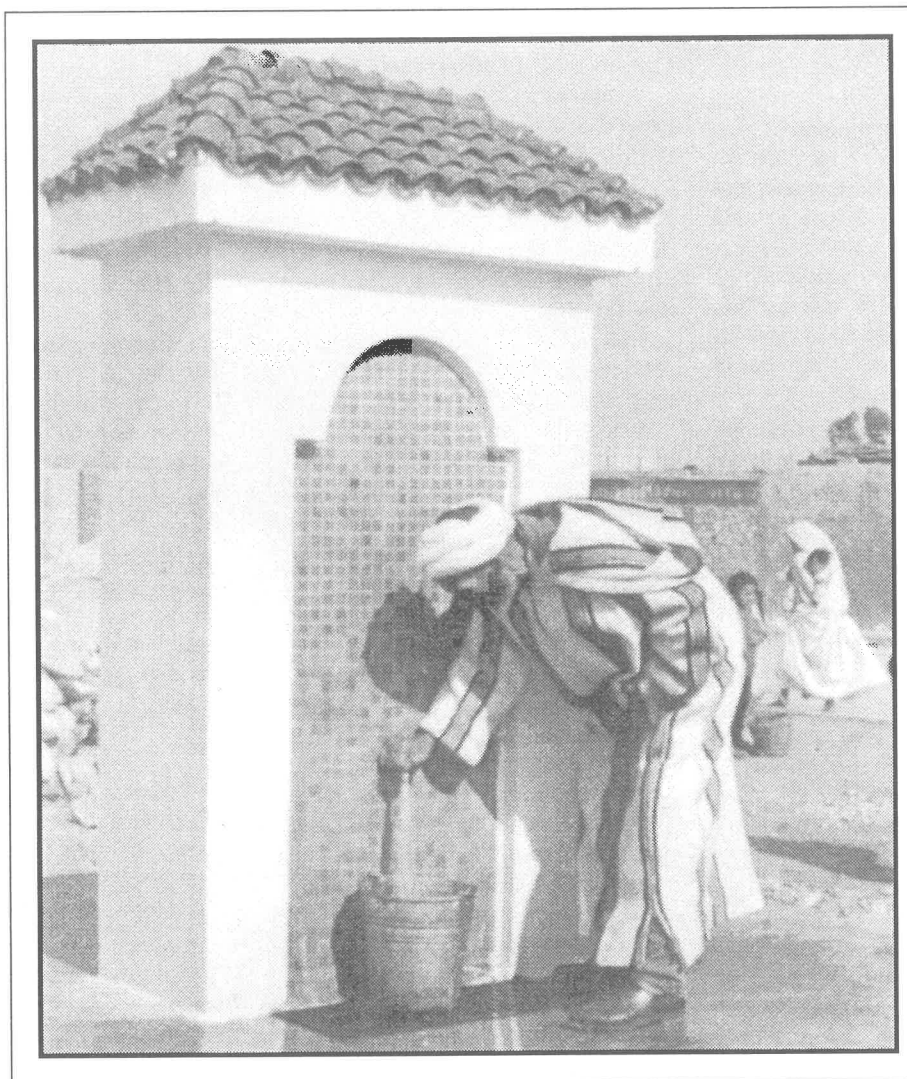
Le mécanisme de la solidarité nationale permet, grâce à l'intervention d'un organisme spécialisé :

- D'assurer une gestion sociale du service de l'eau potable, de répondre aux besoins de manière pérenne et de mettre en place une planification pour faire face à l'évolution de la demande et mobiliser les fonds pour

le financement des investissements ;

- D'alléger la charge "eau" pour les consommateurs, dans les petits centres, en faisant intervenir la solidarité nationale, l'impact de la surtaxe sur le budget du consommateur à l'échelle nationale restant par ailleurs très faible ;
- D'alléger le budget communal, l'ONEP jouant le rôle d'intermédiaire financier mobilisant des ressources auprès d'institutions financières et prenant en charge le service de la dette par le produit d'une surtaxe révisable. Les Collectivités Locales sont sollicitées uniquement pour couvrir des gaps éventuels de financement ;

- De créer une dynamique de développement, d'une part en fournissant l'eau potable, élément nécessaire à toute évolution économique et sociale, et d'autre part en favorisant, par les travaux réalisés, la création d'emplois et la promotion de petites et moyennes entreprises locales.
- D'améliorer l'alimentation en eau potable dans les petits centres ce qui contribuera à améliorer l'hygiène, à offrir à la population concernée les équipements susceptibles de favoriser leur développement socio-économique et à limiter l'exode vers les grandes villes.



SYNTHESE DES RESULTATS DE 12 ANNEES D'ESSAIS DE BESOIN EN EAU DE LA BETTERAVE A SUCRE DANS LE TADLA

CHATI Mohammed T.⁽¹⁾ – EL BOUHALI I.⁽²⁾ – AI⁽³⁾

RESUME

La plupart des conseils pour la conduite des irrigations, sous forme d'avertissement aux irriguants, s'appuient sur l'utilisation des méthodes empiriques. Cette approche théorique privilégie la connaissance des paramètres climatiques pour estimer les besoins en eau des cultures et pour le pilotage des arrosages.

Les méthodes empiriques sont les plus utilisées au Maroc par les gestionnaires des réseaux de distribution de l'eau d'irrigation des périmètres irrigués. A partir des années soixante dix la méthode des lysimètres à drainage a été introduite à titre expérimentale dans certains périmètres pour déterminer expérimentalement la réponse des cultures à l'eau.

Ce article synthétise les résultats des essais menés, durant la période 86-94, dans le périmètre du Tadla, sur les besoins en eau par la méthode des lysimètres à drainage de la betterave à sucre.

L'article détaille les étapes de la méthode de détermination des besoins en eau de la betterave à sucre en fonction de ses phases de développement, les ETM, les Kc, l'impact de régimes hydriques différenciés sur le niveau de production de la culture et enfin propose un calendrier d'arrosage optimal en fonction des conditions climatiques.

I- INTRODUCTION

Les essais de besoins en eau de la betterave à sucre ont démarré en 1961 dans plusieurs périmètres irrigués du Maroc. Au départ, les bilans d'eau dans le sol étaient suivis grâce à la tarière,

méthode plus directe. Cette étape a permis d'obtenir des résultats fort intéressants sur les principales phases de développement de la culture, l'évolution de sa consommation réelle (ETR) et sa sensibilité vis à vis de l'alimentation hydrique en fonction des phases culturales.

Dans une seconde étape, des lysimètres à drainage ont été introduits à titre d'essai dans certaines stations expérimentales pour mesurer la consommation maximale des cultures (ETM). Cette dernière a servi comme référence pour différencier les traitements hydriques et estimer leur consommation en eau. Cette méthode a permis essentiellement d'affiner les résultats de la première étape et de déterminer les courbes de la consommation maximale des cultures, les valeurs des coefficients culturaux (Kc) pour différents cycles culturaux et les courbes de réponse à l'eau de certaines cultures.

Cette note synthétise les résultats des essais de besoins en eau de la betterave à sucre menés depuis 1985 dans la station des Ouled Gnaou. Les résultats obtenus avant cette date ont suivi de l'irrigation et du drainage dans le Tadla.

II- MATERIEL ET METHODE

Les expérimentations ont été menées dans la Station Expérimentale d'Hydraulique Agricole (SEHA) des Ouled Gnaou de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla. La station se situe dans la plaine du Tadla, à 300 Km au sud de la ville de Rabat, à une altitude de 445 m et une latitude de 32°17'.

La plaine du Tadla est soumise à un climat méditerranéen dont l'année se caractérise par deux saisons : une première pluvieuse et fraîche et une

seconde sèche plus ou moins longue. L'aridité et l'irrégularité constituent les caractères distinctifs de ce climat ; celles-ci se traduisent par une extrême variabilité inter et intra annuelles de la pluviométrie. Les moyennes annuelles des jours pluvieux et les précipitations sont respectivement 53 jours et 380 mm.

Le sol de la station est de type calcimagnésique vertique présentant un fort pourcentage d'argile (45 à 53 %) et des densités variables en fonction de la profondeur de 1,33 à 1,70 g/cm³.

La station dispose d'un poste agrométéorologique permettant le suivi des principaux paramètres climatiques (températures et humidités extrêmes et moyennes, vitesse du vent, durée d'insolation, évaporation, etc.) et une batterie de douze lysimètres à drainage de 4 m² de surface pour mesurer l'évapotranspiration maximale (ETM) de différentes cultures. Chaque lysimètre est entouré d'une zone tampon de garde qui permet d'homogénéiser ses échanges avec l'extérieur.

Pour établir le bilan hydrique du lysimètre (la différence entre les volumes d'eau apportée et drainée), la cuve est irriguée quotidiennement avec des doses variables en fonction des saisons et des stades de développement de la culture. Ceci provoquait la saturation de son sol et un drainage continu et régulier. Cependant, compte tenu de l'inertie du lysimètre, les bilans sont calculés décadairement et parfois mensuellement en période pluvieuse. L'ETM ainsi calculée constitue la référence pour le calcul et l'estimation du déficit hydrique des traitements différenciés.

L'histoire des expérimentations sur les besoins en eau de la betterave sucrière peut être divisée en deux périodes. Une première où le même coefficient de

1- Ingénieur chercheur au SEEN 461. Avenue Hassan II Rabat.

2- Etudiant à la Faculté des Sciences de Fès

3- Békraoui A. Handoufe A. Najih M.

réduction (x en % de l'ETM) était appliqué durant le cycle de développement de la culture, et une seconde où on appliquait un coefficient propre à chaque période végétative. Le déficit hydrique de chaque traitement est calculé grâce au cumul des valeurs journalières du produit (x. ETM) diminuées des pluies.

L'irrigation est gravitaire par siphon ; elle est déclenchée lorsque le cumul du déficit hydrique atteint 70 mm, supposé égale à la RFU. La dose d'arrosage est toujours la même, ce qui implique que les traitements se différencient par le nombre total d'arrosages appliqués durant le cycle de la culture.

Les betteraves utilisées sont des multigerms, de types E. les dates de semis ont varié de septembre (précoces) à février (tardives). La culture est conduite selon les itinéraires préconisés par les services techniques de l'ORMVA dans la région.

Du semis à la récolte, des échantillons du végétal ont été prélevés régulièrement, dans des placettes de 1 m linéaire, pour observer le nombre de plants, la hauteur et le poids des différentes parties du végétal, le calibre des racines, le nombre de feuilles sèches et actives et le rendement en racines.

III- RESULTATS ET DISCUSSION

1- Croissance et développement de la culture

Tableau n°1 : cycles de développement de la betterave à sucre

Date de semis	Durée du cycle végétatif
Semis précoce (septembre - octobre)	240 à 276 jours
Semis de saison (novembre – mi-décembre)	210 à 230 jours
Semis tardifs (fin décembre – février)	170 à 190 jours

Tableau n°2 : durées des phases culturales de la betterave à sucre

Date de semis	Durée des phases culturales			
	Etablissement	Pro-tubérisation	Pleine tubérisation	Maturation
	I	II	III	IV
Semis précoce	48	86	70	30
Semis de saison	89	28	78	-
Semis tardifs	81	38	70	-

Les tableaux n°1 et 2 montrent que les durées du cycle de végétation et des phases de développement de la betterave à sucre sont étroitement liées à la date de semis. En effet, les durées du cycle et de la phase de tubérisation d'une betterave précoce (septembre – octobre) sont plus longues que celles d'une betterave tardive et de saison (novembre – janvier). Par contre, ces dernières ont plutôt leur phase d'établissement qui est plus longue. Ce comportement de la culture s'explique par les conditions climatiques aux quelles les plantes sont soumises. Ainsi, l'hiver, très frais ou l'automne, plus clément, induisent respectivement le ralentissement ou l'accélération de l'activité physiologique de la plante, et par conséquent le prolongement ou le raccourcissement du cycle et des phases.

Le rapport du poids des feuilles sur le poids des racines peut constituer un indice fort intéressant des conditions de croissance et de développement de la betterave à sucre (tab. 3).

Tableau n°3 : impact de l'irrigation sur la croissance de la betterave à sucre

Traitements	Volume d'eau d'irrigation en mm	Indice foliaire (LAI)	Poids feuilles /poids racines
A	215	2.8	0,34
B	305	2.9	0,23
C	350	3,9	0,17
D	435	4,9	0,16

Ainsi, dans des conditions hydriques peu stressantes la variation de l'indice n'est pas significative confirmant ainsi l'existence d'une forte corrélation entre l'activité aérienne et racinaire de la betterave. Au contraire, lorsque les conditions deviennent très limitantes (fort déficit hydrique) l'indice augmente (A) car la culture privilégie le développement de ses organes aériens au détriment de ses racines qui sont relativement plus affectées.

2. Evapotranspiration maximale (ETM) et Kc de la betterave à sucre

L'estimation de l'ETM de la betterave à sucre a été réalisée par la méthode lysimétrique pour différents cycles culturaux (précoce, de saison, tardif). L'examen des valeurs de l'ETM observées montre que le comportement de la culture est étroitement lié aux conditions climatiques régnantes et l'activité physiologique de la plante. Le rythme de la consommation évolue différemment selon les stades et les phases de développement de la plante. Par ses effets sur la durée des cycles et des phases culturales, la date de semis modifie les valeurs unitaires et totales et le rythme de l'ETM.

Tableau n° 4 : ETM de la betterave à sucre en fonction des cycles culturaux

Cycle	Dates de semis	ETM total
Précoce	21/10/86	884
	21/10/86	747
	01/10/86	735
	21/11/82	870
Saison	15/11/83	794
	17/11/94	690
	17/11/94	760
	21/12/80	
Tardif	11/12/83	708
	21/12/84	793
	11/12/86	1219

Le tableau n° 4 montre que la moyenne annuelle de la consommation maximale de la betterave à sucre varie entre 690 et 1220 mm. Elle est de 770 mm pour le semis précoce, 870 mm pour le semis de saison et 940 mm pour le semis tardif.

Tableau n°5 : ETM de la betterave à sucre en fonction des dates de semis et par phase

Phases culturales	Dates de semis					
	IV- I		II		III	
	M	E	M	E	M	E
Etablissement	2.8	3.6	1.4	1.1	1.4	1.9
Tubérisation	2.9	1.6	3.0	4.3	4.5	7.5
Maturation	5.5	6.3	6.6	7.0	7.3	7.5

M : Moyenne – E : Extrême

Le tableau n° 5 montre que l'ETM du semis précoce se distingue par ses valeurs relativement élevées au cours de la phase d'établissement (3.6 mm/jour/décade) ; celle-ci baisse en période hivernale, très fraîche, jusqu'à une valeur minimale (1.6mm/jour/décade) ; elle augmente au fur et à mesure en période printanière et atteint un maximum au début de l'été (6.3 mm /jour/décade).

Les ETM des semis de saison et tardif sont faibles au début (1 à 2 mm/jour/décade) ; elles croissent graduellement dès le début de la pleine tubérisation (4 mm/jour/décade) et atteignent des valeurs maximales en été (7 mm/jour/décade).

3. Coefficients cultureux Kc

L'ETM en valeur absolue ne permet pas à elle seule d'apprécier l'intensité de la consommation en eau de la culture. On a souvent recours au calcul du coefficient Kc qui est le rapport de L'ETM sur l'évapotranspiration de référence qui peut être calculée (formules empiriques) ou mesurée (évaporation du bac classe A) qui renseigne sur les conditions climatiques et donc les exigences de la plantes.

Tableau n° 6 : Kc de la betterave à sucre en fonction des dates de semis et par phase

Phases culturales	Dates de semis		
	S.P	S.S	S.D
Etablissement	0,94	0,83	0,68
Tubérisation	1,00	0,94	0,87
Maturation	0,77	0,88	0,75

S.P : Semis précoce – S.S. : Semis de saison – S.T : Semis tardif

Le tableau n° 6 montre que le Kc ne dépasse pas l'unité pendant les phases d'établissement et de maturation caractérisées par une activité physiologique réduite de la plante. Le Kc augmente et s'approche de l'unité durant la phase de tubérisation qui se déroule au printemps où la demande climatique devient relativement élevée et l'activité physiologique de la plante s'accroît. Les Kc restent élevés en été en raison de hautes températures de l'été et

qui induisent surtout une forte évaporation du sol. Les semis précoces se caractérisent par des Kc relativement élevés par rapport aux autres dates de semis montrant que la culture se trouve dans des conditions de confort et n'a pas recours à une quelconque régulation de ses échanges avec le milieu. Ce sont les semis tardifs qui sont les plus affectés car leur cycle démarre en période hivernale et se poursuit en période de fortes demandes climatiques.

Le Kc est donc un outil très intéressant pour caractériser l'activité physiologique de la culture en fonction des conditions climatiques ; il peut servir efficacement comme outil de programmation et le pilotage des irrigations.

4- Irrigation de la betterave à sucre

Des essais de besoins en eau des cultures ont été menés depuis 1961 dans la station des Ouled Gnaou pour tester le comportement de la betterave à sucre vis à vis de l'alimentation hydrique.

Une synthèse des résultats des essais menés jusqu'à 1986 a été déjà publiée par l'équipe de la coopération technique maroco-belge.

L'analyse des résultats des essais depuis 1984 montre que le nombre total des arrosages reçus par la betterave a varié en moyenne pour différentes dates de semis entre un minimum de trois (3) pour des traitements ayant reçu des hauteurs de pluie variant entre 193 et 346 mm, et douze (12) pour le traitement le plus arrosé (86/87) semé tardivement et ayant reçu une pluviométrie de 140 mm (tableau n°7).

Tableau n° 7 : effet du nombre d'arrosages sur la production

Date de semis	Nombre total des arrosages	Pluie (mm)	Rendement (T/Ha)
15/12/86	12	142	104
03/12/85	3	247	36
20/10/86	3	193	56
08/10/88	3	346	91

Ce tableau montre l'influence très nette des conditions climatiques (hauteur des pluies, du nombre et des fréquences des arrosages).

L'examen des Kc et des calendriers d'arrosages a permis de distinguer deux périodes culturales plus ou moins sensibles aux conditions d'alimentation hydrique pour raisonner les arrosages : du semis jusqu'à début tubérisation, période généralement humide, et de la pleine tubérisation jusqu'à la maturation, période plus sèche.

4-1. Irrigation durant la phase d'établissement – début tubérisation

Au cours de la période de 1986 à 1995 les précipitations enregistrées pour une même date de semis au cours de la phase d'établissement ont varié entre 67 mm (1995) et 290 mm (1980). Le tableau n°8 montre que dans ces conditions le nombre d'arrosages appliqués a varié entre 1 et 3. Cette réduction des arrosages a pour conséquence une légère baisse des rendements (traitements B, C, D).

Tableau n°8 : Effet du déficit hydrique appliqué durant la phase I

S hydriques	N.A (phase I)	N.A (phase II)	Rendement (T/Ha)	Perte en % de A
A	3	3	66.3	-
B	2	3	63.3	5
C	1	3	54.6	18
D	1	3	51.7	22

N.A : Nombre d'arrosages

Toutefois, si une alimentation hydrique adéquate est assurée durant la phase de pleine tubérisation on constate (tableau n°9) une reprise de l'activité normale et une amélioration des rendements de la betterave (B, C, D). Ceci justifie parfaitement les réductions hydriques préconisées dans certaines conditions de pénurie d'eau.

Tableau n°9 : Pouvoir de récupération de la betterave en pleine tubérisation

S hydriques	Nombre d'arrosages		Rendement (T/Ha)
A	3	3	66
B	2	5	75
C	1	6	73
D	1	5	64

4-2. Irrigation durant la phase de pleine tubérisation

L'examen des calendriers d'arrosage appliqués au cours de cette phase

Tableau n°10 : Nombre et fréquence des arrosages pour différents cycles culturaux

Date de semis	Traitements	Nombre d'arrosages Phase I	Pluie (mm)	Nombre d'arrosages Phase II	Pluie (mm)	Nt (T/ha)
28/10/87	A	1	256	3	109	73
	B	1	256	4	109	77
17/11/94	A	1	67	4	76	67
	B	1	67	5	76	68
22/12/88	A	3	141	6	19	64
	B	2	141	5	19	59

Tableau n°11 : Effet des réductions hydriques en pleine tubérisation sur le rendement

Date de semis	Traitements	Phase I		Phase II		Rendement (T/ha)
		Nombre d'arrosages	Pluie (mm)	Nombre d'arrosages	Pluie (mm)	
03/12/85	C1	1	200	6	47	73,2
	C2	1		4		59,6
	C3	1		3		54,4
	D1	1		5		64,2
	D2	1		3		51,7
	D3	1		2		36,4
2/12/88	H51	1	196	6	19	64,3
	H58	1		5		58,8
	H71	1		4		64,1
	H78	1		5		57,4
	H91	1		3		46,3
	H98	1		4		49,0

Tableau n°12 : Effet du décalage entre le 1er et le 2ème arrosage

Date de semis et Traitements	Nombre Total des arrosages	Pluie (mm)	Décalage entre le 1er et le 2ème arrosage	Rendement (T/ha)
24/10/89 H5 H71 H78 H91	7 6 5 5	352	152 170 170 190	83,1 71,0 66,6 58,7
17/11/98 1 2 3 4 5	3 4 5 6 7	144	174 159 144 128 113	37,4 53,8 66,7 67,8 67,5

Tableau n°13 : Effet des volumes des irrigations sur l'efficacité

Date de semis	Traitement	VOLUME Total d'irrigation (m3)	Rendement (T/ha)	Kg / m3
08/10/88	H51	3870	104,0	26,9
	H58	3100	86,6	27,9
	H71	3320	94,9	28,6
22/12/88	H51	5430	64,3	11,8
	H58	4670	58,8	12,6
	H71	3870	64,1	16,6
17/11/94	2	2900	53,8	18,6
	3	3570	66,7	18,7
	4	3910	67,8	17,3

montre que leur nombre est d'autant plus élevé que la date des semis est tardive (tableau n°10).

Le tableau n°10 montre que les semis précoces qui se développent dans des conditions assez pluvieuses et bouclent leur cycle au début de l'été reçoivent un

nombre d'arrosage moins important que les semis tardifs dont le cycle se prolonge en été très sec et chaud.

D'autre part, en période de pleine tubérisation une réduction des apports hydriques affecte significativement les rendements en racines. Le tableau n°11 montre que le niveau de production du

traitement D3 (semis 12/85), irrigué deux fois, a chuté de 50% par rapport au traitement C1, irrigué six fois. De même pour le traitement H91 dont la production a chuté de 28% par rapport

au traitement H51. Ces résultats démontrent parfaitement les fortes

exigences en eau de la betterave durant la pleine tubérisation. Toutefois, on constate que pour les trois dates de semis, le niveau de production est fonction de la date de reprise des arrosages (tableau n°12).

En conclusion, on peut affirmer que la betterave à sucre est dotée au cours de la pleine tubérisation d'une très grande capacité de récupération de son activité physiologique si un quelconque déficit hydrique est appliqué au début du cycle.

4-5. Efficience de l'eau d'irrigation

L'efficacité signifie le rapport de la production en Kg sur le volume d'eau appliqué.

Le tableau 13 montre que les semis précoces et de saison valorisent l'eau d'irrigation mieux que les semis tardifs. De même, on relève une amélioration des efficacités des traitements peu irrigués par rapport à ceux irrigués copieusement. Ceci peut être attribué à la part importante des pertes d'eau à la parcelle, à chaque arrosage par gravité que reçoivent les traitements bien alimentés. Alors que les traitements plus ou moins stressés produisent des plants à fort enracinement qui vont puiser le réservoir sol.

IV - CONCLUSION

Les résultats des mesures de l'ETM montrent que celle-ci peut constituer une bonne référence pour l'estimation des besoins en eau de la betterave à sucre. Toutefois, en valeurs absolues elle reste insuffisante pour le pilotage et la

programmation des arrosages. On utilise souvent le coefficient Kc qui est le rapport de l'ETM de la culture et de l'évaporation du Bac classe A ; celui-ci peut être considéré comme une bonne référence pour caractériser les conditions climatique et indirectement le suivi des bilans hydriques d'un couvert végétal et par conséquent le pilotage des irrigations. Quant à l'irrigation proprement dite de la

betterave à sucre, elle doit être raisonnée selon deux phases de développement distinctes à savoir : une phase d'établissement et de protubérisation et une phase de pleine tubérisation. En plus, le nombre d'arrosage dépend fortement des conditions climatiques et essentiellement des précipitations. Et comme la première phase se déroule durant la période pluvieuse, des économies d'eau

sont très conseillées durant cette phase. Même si la betterave est soumise à un stress hydrique au cours de cette première phase, une reprise des arrosages et donc une alimentation hydrique adéquate durant la deuxième phase permet à la betterave de rattraper le retard de croissance sans que le rendement soit affecté.

RESEAU NATIONAL DE RECHERCHE DEVELOPPEMENT – CONSEIL

Pour une Agriculture Compétitive et durable

**Service des Expérimentations, des Essais et de la Normalisation
(SEEN)**

461, Avenue Hassan II, Akari, Rabat.

Tél : 00 212 7 69 84 31

Fax : 00 212 7 69 84 32

MATERIEL D'IRRIGATION : CHOIX, UTILISATION ET ENTRETIEN

AZOUGGAGH M.¹

INTRODUCTION²

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Au Maroc, l'agriculture consomme entre 80 et 90% des ressources en eau. Les données disponibles montrent que les performances des systèmes d'irrigation actuels sont restées faibles à très moyennes. Les pertes en eau à la parcelle sont de l'ordre de 30 à 40%, en particulier les pertes par percolation. Aussi, l'uniformité des irrigations reste faible, ce qui influe négativement sur la production. La maîtrise de l'utilisation de l'eau d'irrigation devient donc urgente et nécessaire.

L'irrigation gravitaire représente environ 80% de la superficie des grands périmètres irrigués du Maroc, par conséquent, les pertes en eau restent importantes. Il est donc nécessaire de réduire ces pertes, soit par une gestion rationnelle de l'utilisation de l'eau, soit par l'utilisation de techniques d'irrigation adéquates. Ceci est d'autant plus vrai, que la demande en eau d'irrigation sera plus importante dans les années à venir.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories: l'irrigation gravitaire et l'irrigation sous pression. Dans la pratique, on distingue l'irrigation gravitaire, l'irrigation goutte à goutte et l'irrigation par aspersion (Fig. 1).

L'IRRIGATION GRAVITAIRE

L'irrigation par planche consiste à faire couler une mince couche d'eau sur un sol incliné de 0,2 à 3%. Le débit à déverser est fonction de la pente, de la largeur et de la longueur de la planche. Cette méthode est de loin la plus difficile car il faut ajuster le débit d'irrigation de chaque planche avec toutes les autres variables. Une des formules pratiques est celle de Crevat qui consiste à déterminer la longueur de la planche qui dépend de l'infiltration du sol, ce qui correspondrait au temps de ruissellement. Autrement dit, l'aiguadier ouvre la vanne et attend que l'eau arrive au bas de la planche, et à ce moment là il ferme la vanne d'arrivée.

L'irrigation par bassin est la plus connue dans l'irrigation gravitaire. Sa pratique sur un sol nivelé (pente 0,1 à 1%) ainsi que la simplicité de l'opération, qui consiste à remplir le bassin, font que cette technique est fréquemment utilisée. Dans plusieurs régions du Maroc, la taille des bassins est de 40 à 50 m² et cette technique est connue sous le nom "Robta". Cette dernière occasionne une perte importante de superficie, due au nombre important de cloisonnements.

L'irrigation à la raie ou par rigole convient parfaitement aux sols présentant une pente comprise entre 0,2 et 3%. Les sillons sont séparés d'une distance variant entre 0,6 et 1,25 m, selon le type de sol et la culture. Suivant le débit dont on dispose, on peut irriguer un ou plusieurs sillons à la fois. Les raies peuvent être parallèles ou perpendiculaires à la rigole permanente d'amenée d'eau. D'une manière générale, l'irrigation est réalisée suivant un débit unique ou suivant une succession de deux débits différents, un

premier débit important qui est appelé débit d'attaque et un deuxième débit plus faible qui est appelé débit d'entretien. L'irrigation à la raie se prête mieux à la mécanisation par siphon, par rampe à vannettes, par gaine souple ou par transirrigation.

L'irrigation par siphon s'adapte bien à l'irrigation des raies. Les siphons en PVC, d'épaisseur 1,5 mm et de diamètre variant entre 20 et 43 mm, sont relativement légers lorsque leur longueur est comprise entre 1 et 1,5 m. Une charge de 10 cm est suffisante pour travailler dans des conditions adéquates. Les débits varient entre 0,25 et 2 l/s, respectivement pour une charge de 5 et 20 cm. On peut par ailleurs réaliser une irrigation à deux débits, soit en utilisant des diamètres différents, soit en utilisant des bouchons percés à l'extrémité des tubes ou tout simplement en jouant sur le nombre des siphons. Dans ce type d'irrigation, l'amorçage des siphons nécessite un entraînement et une certaine agilité pour mieux maîtriser l'irrigation. Il existe aussi de petites pompes à main pour effectuer cette tâche, mais l'amorçage risque d'être plus lent.

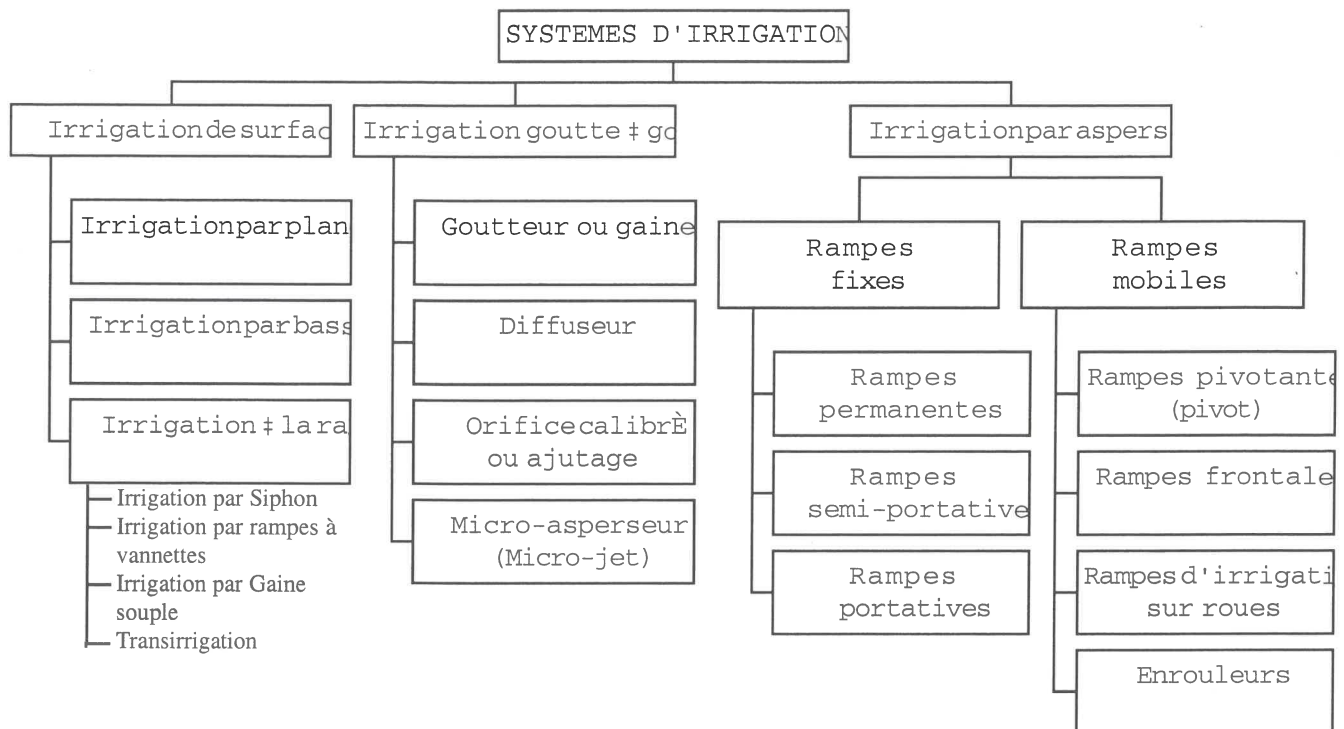
Ce type d'irrigation est d'un intérêt certain car il permet d'éviter la construction d'une "séguia" d'amenée, et donc tous les travaux liés à la distribution. Il permet également de réduire l'érosion du sol à la tête de la raie. Par ailleurs, l'irrigation par siphon permet une bonne répartition de l'eau et présente un avantage du fait que l'investissement est faible.

Irrigation par rampe à vannettes

Ce type de matériel correspond mieux aux cultures irriguées à la raie et qui nécessitent peu d'interventions sur la parcelle. L'avantage réside dans la

1 - Prof. Département de Machinisme Agricole Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II m.azougagh@iav.ac.ma

2 - Article paru dans le bulletin d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P. : 6598, Rabat, N°81 Juin 200. Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. : 6446, Rabat, Tél-Fax: (03)777-8063, DL: 61/99



possibilité de réglage du débit par des vannettes coulissantes; qui offrent des positions d'ouverture de 25, 50, 75 et 100%.

Par rapport aux siphons, on évite l'opération d'amorçage qui est un travail lent et fatigant. L'autre avantage réside dans le fait que les débits obtenus sont plus précis et fiables.

Lorsqu'on remplace les vannettes par des cannes verticales qui alimentent des raies ou des planches; on obtient alors le système californien. Il est constitué d'une conduite enterrée sur laquelle on fixe des cannes dont on peut régler le débit ainsi que l'orientation du jet. La conduite enterrée, de diamètre variant de 160 à 300 mm, est relativement épaisse (3 à 5 mm).

Cette technique présente l'avantage de ne pas gêner les travaux agricoles. Par contre, une étude de dimensionnement est nécessaire. Lorsque l'irrigation de toute la parcelle se fait en même temps, toutes les sorties sont ouvertes, sinon les sorties non utilisées doivent être fermées d'une manière étanche.

Irrigation par gaine souple

La gaine souple est posée dans une rigole préparée à l'avance pour éviter

les déplacements de la gaine une fois remplie d'eau. La pose peut être effectuée à l'aide d'un engin ou d'un petit tracteur. Les perforations peuvent être effectuées sur un ou deux cotés. Elles peuvent être standards ou selon les espacements des cultures. La gaine peut être munie de manchettes souples de dérivation qui permettent d'irriguer au centre des raies, sans se soucier d'un emplacement précis des perforations.

Ce type d'irrigation, ayant une charge de 0,4 à 1 m, convient pour un sol relativement plat. Les débits de dérivation sont de l'ordre de 2 l/s. Les gaines sont facilement installées sur le terrain et demandent un investissement modeste. Cependant, elles présentent l'inconvénient d'être fragiles et le réglage des débits est peu précis.

Les gaines ne peuvent en aucun cas être utilisées pour élever l'eau et leur extrémité reste ouverte sous peine de destruction par une surpression. Les extrémités doivent donc être posées sur des objets d'une hauteur d'environ 1m.

TRANSIRRIGATION

La transirrigation de surface ou souterraine convient parfaitement à l'irrigation de la raie. La parcelle à irriguer par ce type d'irrigation est

relativement grande et peut atteindre 6 ha.

Une conduite en PVC rigide de diamètre 250 mm et d'épaisseur 4,9 mm est installée suivant une inclinaison régulière variant entre 0,25 et 0,6 % sur laquelle sont percés des orifices bien alignés et formant un angle de 30° par rapport à la verticale. Le diamètre des orifices est fonction du débit. L'ensemble du système n'est pas sous pression mais la charge au niveau de chaque orifice est créée par le déplacement d'un piston placé à l'intérieur de la conduite.

L'IRRIGATION GOUTTE À GOUTTE

Dans l'irrigation goutte à goutte, l'eau est livrée à la plante à faible dose entraînant ainsi l'humidification d'une fraction du sol. Ceci permet de limiter les pertes par évaporation et percolation. Elle permet aussi de réduire le développement des mauvaises herbes (Tableau 1). Elle met également en œuvre des équipements fixes et légers, et permet la fertigation. Dans la plupart des cas, elle exige une automatisation à travers des contrôleurs associés à des vannes volumétriques et/ou hydrauliques et des électrovannes.

Tableau 1 : avantages et inconvénients de l'irrigation goutte à goutte

Avantages
- Economie d'eau
- Faibles pressions pour les goutteurs.
- Le feuillage n'est pas lavé.
- Accès plus facile à la parcelle.
- Possibilité d'automatisation
- Economie en main d'œuvre.
- Irrigation des terrains accidentés.
- Succès pour les sols lourds (2 à 4 cm/h) et sols légers (>50cm/h)
Inconvénients
- Sensibilité à l'obstruction (sable, limon, matière organique, gel bactérien, précipitation d'engrais, présence du fer...).
- Salinisation (prévoir des lessivages).
- Développement racinaire des cultures limité.

Equipements du système goutte à goutte

L'installation est composée d'une source d'eau, d'une station de pompage, d'une unité de tête, des canalisations principales et secondaires, de porte rampes et rampes, et enfin de distributeurs.

Unité de tête

L'unité de tête comporte les éléments nécessaires au conditionnement et à la sécurité de fonctionnement (Tableau 2).

Tableau 2 : Composition de l'unité de tête

Matériel	Opération
Compteur	Comptage
Régulateur de pression	Contrôle de pression
Filtre	Filtration
Pompe doseuse, dilueurs	Fertilisation
Programmeur	Programmation
Clapet anti-retour	Prévention
Soupape de décharge	Réglage
Ventouse	Décharge, purge

Les distributeurs

Les distributeurs peuvent être classés

selon leur débit de fonctionnement. On distingue alors les goutteurs, les diffuseurs et les micro-asperseurs (Tableau 3).

Tableau 3 : Type de distributeurs, selon le débit

	Apport	Débit (l/h)
Goutteur	Point	1 à 16
Diffuseur		
Ajutage	Tache	20 à 60 35 à 100
Micro-asperseur	Tache	60 à 150

Les goutteurs ont un faible débit (entre 1 et 16 l/h) et fonctionnent sous une pression relativement faible (environ 1 bar). Dans la pratique, on utilise souvent des goutteurs de 2 l/h pour les cultures maraîchères et de 4 l/h pour les cultures pérennes (arbres fruitiers et vignes). Selon le type de goutteur, le mode de fixation sur la rampe peut être soit en dérivation, en ligne ou intégré. Actuellement, on tend de plus en plus vers le mode intégré vu son faible coût de fabrication ainsi que sa facilité d'installation sur le terrain. En effet, il suffit de dérouler la rampe alors que pour les autres modes, les goutteurs sont à installer un par un, suivant les espacements désirés. Dans la fixation en dérivée, on peut trouver des circuits courts ou des circuits longs. Ces derniers ont l'avantage de couvrir une grande surface et peuvent être disposés en formant un cercle, pour couvrir une surface plus grande.

Dans certains projets d'irrigation goutte à goutte pour des cultures pérennes, on peut volontairement employer une rampe de faible diamètre lorsque les plants sont petits pour ensuite rajouter une deuxième rampe lorsque les besoins en eau sont plus importants.

Le débit Q d'un distributeur donné peut s'exprimer en fonction de sa pression par la formule suivante:

$$Q = K H^x$$

Où : Q est le débit en l/h; K est une constante de forme et de dimension; H est la pression en mètre et x est le coefficient qui caractérise le type d'écoulement.

• Lorsqu'on dispose de plusieurs valeurs de débits des goutteurs, avec les valeurs

respectives des pressions, on peut alors à l'aide de l'équation ci-dessus calculer les valeurs de K et de x. Généralement, les constructeurs donnent les caractéristiques des distributeurs sous forme de tableaux ou de graphes, ce qui permet d'établir leur équation, ou simplement connaître leur débit.

Les goutteurs auto-régulants ont une valeur de x voisine de 0 et donc la variation de leur débit est insensible aux variations de la pression; ces variations sont limitées dans une plage de pression. Les goutteurs non auto-régulants ont une valeur de x variant entre 0,5 pour le régime turbulent et 1 pour le régime laminaire.

Il est important de connaître cette équation pour effectuer correctement le dimensionnement d'un système d'irrigation goutte à goutte, notamment la longueur des rampes et leurs débits. Actuellement, les constructeurs donnent assez souvent la longueur maximale de leur rampe en fonction des diamètres et des goutteurs utilisés.

Les variations de débit d'un distributeur peuvent être également dues à l'usure de l'orifice car les sections de passage sont généralement faibles (diamètre variant entre 1 à 2 mm). Les sections des distributeurs doivent être fabriquées avec une grande précision puisque de petites variations de diamètre occasionnent de grandes variations de débit, sous une même charge.

Les rampes

La plupart des conduites en plastique utilisées en irrigation localisée sont fabriquées à partir de:

- Chlorure de polyvinyle, PVC
- Polyéthylène, PE (basse ou haute densité, BD ou HD)
- Polypropylène, PP

Les PE sont les plus utilisés pour les petits diamètres, alors que les PVC sont plus utilisés pour les gros diamètres, en raison de leur résistance à la pression. Le classement des conduites se fait suivant le coefficient normalisé de dimension, qui traduit la pression maximale de service ainsi que la classe de pression.

Pompes doseuses et injecteurs

Le choix d'un appareil d'injection doit tenir compte de la concentration requise en engrais et de la précision souhaitée. Les autres critères sont la mobilité, le coût et le mode de fonctionnement.

On distingue :

- Les dilueurs
- Les pompes doseuses hydrauliques (placées en lignes ou en dérivation)
- Les pompes doseuses électriques

Les dilueurs sont constitués d'une cuve étanche dans laquelle on introduit l'engrais sous forme solide mais soluble. La cuve est montée en dérivation sur la conduite principale de l'irrigation, à l'amont du filtre à tamis. Le temps de dissolution des fertilisants n'est pas toujours bien connu des opérateurs et la concentration de l'engrais varie fortement entre le début et la fin de l'irrigation. La cuve doit être vidée à la fin de chaque irrigation. Le volume de la cuve varie entre 50 et 300 litres, ce qui limite la surface à irriguer à - hectare en culture légumière et 1 hectare en arboriculture.

Les pompes doseuses hydrauliques fonctionnent d'une manière régulière en aspirant et en refoulant une quantité constante et connue de solution fertilisante dans la conduite d'irrigation. Le démarrage et l'arrêt peuvent être commandés par une vanne volumétrique ou par une électrovanne. Leur fonctionnement est précis.

Les pompes doseuses électriques sont constituées d'un moteur électrique qui entraîne une pompe à membrane ou un piston. Elles sont précises et permettent de disposer d'une gamme étendue de débits d'injection. Plusieurs pompes peuvent être montées en parallèle pour injecter simultanément plusieurs solutions. L'énergie électrique est nécessaire.

Filtration

L'irrigation goutte à goutte nécessite une filtration adéquate des impuretés contenues dans l'eau d'irrigation ainsi que celles qui peuvent se former en cours d'utilisation. Pour cela, il existe plusieurs types de filtres.

Les filtres à sables sont remplis de couches de gravier calibré pour arrêter les particules solides et organiques. Ils sont généralement munis d'un montage de contre-lavage qui permet leur nettoyage, réalisé lorsque la perte de charge est comprise entre 5 et 10 m. Un filtre à sable est suffisant pour un débit allant de 10 à 15 m³/h. Pour les débits supérieurs, on utilise une batterie de filtres. Pour plus d'assurance, le filtre à sable est suivi d'un **filtre à tamis ou d'un filtre à disques**. Le séparateur centrifuge, ou l'hydrocyclone, est placé avant le filtre à sable, quand l'eau est chargée de sable.

Assez souvent, on recommande de retenir les particules de granulométrie supérieure au 1/10 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans les distributeurs. L'arrêt des particules plus petites ne fait qu'accélérer le colmatage des filtres. Une filtration de 150 microns (100 mesh) est souvent utilisée pour l'irrigation localisée ou par aspersion. Dans ce dernier cas, on pense aussi à l'usure des buses des arroseurs.

IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas suivants:

- sols de faible profondeur, ne pouvant être correctement nivelés pour une irrigation de surface, tout en conservant une profondeur suffisante;
- sols trop perméables, qui ne permettent pas une répartition uniforme de l'eau dans le cadre d'une irrigation avec ruissellement en surface;
- terrains à pente irrégulière avec micro-relief accidenté, ne permettant pas l'établissement d'une desserte gravitaire à surface libre.

Par contre, elle est à écarter dans les régions très régulièrement ventées (les vents supérieurs à 4 ou 5 m/s dégradent considérablement l'homogénéité de l'arrosage) et aussi lorsque l'irrigation se fait avec l'eau salée sur des plantes au feuillage sensible au sel.

Une installation d'irrigation sous pression est généralement composée d'un équipement fournissant la pression nécessaire à son fonctionnement,

d'appareils de mesure et de contrôle de débit, et d'une conduite principale amenant l'eau jusqu'aux conduites secondaires et tertiaires. D'autres éléments peuvent être utilisés, notamment un filtre ou une batterie de filtres et un dispositif d'adjonction d'éléments fertilisants.

La considération des facteurs suivants est nécessaire à la conduite d'un projet de dimensionnement de tout système d'irrigation sous pression:

- a) la dimension et la forme de la surface à irriguer, sa topographie et le type du sol;
- b) les sources d'eau disponibles ou potentielles et leurs caractéristiques et
- c) Les conditions climatiques dans la région, l'accessibilité à la parcelle et la culture à irriguer.

Aspersion traditionnelle

Les arroseurs utilisés en agriculture sont à rotation lente. Cette rotation est obtenue par le va-et-vient d'un bras de levier qui porte un seul aubage et qui oscille sous l'effet de l'impact d'un jet qui s'échappe d'une buse. Les petits arroseurs ont des buses de 4 à 7 mm de diamètre. La portée de leur jet est relativement faible, leur pression de service se situe entre 2,5 et 3,5 bars et les gouttelettes d'eau obtenues sont de petite taille. Les arroseurs moyens ont des buses de 8 à 14 mm de diamètre et nécessitent une pression de service d'au moins 4 bars. Les grands arroseurs ont des buses de 15 à 25 mm de diamètre et fonctionnent à des pressions d'au moins 4,5 bars. Ils ont une pluviométrie horaire élevée et conduisent à la formation de grosses gouttelettes. La taille des gouttelettes ne doit occasionner aucun dommage ni au sol, ni à la culture. Une augmentation de la pression s'accompagne normalement d'une réduction de la taille des gouttelettes. L'angle idéal d'inclinaison par rapport au plan horizontal est de 32° en conditions calmes. Les perturbations causées par le vent sont influencées par le montant sur lequel repose l'arroseur ainsi que l'angle de projection du jet d'eau. La plupart des arroseurs moyens à usage agricole ont des angles compris entre 25 et 26°, alors que ceux des

grands arroseurs se situent entre 23 et 24°.

Dans l'irrigation par aspersion, on rencontre les installations suivantes:

Les installations mobiles portatives comprennent des canalisations principales ainsi que des rampes pouvant être déplacées à la main. De ce fait, les conduites formant l'ensemble du système doivent être légères, facilement raccordables et détachables les unes des autres. Elles sont habituellement en aluminium léger ou en alliage d'aluminium et sont présentées en segments, munies de raccords rapides et mesurant en général 6 m de longueur. Ces installations sont conseillées pour les régions à capital d'investissement faible mais disposant d'une main d'œuvre abondante.

Les installations semi-mobiles portatives ont des canalisations principales qui sont fixes et enterrées à intervalles réguliers. En général, la station de pompage est permanente, elle est située de manière à réduire le trajet de l'eau. Les canalisations fixes sont généralement en acier ou en amiante-ciment et sont protégées contre la corrosion. D'autres variantes existent, en combinant les tuyaux flexibles.

- Les installations permanentes (ou couverture totale), où les conduites principales et les rampes sont enterrées, se rencontrent principalement dans les exploitations de vergers.
- Les installations temporaires sont des systèmes mobiles ou semi-mobiles ayant la particularité d'avoir assez de canalisations pour pouvoir être montés au moment de la plantation et laissés en place jusqu'à la dernière irrigation avant la récolte.

Aspersion mécanisée

Les systèmes de rampe pivotante et de rampe frontale sont des installations utilisées essentiellement dans les grandes exploitations. Elles possèdent un mécanisme d'entraînement programmable qui sert à déplacer les éléments. Le système de rampe pivotante est constitué d'une conduite avec arroseurs, supportée à l'une de ses extrémités par une tour à pivot central,

une série de tours munies de roues et un moteur électrique (ou hydraulique). La conduite peut mesurer de 100 à 500 m, pouvant irriguer jusqu'à 75 ha. L'ensemble permet d'irriguer une surface circulaire, mais nécessite un capital d'investissement élevé. Les débits sont de l'ordre de 250 à 850 m³/h pour une pression de 6 bars.

Le système de rampe frontale diffère de la rampe pivotante par le fait que toutes les tours sont mobiles et le déplacement se fait latéralement. L'alimentation en eau se fait soit par un fossé creusé au milieu ou au bord du champ, soit par un tuyau flexible. Il nécessite un investissement aussi important sinon supérieur à celui du système à rampe pivotante. La consommation énergétique de ces deux systèmes est élevée.

D'autres types de rampes peuvent très bien convenir à l'irrigation de cultures ayant une hauteur relativement faible, tels que les céréales; ce sont les rampes ou les ailes tournantes.

Les autres types d'installations sont: l'aile traînée ou remorquée, bras tournant ou arroseur géant, et le canon automoteur (machine automotrice d'irrigation à tuyau flexible: enrouleurs).

Les enrouleurs

Les enrouleurs sont des machines d'irrigation à tambour et à tuyau flexible. Ils sont actuellement désignés par "enrouleurs" à cause de leur principe de fonctionnement. En effet, le porte asperseur est placé à l'une des extrémités du flexible et l'autre extrémité est fixée sur le tambour sur lequel il s'enroule. Ainsi, l'irrigation s'effectue peu à peu sur une bande en tirant le porte asperseur. L'enrouleur peut également fonctionner avec une rampe.

L'enrouleur est une machine automotrice disponible en plusieurs tailles; la longueur et le diamètre peuvent respectivement varier entre 100 et 600 m et entre 50 et 140 mm. Le débit peut atteindre 50 m³/h et la portée du jet de l'asperseur peut dépasser 100 m de rayon.

L'enrouleur est constitué des éléments suivants: le tambour, le châssis, le

mécanisme d'enroulement, l'asperseur et le porte asperseur, le flexible en polyéthylène, un système de régulation de la vitesse d'avancement, un système d'enroulement uniforme du flexible et un système de sécurité de fin de course. Le tambour et le châssis doivent supporter une grande charge car le flexible est généralement non drainé entre les opérations. Les grandes machines peuvent contenir un poids allant à plus de 5 tonnes. Le tambour doit en plus supporter un grand couple pour pouvoir tirer le flexible rempli d'eau le long du terrain. Durant l'utilisation de l'enrouleur, un mécanisme d'entraînement fait tourner le tambour qui à son tour enroule le flexible lentement et tire le porte asperseur le long du terrain. Le tambour est entraîné par une chaîne, un engrenage ou un système d'ergot actionné à l'aide d'une turbine, d'un soufflet ou d'un moteur auxiliaire essence ou diesel. Le système d'entraînement à piston est abandonné à cause de sa forte oxydation par l'eau d'irrigation.

La conception de la turbine est spécialement faite pour des applications à charges variables tel que l'enrouleur dont la charge varie en fonction de la quantité du flexible non encore enroulé et qui se trouve sur le sol. La turbine possède des avantages tels que l'enroulement silencieux et régulier. Elle permet aussi d'atteindre de grandes vitesses, ce qui permet à l'irrigateur d'appliquer de faibles doses. Un autre avantage de l'utilisation de la turbine réside dans le fait que la totalité du débit moteur est réutilisé pour l'irrigation et non déchargé à proximité de l'emplacement de la machine. Finalement, le fonctionnement de la turbine n'est pas affecté par les eaux chargées et présente une technologie simple.

Les soufflets sont en principe utilisés pour les petites unités équipées par des flexibles ayant un diamètre inférieur à 94 mm. Le fonctionnement du soufflet est discontinu et occasionne une diminution du débit utile, alors que dans le cas de la turbine une diminution de la pression d'entrée est observée.

Le moteur auxiliaire (essence ou diesel)

1) Ingénieur à l'Administration du Génie Rural Chargé de l'Environnement

permet à l'enrouleur de fonctionner sans perte ni de pression ni de débit et aussi d'atteindre de grandes vitesses d'avancement de l'ordre de 200 m/h. Ce type d'enrouleurs équipés de moteur auxiliaire conviendrait à des zones munies d'un réseau d'irrigation sous pression; cela éviterait l'utilisation d'un surpresseur.

Le porte asperseur peut être soit un chariot soit un traîneau, leur conception est faite pour réduire au minimum l'endommagement des plantes. Les enrouleurs modernes sont munis de chariot à deux roues réglables pour s'adapter à différents espacements des cultures. Ces chariots peuvent être stabilisés en cas de besoin par des poids supplémentaires ou par le remplissage des roues par de l'eau.

Le flexible est non renforcé, il est fabriqué à l'aide de formulations spéciales de polyéthylène (PE) pour combiner à la fois une grande rigidité et une grande flexibilité. Ces caractéristiques sont obtenues en variant la densité du PE. Le flexible peut être soudé par simple échauffement des deux bouts cassés.

L'enrouleur est également équipé d'un système de régulation de vitesse d'avancement du porte asperseur, qui en principe augmente durant l'irrigation. On rencontre deux types de régulations: 1) une régulation mécanique basée sur l'augmentation du diamètre du tambour (une barre constamment en contact avec le diamètre extérieur formé par le flexible enroulé agit en conséquence sur le mécanisme d'entraînement), ou 2) une régulation électronique basée sur la mesure directe de la valeur réelle de la vitesse d'avancement. La mesure se fait par une petite roue mise en contact avec le flexible.

Après avoir installé le porte asperseur au bout du terrain à irriguer, il suffit alors d'alimenter l'enrouleur en eau sous pression et d'engager le mécanisme d'entraînement. Au cours de l'irrigation, l'effort de frottement diminue avec la longueur du flexible déroulé sur le sol, ce qui entraîne une augmentation de la vitesse d'avancement au cours de l'irrigation. Par souci d'avoir une distribution uniforme de l'irrigation, la vitesse d'avancement doit varier en

fonction de la pression de l'asperseur. Une variation de vitesse d'avancement de plus de 10 % n'est pas recommandée.

UTILISATION, ENTRETIEN ET SECURITE DANS LE POMPAGE

Automatisation de l'irrigation

Les vannes automatiques sont des appareils dont l'ouverture et/ou la fermeture sont effectuées automatiquement par un dispositif intégré ou monté à proximité ou sur la vanne. Le dispositif de commande de la vanne hydraulique peut être mécanique (vanne volumétrique) ou électrique (électrovanne).

Les vannes hydrauliques sont équipées d'une membrane dont la déformation sous l'effet de la pression de l'eau provoque son ouverture ou sa fermeture. Les vannes dites normalement ouvertes, le sont lorsqu'aucune pression externe n'est exercée sur la membrane. La fermeture est provoquée par l'application d'une pression sur la membrane. Elles peuvent servir pour une multitude de fonctions comme la régulation de débit, la régulation de niveau, l'anti-retour, le remplissage des citernes, la commande de pompe, la réduction de pression...

Les électrovannes sont de petites vannes qui commandent la pression externe qui sera appliquée sur la membrane de la vanne hydraulique. L'ouverture du circuit est commandée par le déplacement d'un noyau de fer doux par un solénoïde alimenté soit par un courant de maintien de 24 Volts, soit en recevant des impulsions électriques pour le faire passer de la position fermée à la position ouverte, et vice-versa.

Les vannes volumétriques sont des vannes associées à un compteur. Pour les vannes semi-automatiques, l'ouverture est manuelle et le volume d'eau à apporter est programmé sur la vanne. Lorsque ce volume est écoulé, la vanne se ferme. Elle peut être associée à plusieurs vannes hydrauliques et peut faire l'objet d'une automatisation dans une installation d'irrigation. Cette solution est rarement utilisée car les vannes volumétriques sont chères. Cependant, un programmeur associé à plusieurs électrovannes est souvent utilisé pour l'automatisation d'une

installation d'irrigation. La planification des irrigations ne peut être réalisée par un simple programmeur muni d'une horloge. En effet, le pilotage des irrigations repose soit sur le sol, où l'on doit détecter l'état hydrique, soit sur la plante où l'on doit détecter son état. D'autres techniques font appel à la thermométrie infra-rouge, ou à l'estimation de l'évapotranspiration.

Comment utiliser les pompes?

Avant l'amorçage

- Vérifier s'il y a suffisamment de lubrifiants ou graisse dans tous les paliers,
- Tourner l'arbre d'entraînement manuellement pour voir s'il tourne librement et sans jeux excessifs,
- Ouvrir à fond la vanne dans la tuyauterie d'aspiration et nettoyer la crépine,
- S'assurer que la vanne de décharge (vanne de refoulement) est fermée. Par contre, dans le cas des pompes axiales, il est parfois impossible de réussir l'amorçage car la puissance requise est maximale lorsque le démarrage se fait à vanne fermée.

Précautions au démarrage

- Enlever les boulons du couplage et vérifier le sens de rotation du moteur. Cette opération est effectuée une seule fois lors du premier démarrage après l'installation ou bien après une réparation dans le moteur électrique et surtout lorsqu'un changement a eu lieu sur le câblage.
- Effectuer l'amorçage avec suffisamment d'eau. Dans le cas du clapet de pied, remplir la tuyauterie d'aspiration ainsi que le corps de pompe jusqu'à l'orifice de remplissage. Dans le cas d'absence de clapet de pied, une pompe à vide est utilisée pour évacuer l'air de la tuyauterie d'aspiration et remplir d'eau la partie d'amorçage.
- Démarrer la pompe en gardant la vanne de décharge fermée. Une fois que les manomètres d'aspiration et de refoulement indiquent les valeurs spécifiées, on procède à l'ouverture graduelle de la vanne. Si la pompe tourne durant une période assez

longue avec la vanne de décharge fermée; la température du liquide pompé s'élève et l'air s'accumule dans le corps de la pompe.

Précautions durant le fonctionnement

- **Vérifier les paliers:** vérifier que la rotation s'effectue d'une manière régulière et silencieuse. Vérifier aussi que la température extérieure du palier ne dépasse pas de trop la température ambiante.

- **Vérifier la presse-étoupe:** l'eau qui alimente les presse-étoupes doit être claire et sans impuretés. Vérifier s'il n'y a pas une élévation de température anormale causée par un serrage exagéré ou irrégulier de la presse-étoupe. Le débit le plus convenable, qui va minimiser les frottements et le surchauffage, est celui qui va permettre à une petite quantité d'eau de tomber sous forme de gouttes d'une manière continue de la presse-étoupe.

- **Vérifier l'existence de bruits et de vibrations:** Si l'air est aspiré à l'intérieur de la pompe, il peut causer un bruit anormal. Dans ce cas, des vibrations peuvent aussi se produire.

- **Vérifier la pression, le débit et l'ampérage:** s'assurer que les fluctuations de la pression, du débit et de l'ampérage ne sont pas importantes. Ceci arrive lorsque l'air est aspiré ou un corps étranger est capté par la roue ou la cage du clapet de pied est colmatée.

Précautions après l'arrêt

- Fermer la vanne de décharge et les robinets de pression avant l'arrêt du moteur d'entraînement. Dans le cas des pompes axiales, elles sont généralement installées pour former un siphon. Ainsi, on ouvre la vanne de mise sous vide puis on vide la pompe de son eau avant d'arrêter le moteur.

- Quand le clapet de pied n'est pas installé, on ouvre la vanne de mise sous vide en même temps que l'arrêt de la pompe et on fait acheminer l'eau se trouvant dans la pompe vers le réservoir d'aspiration.

- Dans le cas d'une panne de courant, en plein fonctionnement de la pompe, en

premier lieu on baisse le commutateur marche-arrêt et on ferme la vanne de décharge en même temps. Dans le cas d'une pompe axiale, ouvrir la vanne de mise sous vide avant de fermer la vanne de décharge.

- Quand il est prévu de laisser la pompe en arrêt pendant une longue période, on ouvre le robinet de drainage pour vider la pompe de son eau. En plus, il faut procéder à d'éventuels entretiens tel que le graissage des parties susceptibles de rouiller (les paliers, les arbres, les presse-étoupes).

Maintenance des pompes en opération

- Quand une ou plusieurs pompes sont installées, préparer un bloc notes pour chaque pompe et noter les résultats des inspections et des réparations effectuées.

- Généralement, on effectue des opérations périodiques de maintenance des pompes selon le calendrier suivant:

a- vérifier, une fois par mois, l'alignement de l'accouplement direct entre la pompe et le moteur,

b- changer l'huile de lubrification des paliers une fois par trimestre. Changer la graisse des paliers une fois par an,

c- effectuer, une fois par an, une visite approfondie des organes (démontage et examen minutieux),

- quand l'anneau à lanternes est usé, il doit être remplacé car la fuite d'eau s'accroît et le rendement de la pompe diminue,

- quand l'usure des roulements est avancée, les vibrations de la pompe augmentent, il faut donc procéder à leur changement,

- quand l'eau s'écoulant de la presse-étoupe augmente, même après le changement de la garniture, remplacer la douille d'usure.

Les instruments de sécurité pour le fonctionnement automatique

Quand le nombre de machines augmente, il est difficile de rapidement localiser les lieux et les causes des pannes. Pour réduire les temps d'arrêt, il

est recommandé de se munir de suffisamment de sécurité et d'instruments de protection. Il est aussi important de s'arranger pour que ces problèmes soient indiqués collectivement sur un même tableau et classifiés suivant le type de problèmes.

Cependant, on ne peut munir chaque équipement d'instruments de protection et pour tous les dysfonctionnements possibles. Généralement, les équipements sont munis de protections nécessaires pour effectuer une tâche particulière:

- surcharge du moteur principal ou auxiliaire
- chute anormale de tension
- défaut de terre
- fonctionnement à sec
- arrêt général (prévention de surchauffe)
- chute anormale de pression de refoulement
- surchauffe des paliers (de la pompe ou du moteur)
- niveau d'eau anormal, dans les cas d'aspiration ou de refoulement
- interruption de l'huile de lubrification alimentant les paliers
- interruption de l'eau lubrifiant la presse-étoupe
- démarrage irrégulier (bruyant ou par à coups)

Quand un problème est détecté, il est classé soit problème majeur ou problème mineur, selon son importance dans le fonctionnement. Dans le premier cas, la pompe est arrêtée. Dans le second cas, une alarme sonne et/ou la partie qui pose le problème est isolée du système. Les indications sont rassemblées collectivement sur un tableau dans un bureau de contrôle pour faciliter les observations et le contrôle.

Normes et sécurité de travail liées à l'entretien des stations de pompage

Le lieu et l'environnement du travail ne doivent pas être nuisibles pour la santé des agents. Dans un lieu de travail, comme les stations de pompage, on doit assurer d'une manière continue et systématique la sécurité et la santé des agents. Pour atteindre cet objectif, un certain nombre d'éléments relatifs à l'environnement du travail sont à observer de plus près.

ERGONOMIE

L'ergonomie a souvent été oubliée dans nombre de réalisations, notamment industrielles, par souci économique. Dans certains cas, l'ergonomie paraissait comme un luxe. En fait, il n'est pas naturel d'avoir mal au dos et aux épaules en effectuant un travail. Beaucoup de gens souffrent de ces maux, sans raison valable, mais uniquement par mauvaise habitude acquise durant le travail. Un des aspects les plus courants est de travailler dans des atmosphères désordonnées et qui occasionnent des accidents. La satisfaction dans le travail et le bien être dans le lieu de travail sont nécessaires, non seulement pour assurer un bon rendement mais aussi pour affronter les concurrences des années à venir.

Les accidents de travail

Le but est de réduire, au fil des années, le nombre d'accidents de travail. Les statistiques actuelles montrent que le secteur de l'agriculture n'est pas le plus meurtrier, au point de vue des accidents. Cependant, cette situation risque de changer, vue le développement de la mécanisation dans le monde agricole et rural.

Il est donc nécessaire de rester vigilant quant à l'utilisation des machines d'une manière générale et surtout les machines tournantes. Nous pouvons tous remarquer qu'à l'heure actuelle il y a encore des accouplements pompe-moteur nus et des cardans qui tournent sans caches. Les coûts additionnels ne doivent pas freiner les bonnes manières de la prévention. Aussi, il faut faire appel aux professionnels pour effectuer

les réparations nécessaires.

Le Recensement Général de l'Agriculture (RGA) de 1996 avait fait ressortir une évolution remarquable des groupes moto-pompes par rapport au recensement de 1974. En effet, le nombre de moto-pompes est passé de 3.900 à 154.000 unités, soit une augmentation annuelle de 7.000 unités. Ceci veut dire que désormais, les règles élémentaires d'utilisation ainsi que les règles de sécurité doivent être vulgarisées d'une manière rigoureuse.

Les accidents les plus fréquents sont d'origine électrique:

- beaucoup d'accidents ont résulté, suite à un contact soit au niveau de la station de pompage ou dans le périmètre irrigué;
- la vidange d'une conduite levée au ciel qui touche un poteau électrique occasionne des chocs sévères;
- un asperseur qui arrose une ligne électrique est un danger pour toutes les personnes qui sont en contact avec l'ensemble du réseau;
- les moteurs électriques doivent être reliés à une (bonne) terre et avec des fils bien dimensionnés. Des cas d'accidents sont arrivés en touchant un moteur électrique;
- pour éviter les chocs électriques, dus à un système d'irrigation, il est conseillé d'inspecter les lieux et d'évaluer le potentiel des accidents afin de les éviter.

Les bruits internes

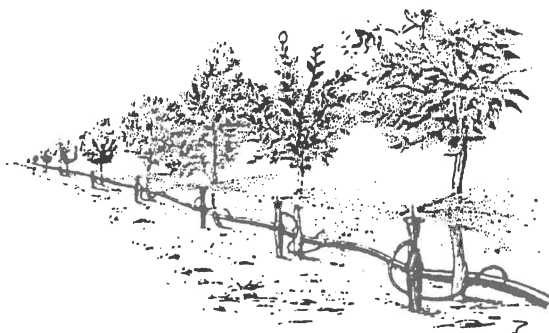
Les machines tournantes engendrent

inévitablement des bruits plus ou moins forts. Malheureusement, les techniciens qui travaillent dans des enceintes fermées ne sont généralement pas responsables de la conception des bâtiments et encore moins de celle des machines. De ce fait, le rendement ainsi que la santé des personnes peuvent être affectés sérieusement lorsque le seuil limite toléré du bruit en décibels (db) est dépassé. Les normes actuelles font une grande distinction entre les limites du bruit dans les zones industrielles et les zones rurales. Dans les zones industrielles, les limites sont hautes vu qu'il est difficile de réduire les bruits. En général, le seuil de 80 db ne doit pas être dépassé. Les mesures en db à l'extérieur des bâtiments doivent être de 45 db le jour en semaine, 40 db de 20 à 22 h et 35 db de 22 à 6 h.

L'exercice d'urgences

Pour améliorer la capacité d'intervention en cas d'éventuelles urgences, les agents doivent s'entraîner régulièrement sur les schémas d'urgences. Ces entraînements ont pour objectifs de montrer comment lutter efficacement contre l'incendie, comment exécuter l'évacuation, les premiers soins, et la marche à suivre, y compris les numéros de téléphones à appeler en premier lieu. Il est recommandé d'effectuer l'exercice de l'urgence une fois par an, afin de rappeler les

phases à suivre et tester le matériel installé pour la lutte contre les incendies.



ALIMENTATION EN EAU POTABLE : ANALYSE QUANTITATIVE DE LA PRODUCTION ONEP A L'ECHELLE DES BASSINS VERSANTS MAROCAINS

EL BENNOURY A.¹

I - INTRODUCTION

L'eau ou H₂O, deux atomes d'oxygènes pour un atome d'hydrogène. C'est en même temps le liquide le plus abondant sur la planète et la matière première la plus rare. Une matière première tout à la fois consommée et polluée par six milliards d'Hommes.

Au niveau terrestre, l'eau recouvre les 99% de la surface du globe. 99% de cette eau sont constituées par les mers, les océans et les glaciers. Le 1% restant est constituée d'eau douce disponible pour l'Homme.

Au niveau national, le Maroc reçoit annuellement 150 milliards de m³ dont 120 milliards s'évaporent immédiatement. Sur les 30 milliards de m³ qui restent, seulement 21 milliards de m³ par an sont mobilisables dans des conditions économiques et techniques acceptables. En 1994, 11,5 milliards de m³ d'eau sont mobilisés. Cette quantité d'eau est utilisée par l'agriculture (93%) et par l'industrie et l'alimentation en eau potable (7%).

L'objectif de cette note consiste à donner un simple aperçu sur la production nationale en eau potable ainsi que sur sa répartition entre les différents bassins versants marocains.

II- EXAMEN DE LA PRODUCTION ONEP À L'ECHELLE NATIONALE

L'eau potable n'est pas illimitée et gratuite comme l'Homme l'avait longtemps implicitement admis. Pour pouvoir étancher toutes ses soifs, il doit la préserver, la protéger et la régénérer, ce qui implique que l'eau du robinet ça se paye, ça coûte même de plus en plus cher, donc ça rapporte à ceux qui la produisent et la distribuent.

Au Maroc, l'ONEP, depuis sa création en 1972, mène des activités touchant au domaine de l'eau. Parmi ses attributions celles relatives à la production et à la distribution d'eau potable ainsi qu'au contrôle de la pollution des eaux destinées à l'alimentation humaine.

Pour satisfaire les besoins en eau potable des centres et villes du Royaume, l'ONEP a effectué durant l'année 1998 des prélèvements qui ont atteint un volume global prélevé de l'ordre de 648.548.166 m³. Ces prélèvements ont été assurés par 574 captages pour alimenter en eau potable plus de 360 centres et villes du pays.

La production globale de l'ONEP en 1998 constitue 79 % de la production nationale en eau potable. Le reste (21%) est assuré par d'autres producteurs notamment les régions, l'OCP,.....etc.

Cette production a enregistré une augmentation de 3.60% par rapport à l'année 1997 durant laquelle l'ONEP a prélevé un volume global de l'ordre de 626.107.687 m³.

Cette augmentation est due principalement :

- à l'exploitation continue de certains adducteurs après leurs arrêts en 1997 suite à la sécheresse aiguë et le dégagement d'autres ressources ;

Nature de la ressource	Production ONEP (m ³)		Evolution 97/98
	1997	1998	
Superficielle	398.872.357	409.885.973	+ 2.76%
Souterraine	225.248.775	236.348.582	+ 4.93%
Dessalement	1.986.555	2.313.611	+ 16.46%
Total	626.107.687	648.548.166	+ 3.58%

Tableau 1 : Evolution de la production ONEP entre les années 1997 et 1998.

Tableau 2 : Classement des captages ONEP les plus productifs

Rang	Désignation du captage	Nature	Volume d'eau prélevé en 1998 en (m ³)	Part /Production globale 98
1	S.T. Bouregreg à Rabat	Sup.	155.633.566	24%
2	S.T. Daourat à El Jadida	Sup.	77.878.483	12.01%
3	S.T. Rocade à Marrakech	Sup.	33.230.605	5.12%
4	S.T. Mharher à Tanger	Sup.	21.588.851	3.33%
5	S.T. El Hachef à Tanger	Sup.	16.919.860	2.61%
6	S.T. de Fès	Sup.	15.320.884	2.36%
7	S.T. Smir à Tétouan	Sup.	14.967.909	2.31%
8	S.T. d'Agadir	Sup.	13.565.118	2.09%
9	Forage N° IRE 2152/37 à Fkih Ben Saleh	Sout	12.394.787	1.91%
10	S.T. Torreta à Tétouan	Sup.	10.066.118	1.55%
11	S.T. de Béni Mellal	Sup.	7.775.081	1.20%
12	S.T. de Safi	Sup.	7.773.621	1.20%
13	S.T. de Nador	Sup.	7.611.808	1.17%
14	S.T. de Khémisset	Sup.	5.226.800	0.81%
	Total		399.953.491	61.67%

Sup : Superficielle – Sout : Souterraine – S.T. : Station de traitement

¹- Ingénieur au Service Eau & Environnement _ SCET-Maroc.

- au renforcement de la production de certains centres ;

- et à l'intervention de l'ONEP dans cinq nouveaux centres à savoir Aït Iaâzza, Ezzhiligua, Aghbalou, Aïn Mediouna et Izmouren (Tableau 1).

Les 14 grands captages ONEP produisent plus que 61% des volumes d'eau produits en 1998 à l'échelle nationale. La station de traitement de Bouregreg produit à elle seule 155.6 Mm³, soit 24 % du volume global prélevé au Maroc. 13 captages parmi les 14 sont des stations de traitements qui utilisent des ressources superficielles (Tableau 2).

III- Examen de la production ONEP à l'échelle des bassins versants marocains

L'analyse des volumes prélevés en

1998 au niveau de chaque bassin versant a permis d'obtenir les résultats récapitulés dans le tableau N° : 3. L'examen de ce tableau permet de tirer les points suivants :

- 78.91% du volume global produit est prélevé uniquement dans les bassins versants de Bouregreg-Côtiens atlantiques de casa (24.66%), d'Oum Rbiâ-Côtiens atlantiques Safi El Jadida (20.49%), de Sebou (18.66%) et de Tangérois-Loukkos-Côtiens

méditerranéens (13.10%) ;

- Les eaux prélevées dans les bassins versants Bouregreg-Côtiens atlantiques de casa, d'Oum Rbiâ-Côtiens atlantiques Safi El Jadida, de Tensift-Côtiens atlantiques d'Essaouira et de Tangérois-Loukkos-Côtiens méditerranéens sont caractérisées par la dominance des eaux superficielles dont la part dépasse largement 50 % ;

- Les eaux prélevées dans le bassin versant de Ziz-Guir sont à 100% d'origine souterraine (Tableau 3).

Bassin versant	Volume prélevé en 1998		Observations
	En m ³	En %	
Bouregreg-Côtiens atlantiques de casa	159.931.200	24.66%	97% : Eau superficielle 3% : Eau souterraine
Oum Rbiâ-Côtiens atlantiques Safi Jadida	132.875.697	20.49%	76% : Eau superficielle 24% : Eau souterraine
Sebou	121.018.308	18.66%	18% : Eau superficielle 82% : Eau souterraine
Tangérois-Loukkos-Côtiens méditerranéens	84.967.017	13.10%	79% : Eau superficielle 21% : Eau souterraine
Tensift-Côtiens atlantiques d'Essaouira	51.274.373	7.91%	65% : Eau superficielle 35% : Eau souterraine
Moulouya	37.417.096	5.77%	35% : Eau superficielle 65% : Eau souterraine
Souss-Massa	30.026.694	4.63%	45% : Eau superficielle 55% : Eau souterraine
Ziz-Guir	8.591.282	1.32%	0% : Eau superficielle 100% : Eau souterraine
Drâa	8.407.518	1.30%	23% : Eau superficielle 77% : Eau souterraine
Saquia Al Hamra	7.201.338	1.11%	32% : Dessalement 68% : Eau souterraine
Tiznit-Guelmim	6.837.643	1.05%	35% : Eau superficielle 65% : Eau souterraine
Total	648.548.166	100%	63.2% : Eau superficielle 36.4% : Eau souterraine 0.4% : Dessalement

CARACTERISTIQUES DE LA PRODUCTION ONEP PAR BASSIN VERSANT

1. Bassin versant de Bouregreg-Côtières atlantiques de Casa

- a- Volume global prélevé: 159.931.200 m³
 Eaux superficielles :155.633.566 m³
 Soit : 97%
 Eaux souterraines : 4.297.634 m³
 Soit : 3%
- b- Nombre de centres ONEP : 20
- c- Nombre de captages ONEP : 55 dont 18 sont en arrêt
- Station de traitement : 2
 Puits : 24
 Forage : 26
 Source : 3

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Centre Ouest	Rabat	Rabat	Station de traitement	Superficielle	155.633.566
Centre	Settat	Settat	Forage 3069/27	Souterraine	548.165
Centre	Settat	Berrechid	Forage 3020/28	Souterraine	435.272
Centre	Settat	Berrechid	Forage 1431/28	Souterraine	367.897
Centre	Settat	Settat	Forage 1950/27	Souterraine	361.938

2. Bassin versant d'Oum Rbia-Côtières atlantiques de Safi El Jadida

- a- Volume global prélevé : 132.875.697 m³
 Eaux superficielles :100.346.557m³
 Soit :76%
 Eaux souterraines : 32.529.140 m³
 Soit : 24%
- b- Nombre de centres ONEP : 29
- c- Nombre de captages ONEP : 77 dont 9 sont en arrêt
- Station de traitement : 9
 Puits : 30
 Forage : 27
 Canal : 1
 Source : 10

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Centre	El Jadida	El Jadida	S.T. Daourat	Superficielle	77.878.483
Centre	Beni Mellal	Fkih Ben Salah	Forage 2152/37	Souterraine	12.394.787
Centre	Beni Mellal	Beni Mellal	Station de traitement	Superficielle	7.775.081
Tensift	Safi	Safi	Station de traitement	Superficielle	7.773.628
Centre	El Jadida	Azemmour	S.T.Sidi Daoui	Superficielle	3.191.060

3. Bassin versant de Sebou

- a- Volume global prélevé : 121.018.308 m³
 Eaux superficielles : 21.953.735 m³
 Soit :18%
 Eaux souterraines : 99.064.573 m³
 Soit : 82%
- b- Nombre de centres ONEP : 59
- c- Nombre de captages ONEP : 176 dont 32 sont en arrêt
- Station de traitement : 8
 Puits : 59
 Forage : 94
 Drain : 3
 Source : 12

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Centre Nord	Fès	Fès	St. de traitement	Superficielle	15.320.884
Centre Ouest	Khémisset	Khémisset	Station de traitement	Superficielle	52.26.800
Centre Ouest	Kénitra	Kénitra	Puits Ain Sebaa 706/14	Souterraine	4.316.019
Centre Nord	Fès	Fès	Forage Ras El Ma 2444/15	Souterraine	3.800.500
Centre Ouest	Kénitra	Kénitra	Puits Ain Arris 3333/14	Souterraine	3.755.840

4. Bassin versant de Tangérois-Loukkos-Côtiers méditerranéens

- a- Volume global prélevé : 84.967.017 m³
 Eaux superficielles : 67.429.900 m³
 Soit : 79%
 Eaux souterraines : 17.537.117 m³
 Soit : 21%
- b- Nombre de centres ONEP : 19
- c- Nombre de captages ONEP : 60 dont 14 sont en arrêt
- Station de traitement : 6
 Puits : 4
 Forage : 41
 Drain : 1
 Source : 8

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Centre Ouest	Tanger	Tanger	S.T.M'Harhar	Superficielle	21.588.851
Centre Ouest	Tanger	Tanger	S.T. El Hachef	Superficielle	16.919.860
Centre Ouest	Tetouan	Tétouan	ST Smir	Superficielle	14.967.909
Centre Ouest	Tetouan	Tétouan	ST Torreta	Superficielle	10.066.118
Centre Ouest	Tetouan	Chefchaouen	S. Ras El Ma	Souterraine	4.638.221

5. Bassin versant de Tensift-Côtiers Atlantiques d'Essaouira

- a- Volume global prélevé : 51.274.373 m³
 Eaux superficielles : 33.230.605 m³
 Soit : 65%
 Eaux souterraines : 10.043.768 m³
 Soit : 35%
- b- Nombre de centres ONEP : 20
- c- Nombre de captages ONEP : 83 dont 7 sont en arrêt
- Station de traitement : 2
 Puits : 49
 Forage : 29
 Drain : 1
 Canal : 1
 Khettara : 1

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Tensift	Marrakech	Marrakech	ST Rocade	Superficielle	33.230.605
Tensift	Marrakech	Marrakech	Khettara Aguedal 38-215/53	Souterraine	2.760.940
Tensift	Essaouira	Essaouira	Forage 364/51	Souterraine	963.230
Tensift	Marrakech	Marrakech	Puits Aguedal 2070/53	Souterraine	664.990
Tensift	Essaouira	Essaouira	Puits Ksob 259/51	Souterraine	649.397

6. Bassin versant de Moulouya

- a- Volume global prélevé : 37.417.096 m³
 Eaux superficielles : 13.262.881 m³
 Soit : 35%
 Eaux souterraines : 24.154.215 m³
 Soit : 65%
- b- Nombre de centres ONEP : 27
- c- Nombre de captages ONEP : 71 dont 18 sont en arrêt
- Station de traitement : 6
 Puits : 17
 Forage : 42
 Source : 6

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Oriental	Nador	Nador	St.de traitement	Superficielle	7.611.808
Oriental	Oujda	Berkane	St. de traitement	Superficielle	4.608.882
Oriental	Oujda	Jrada	Forage SP ROCHER	Souterraine	2.495.392
Oriental	Oujda	Oujda	Forage 1511/12	Souterraine	2.087.586
Oriental	Oujda	Oujda	Forage 1665/12	Souterraine	1.823.132

7. Bassin versant de Souss-Massa

- a- Volume global prélevé : 30.026.694 m³
 Eaux superficielles : 13.565.118 m³
 Soit : 45%
 Eaux souterraines : 16.461.576 m³
 Soit : 55%
- b- Nombre de centres ONEP : 12
- c- Nombre de captages ONEP : 64 dont 10 sont en arrêt
- Station de traitement : 1
 Puits : 33
 Forage : 30

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Sud	Agadir	Agadir	Station de traitement	Superficielle	13.565.118
Sud	Taroudant	Taroudant	Puits 5045/70	Souterraine	1.859.578
Sud	Agadir	Aït Melloul	Puits 161/70	Souterraine	1.473.596
Sud	Agadir	Agadir	Forage 5844/70	Souterraine	1.246.423
Sud	Agadir	Agadir	Puits 919/69	Souterraine	905.648

8. Bassin versant de Ziz-Guir

- a- Volume global prélevé : 8.591.282 m³
 Eaux superficielles : 0 m³
 Soit : 0%
 Eaux souterraines : 8.591.282 m³
 Soit : 100%
- b- Nombre de centres ONEP : 9
- c- Nombre de captages ONEP : 29 dont 9 sont en arrêt
- Source : 1
 Puits : 13
 Forage : 15

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Centre Sud	Errachidia	Errachidia	F. Foun Ghiour 1238/48	Souterraine	3.792.420
Centre Sud	Errachidia	Errachidia	F. Foun Ghiour 1227/48	Souterraine	1.899.260
Centre Sud	Errachidia	Goulmima	Puits 2313/56	Souterraine	730.993
Centre Sud	Errachidia	Rich	Puits 674/39	Souterraine	451.229
Centre Sud	Errachidia	El Jorf	Puits 4040/57	Souterraine	293.419

9. Bassin versant de Drâa

- a- Volume global prélevé : 8.407.518 m³
 Eaux superficielles : 1.916.882 m³
 Soit : 23%
 Eaux souterraines : 6.490.636 m³
 Soit : 77%
- b- Nombre de centres ONEP : 19
- c- Nombre de captages ONEP : 41 dont 6 sont en arrêt
- Stations de traitement : 1
 Puits : 39
 Forage : 1

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Tensift	Ouarzazate	Ouarzazate	Station Traitement	Superficielle	1.916.882
Tensift	Ouarzazate	Ouarzazate	Puits 577/63	Souterraine	1.399.607
Tensift	Ouarzazate	Tinghir	Puits 1803/56	Souterraine	883.992
Tensift	Ouarzazate	Zagora	Puits Fija 999/73	Souterraine	546.184
Tensift	Ouarzazate	Zagora	Puits 1018/73	Souterraine	532.602

10. Bassin versant de Saquia Al Hamra

- a- Volume global prélevé : 7.201.338 m³
 Eaux dessalées : 2.313.611 m³
 Soit : 32%
 Eaux souterraines : 4.887.727 m³
 Soit : 68%
- b- Nombre de centres ONEP : 6
- c- Nombre de captages ONEP : 30 dont 10 sont en arrêt
- Stations de traitement : 2
 Puits : 23
 Source : 1
 Unités de dessalement : 3
 Forage : 1

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Provinces Sahariennes	Laâyoune	Laâyoune	Unité Dessalement	Superficielle	2.026.767
Provinces Sahariennes	Dakhla	Dakhla	Station de traitement	Superficielle	1.793.587
Provinces Sahariennes	Smara	Smara	Source Khattari	Souterraine	957.940
Provinces Sahariennes	Laâyoune	Laâyoune	Puits Foun El Oued 856/120	Souterraine	462.610
Provinces Sahariennes	Laâyoune	Laâyoune	Puits Foun El Oued 11/120	Souterraine	409.022

11. Bassin versant de Tiznit-Guelmim

- a- Volume global prélevé : 6.837.643 m³
 Eaux superficielles : 2.384.957 m³
 Soit : 35%
 Eaux souterraines : 4.452.686 m³
 Soit : 65%

- b- Nombre de centres ONEP : 9
- c- Nombre de captages ONEP : 24 dont 3 sont en arrêt
- Stations de traitement : 1
 Puits : 20
 Source : 2
 Forage : 1

Les 5 captages ONEP les plus productifs du bassin versant

Région économique	Direction Provinciale	Centre ONEP	Désignation Captage	Nature de la ressource	Production 1998 (m ³)
Sud	Tiznit	Tiznit	Station de traitement	Superficielle	2.384.957
Sud	Guelmim	Guelmim	Puits 929/88	Souterraine	1365.588
Sud	Guelmim	Guelmim	Puits 899/88	Souterraine	499.578
Sud	Guelmim	Guelmim	Puits 900/88	Souterraine	486.542
Sud	Guelmim	Guelmim	Puits 926/88	Souterraine	406.392

COMPOSTAGE DES DECHETS MENAGERS ET VALORISATION DU COMPOST DANS LES PETITES ET MOYENNES COMMUNES AU MAROC

PARTIE I : PROBLEMATIQUE DE GESTION DES DECHETS MENAGERS AU MAROC ET PROJETS PILOTES DE COMPOSTAGE¹

SOUDI B. ²

I- PROBLEMATIQUE DE GESTION DES DECHETS MENAGERS AU MAROC

1.1- Introduction

Le développement des activités et industrielles concourent inéluctablement à l'augmentation de la production de déchets qui ont des impacts néfastes sur la santé humaine et animale et sur les ressources en eaux et en sols. Le traitement de ces déchets et leur élimination deviennent impératifs. Alors tout problème réside dans la recherche de solutions adaptées, écologiquement compatibles et en harmonie avec les directives environnementales et les intérêts socio-économiques.

Bien que le taux de collecte soit en accroissement significatif atteignant près de 70% dans plusieurs localités du Maroc, les déchets collectés sont déposés dans des décharges sauvages ce qui génère des nuisances du point de vue hygiénique et environnemental.

Ponctuellement, on a pu assister à des actions de gestion de déchets non appropriées aux conditions locales aussi bien au niveau des filières de traitement qu'au niveau du mode de collecte. Vu les déchets rejetés et leur nature, suivant les modes de vie et les caractéristiques climatiques et géographiques, les techniques de traitement ne sont pas facilement adaptables.

Les études menées dans ce domaine par les institutions gouvernementales et universitaires montrent que les déchets au Maroc, à l'instar de la plupart des autres pays en développement, se

caractérisent par une humidité élevée et une forte teneur en matières organiques compostables (Jemali et al., 1996 a, 1996b ; Soudi, 1999 ; REEM, 1999). L'incinération des déchets trop humides est ainsi difficile à concevoir sur le plan technique, sans compter l'aspect financier très prohibitif pour la très grande majorité des collectivités locales des pays en développement.

Ainsi, le choix de la filière de compostage s'impose dans ces conditions. Il permet de valoriser le compost destiné aux amendements des sols dont la qualité biologique et physico-chimique se détériore de manière significative suite aux déperditions de la matière organique des sols soumis à l'intensification agricole, à la mauvaise gestion des résidus de récolte, aux conditions thermiques favorables à la biodégradation de la matière organique, au surpâturage, aux pertes en sols par érosion et à d'autres processus de dégradation d'origine naturelle et/ou humaine.

Malgré les efforts déployés par l'ingénierie dans le développement de concepts appropriés d'élimination de ces déchets et dans les installations d'unités technologiques performantes, le secteur se heurte, le plus souvent, à des problèmes de gestion et particulièrement dans les pays en voie de développement. Le transfert de technologies est souvent inadapté dans ce domaine.

Les expériences conduites au Maroc concernant les grandes unités de traitement d'ordures ménagères sont au nombre de quatre : Rabat, Meknès, Marrakech, Casablanca. Ces unités ne sont pas toutes opérationnelles. En effet,

trois d'entre elles sont fermées.

L'unité de Rabat demeure la seule qui a fonctionné pendant quelques années mais la quantité de déchets traités a chuté pratiquement de moitié et la qualité du compost produit n'est pas conforme aux normes requises. Le diagnostic de cette situation montre que les expériences de compostage dans les grands centres ont été soldées par un échec total.

Cet échec est attribué aux défaillances de gestion, au matériel mécanique utilisé, à la faible qualité du compost, au déficit de rentabilité, au problème de maintenance et à la non adaptation du matériel aux changements de la composition et de l'humidité des déchets. Une unité de compostage a été récemment implantée à Agadir avec un équipement perfectionné à celui de l'unité de Rabat. Il est encore prématuré de juger les résultats obtenus dans cette unité.

Contre toute attente, la politique de bioconversion de déchets ménagers en compost souffre d'une contradiction née du fait que le marché d'écoulement se rétrécit avec l'expansion urbaine et avec l'augmentation du volume de déchets produits. Par conséquent, la grande ville ne peut pas en plus baser sa politique de gestion des déchets sur la conversion totale des déchets en compost. Les projets de compostage les plus réussis sont ceux qui s'opèrent dans les petits centres urbains ou péri-urbains dans des régions agricoles.

Au Maroc, comme dans la plupart des pays en voie de développement, ces centres ont un caractère mixte urbain – rural. Les déchets ménagers générés dans les petites et moyennes communes

1 - Extrait du manuel "Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost. Cas des petites et moyennes communes au Maroc", réalisé pour le compte de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) à la demande d'ENDA-Maghreb et avec le soutien de l'Ambassade de France au Maroc et de la Commission Européenne (PRODEC). – Actes Editions, 2001 de l'IAV Hassan II.

2 - Professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département des Sciences des Sols

sont caractérisés par une proportion importante de matières compostables pouvant atteindre près de 80%.

Dans ce type de contexte, la filière de compostage semble être l'alternative appropriée. D'autres arguments sont en faveur de cette filière et résident dans la disponibilité des terrains agricoles à proximité de ce type de communes et la faible proportion des matières génératrices de pollution métallique qui peuvent être encore largement réduites lorsqu'on adopte l'opération de tri. Le compostage peut générer des composts à grande valeur minérale et organique pour l'entretien du patrimoine humique des sols et la réhabilitation des sols dégradés particulièrement à vocation agro- sylvo- pastorale.

Il est aussi important de souligner que la participation, à l'amont et à l'aval, de la population contribuera de manière significative à l'intégration du compost conforme aux directives environnementales et à la valorisation des résidus fermentés.

1.2- Gestion des déchets ménager

1.2.1- Volume de déchets produits

Au Maroc, les activités socio-économiques de production et de consommation couplées à l'accroissement démographique ont généré une augmentation importante des quantités de déchets solides. La production actuelle des déchets à l'échelle nationale s'élève à environ 17 413 tonnes/jour (REEM, 1999) et varie d'une région à l'autre. D'après la même source, cette production n'était que 12 370 tonnes/jour en 1992. La production par tête d'habitant varie de 0,3 à 0,8 kg/jour (Chalabi, 1999).

1.2.2- Contraintes de gestion

La gestion des déchets ménagers a été depuis longtemps assurée par les collectivités locales selon la charte communale de 1976. La gestion actuelle de ce secteur se caractérise par un certain nombre d'insuffisances et de contraintes. Celles-ci sont listées en 1999 par les organismes concernés et notamment les collectivités locales et le

Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement (Encadré 1.).

Encadré 1. Quelques insuffisances de la gestion actuelle des déchets ménagers

- *Faiblesse des moyens financiers et, souvent, l'absence de ligne budgétaire spécifique à la gestion de déchets au niveau des collectivités locales.*
- *Défaillances des systèmes de collecte qui se soldent par un très faible taux de collecte et par des rejets dans décharges intervenants.*
- *Absence de filières spécialisées de déchets.*
- *Absence de normes et d'outils réglementaires de contrôle des différentes étapes d'acheminement des déchets.*
- *Dilution et chevauchement des responsabilités des différents générateurs de déchets.*
- *Schémas Directeurs d'assainissement ne concernant que les grands centres urbains et n'incluant pas toujours des centres péri - urbains ce qui conduit à un risque sanitaire et à une pollution accrue des milieux récepteurs (dépôts dans les lits d'Oueds, décharges sauvages sur des terrains perméables, etc).*

Les directives récentes émanant du Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement en collaboration avec la Direction des Collectivités Locales (Conférence de février, 1999) ont été focalisées sur la priorité d'instauration d'une de gestion rationnelle des déchets solides basée sur des normes et prescriptions techniques de production, de transport, de stockage, de recyclage et de traitement. Ces mêmes directives ont appelé à une coopération horizontale de tous les acteurs concernés. Elles stipulent, toutefois, de lever un certain nombre de contraintes relatives aux aspects financiers, institutionnels et juridiques. En effet, les constats ayant émané des ateliers organisés par le Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement et la Direction des Collectivités Locales en collaboration avec l'Office Nationale de l'Eau potable

(ONEP) et la Coopération Technique Allemande (GTZ) ont mis en exergue les défaillances et contraintes suivantes :

- **Sur le plan institutionnel et financier :**
 - absence de services spécialisés en matière de gestion de déchets solides;
 - absence d'unités de contrôle au niveau des communes ;
 - absence de comité régional pour la coordination horizontale entre les différentes parties concernées ;
 - dilution des responsabilités des différents producteurs de déchets ;
 - absence de planification à moyen terme.

- **Sur le plan technique:** forte dépendance des aspects financiers et organisationnels :
 - absence d'inventaire et de typologie de déchets ;
 - faible taux de couverture par la collecte à cause des schémas non adaptés aux structures des différents quartiers et à cause de la faiblesse des moyens financiers ;
 - insuffisance des équipements de base ;
 - manque de personnel qualifié.

- **Sur le plan juridique et réglementaire:**
 - absence d'un cadre juridique adéquat ;
 - non mise en application du projet de Loi relative aux études d'impact des déchets sur l'environnement ;
 - absence d'une politique d'imposition en fonction de la production des déchets.

- **Sur le plan financier :**
 - absence d'une ligne budgétaire spécifique à la gestion de déchets ;
 - faible taux de recouvrement de la taxe d'édilité ;
 - faible ressources pour le renouvellement des équipements surtout dans les petites communes.

- **Sur le plan éducationnel :**
 - absence de programmes éducationnels et de sensibilisation des opérateurs dans le domaine de la gestion des déchets ;
 - insuffisance de la participation de la société civile à une meilleure gestion des déchets.

Pour pallier aux défaillances réglementaires entravent la gestion des déchets, le Secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement a soumis un projet de Loi relatif à la gestion des déchets et à leur élimination : tous résidus d'un processus de production, de

transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien, meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ou à l'obligation de s'en défaire dans le but de ne pas nuire à la collectivité de protéger l'environnement.

Ce même projet de loi a défini sept catégories ou types de déchets : déchets ménagers, déchets industriels, déchets médicaux, déchets agricoles, déchets dangereux, déchets inertes et déchets ultimes

II- PROJETS-PILOTES DE COMPOSTAGE DES DECHETS MENAGERS DANS LES PETITES ET MOYENNES COMMUNES

2.1- Introduction

Le présent chapitre a pour objet de caractériser les projets - pilotes de tri - compostage implantés dans des petits et moyennes communes. Comme on peut le constater, ces communes sont circonscrites dans des milieux agricoles ou sylvo - agricoles. On donnera un aperçu sur le milieu physique et socio-économique de ces communes et on décrira les projets- pilotes avec toutes leurs composantes. Le lecteur trouvera également des éléments concernant le niveau technologique de ces projets-pilotes ainsi que des ordres de grandeur des coûts inhérents à la mise en place de ce type d'unités.

2.2- Caractérisation des trois projets UTC

2.2.1- Description générale

L'ONG ENDA- Maghreb a entrepris et supervisé trois projets d'implantation des Unités de Tri- Compostage (UTC) au Maroc (Encadré 2.). Ces projets représenteront une base de données intéressante pour l'élaboration des démarches et procédure de mise en place d'unités similaires dans d'autres communes.

Vu sa situation géographique intra-urbaine, le projet 1 a essentiellement un rôle expérimental qui permettra de guider la mise en place des autres UTC. Sa proximité autour des établissements de recherches, des laboratoires d'analyses et des terrains agricoles de la région de Rabat -Salé renforce sa fonction expérimentale.

Encadré 2. Projets UTC pilotes entrepris par ENDA Maghreb au Maroc

- *Projet 1. Mise en place d'une unité expérimentale de Tri et de compostage à Bab Lamrissa, Salé.*
- *Projet 2. Mise en place d'une unité de tri et de compostage des déchets ménagers et d'un centre d'enfouissement technique de refus à Tiflet. Ce projet s'inscrit dans le cadre du Programme Maroc "Villes propres".*
- *Projet 3. Mise en place d'une unité de tri et de compostage et d'une décharge contrôlée avec des possibilités de recyclage à Oulmes.*

Les deux autres projets ont quatre dimensions importantes : réelle, pilote, intégrée et méthodologique :

- Ce sont des projets à l'échelle réelle dans le sens où ils concernent directement l'ensemble des communes indiquées.
- Ils sont pilotes dans la mesure où ils joueront le rôle de démonstration et de modèles transférables à d'autres communes.
- Ils ont un caractère intégré dans la mesure où ils concernent la trilogie : récupération - valorisation - élimination.
- Les actions à l'amont (collecte, nettoyage, tri à la source, etc.) sont également concernées. Ils apportent une méthodologie de mise en place de ce type de projets caractérisés par des contraintes souvent majeures et impliquant différents acteurs : les collectivités locales, les autorités locales, les services techniques, la population génératrice de déchets, les agriculteurs, etc.

Le tableau 1 présente quelques caractéristiques de ces projets et l'état d'avancement de leurs différentes composantes.

2.2.2- Zones d'implantation des trois projets

On se contentera dans ce qui suit de donner quelques éléments sur les zones de projets en relation avec la thématique de gestion des déchets

• Travaux d'aménagement lancés officiellement par SAR la Princesse Lalla Hasna, le 31 mai 2000.

• La plupart de ces composantes sont opérationnelles ou sont sur le point de l'être ; les dernières seront rendues opérationnelles avant août 2001.

a) Projet 1- Site de Bab Lamrissa à Salé

La ville de Salé est située sur la rive droite du fleuve Bouou Regreg qui la sépare de Rabat. Il s'agit d'une ville d'ortoir étant donnée la proportion importante de la population qui exerce à Rabat et qui réside à Salé.

Le climat de la région est de type humide tempéré à influence océanique. La hauteur des précipitations moyennes est de 600 mm/an. Les mois les plus pluvieux sont novembre, décembre, janvier et février. Les températures des mois les plus chauds varient de 25 à 30°C. La température hivernale est en moyenne de 10°C.

L'urbanisation a connu des phases rapides et particulièrement dans les zones périphériques. Les capacités de gestion de la collectivité n'ayant pas connues une augmentation équivalente, les aspects de collecte et de traitement sont devenus très problématiques pour la commune.

Tableau 1. Données générales sur les projets UTC

Projet	Population concernée	Quantité de déchets traités tonne/j (en phase expérimentale)	Composantes du projet**
Bab Lamrissa	1 7001		Tri-compostage
Salé Tiflet*	62 900	30 tonnes/jour (totalité du gisement de la ville)	Campagne expérimentale de valorisation du compost (CEVA) Tri à la source Tri-compostage CEVA Centre d'enfouissement technique des refus Renforcement d'une filière de récupération Assainissement de la forêt de Koréate
Oulmès	8 200	4 tonnes/jour	Tri- compostage Valorisation du compost Unité de recyclage notamment de plastiques Décharge contrôlée des refus

(D'après ENDA-Maghreb)

Sur un total de la Superficie Agricole Cultivable de 33 700 ha, les cultures maraîchères occupent une place importante (3 510 ha) particulièrement sur un rayon de 10 km autour du site de L'UTC.

Plus de 70% des agriculteurs disposent d'une superficie moyenne inférieure à 5 ha. La région se caractérise par la présence de plusieurs pépinières en chapelet de part et d'autre de la route Rabat- Kénitra. Les sols sont en majorité sableux et relativement pauvres en matière organique.

b) Projet 2- Site de Tiflet

La ville de Tiflet se situe en bordure de la plaine du Gharb à 50 km à l'est de la capitale Rabat. Le développement urbain prend un caractère anarchique dans la direction de la forêt de Koréate. Celle -ci représente une composante importante du patrimoine naturel de la région. Avant la mise en œuvre du projet, cette forêt était le lieu de déversement systématique des déchets ménagers sur une superficie d'environ 280 hectares. Cette pratique a bien évidemment de graves impacts négatifs sur les composantes esthétiques et environnementales. Les terrains fracturés et le faible niveau piézométrique de la nappe constituent des facteurs de vulnérabilité de celle-ci de détérioration de sa qualité par les lixiviats (jus liquides des déchets).

La population concernée par le projet est de l'ordre de 62 500 habitants. La quantité de déchets produite actuellement est d'environ 14 000 tonnes/an et s'élèvera, en 2010, à 17 250 tonnes/an.

Le climat de la zone est de type semi-aride à hiver tempéré. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 534 mm. La saison humide s'étale sur la période octobre- mai. La température des mois les plus chauds se situe entre 33 et 36°C. Les mois les plus froids (décembre, janvier, et février) enregistrent une température minimale allant de 3 à 8°C.

Les sols sont peu à moyennement profonds, de texture dominée par la fraction limoneuse et sont relativement pauvres en matière organique.

La superficie agricole utile est de 80 500 ha dont 2 561 ha irrigués. La majeure proportion des agriculteurs ont moins de 5 ha. Les principales cultures pratiquées sont : les céréales (70%), les cultures fourragères et l'arboriculture fruitière. Les cultures maraîchères occupent près de 5 300 ha, ce qui correspond à 7% de

la superficie agricole cultivable.

c) Projet 3- Site d'Oulmès

Oulmès est située dans le centre -est de la province de Khémisset à 145 km au sud -est de Rabat et à une altitude de 1 250 m.

Le climat est de type sub- humide à hiver tempéré. La hauteur pluviométrique moyenne est de 750 mm/ an avec une épaisseur moyenne de neige de 35 à 40 cm.

La population du chef lieu concerné par le projet est de 8 500 habitants dont plus de 90% travaillent directement ou indirectement dans le secteur agricole. Cette région se caractérise par l'existence de trois exploitations qui comptent parmi les plus grandes au Maroc, en l'occurrence celle de la Société ARBOR (très proche du site de l'UTC) spécialisée dans la production arboricole. Les sols sont relativement pauvres en matière organique.

Les déchets ménagers dans ce site d'Oulmès sont particulièrement caractérisés par la présence d'une grande masse de déchets plastiques en provenance d'une usine de confection de bouteilles plastiques située dans le périmètre de la commune. Cela nécessite une démarche d'étude spécifique sur les possibilités de traitement et/ ou de recyclage. Cela aurait notamment pour avantage d'augmenter la durée de vie de la future décharge contrôlée et de stimuler éventuellement l'activité locale de récupération.

2.2.3- Composantes des trois projets UTC

La figure 1. présente le schéma

synoptique relatant les différentes composantes des trois projets UTC et traçant les voies de transfert et de transformations des déchets ménagers dès leur réception au niveau de l'UTC. IL convient, toutefois, de préciser que ce schéma est valable, dans son ensemble, aux projets 2 et 3 (Tiflet et Oulmès). Celui de Sidi Moussa à Salé ne comprend pas les filières de recyclage et de décharge contrôlée. Les déchets non compostables récupérés après l'opération de tri sont remis en chargement et transportés à la décharge publique de Salé.

2.2.4- Niveau technologique et coûts des UTC

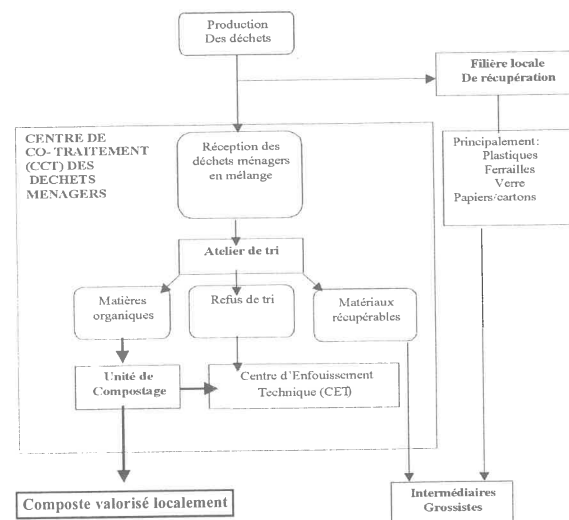
La filière adoptée est le compostage en andains avec retournement pour garantir une fermentation aérobie. Le niveau technologique consiste en un système simple artisanal à faible coût, employant de la main-d'œuvre, et renforcée par deux ou trois composants :

- un matériel simple pour garantir la qualité requise du compost ;
- un investissement initial léger en gros œuvre pour garantir la sécurité et la protection de l'environnement ;
- pour les projets de Tiflet et d'Oulmès, le perfectionnement local d'une andaineuse - retourneuse est prévu.

Dans le but de donner des ordres de grandeur sur les coûts requis pour la mise en place d'une unité de tri-compostage couplée à une décharge contrôlée et une possibilité de récupération, on se propose de rapporter dans les encadrés 2.2 et 2.3

les données relatives aux deux projets-

Figure 1. Schéma synoptique du système de gestion intégrée des déchets ménagers dans les sites de projets de Salé, Tiflet et Oulmès au Maroc



pilotes en cours de réalisation à Oulmès et Tiflet.

La lecture des coûts rapportés dans les encadrés 3 et 4 devra tenir compte des éléments pondérants suivants :

- Les données chiffrées concernant les travaux d'implantation des centres (gros œuvre et équipement) correspondent exactement aux frais engagés. Ceux-ci

sont toutefois fortement dépendants des contraintes imposées par le contexte géologique des sites d'implantation. De même, l'équipement des centres diffère en fonction de la capacité de traitement.

- Les indications relatives aux coûts de fonctionnement sont de nature évaluative et devront faire l'objet d'une précision lors des phases de gestion

expérimentale des dits centres. En conséquence, les coûts indiqués ci-après ne constituent en rien des ratios utilisables pour une évaluation dans d'autres contextes. Ils peuvent toutefois être considérés comme des éléments de référence indicatifs des coûts des travaux engagés.

Encadré 3. Exemple de coût pour le niveau technologique simple dans le cas d'Oulmès : unité de tri- compostage

Population concernée : 8 200 habitants en l'an 2000

Superficie de l'unité : 7 000 m²

Capacité actuelle : 4t/j

R1. Gros œuvre : nivellement, dalle de tri, aire de fermentation, hangar fossé d'évacuation, bassin de lixivats, crible, bureau et local de rangement, local de groupe moto- pompe, vestimentaire)

R2. Machinerie (broyeur et andaineuse – retourneuse *)

R3. Petit matériel (fourches, pelles, balais, tinettes pour évacuation de refus, équipement vestimentaire de protection (gants, combinaisons de travail, chaussures, bottes)

R4. Coût de fonctionnement (main-d'œuvre, carburant, maintenance)

Coûts

R142 000 \$ US

R2.....11 500 \$ US

R3.....3 500 \$ US

R4.....6 300 \$ US

Coût total de production.....9 730 \$ US

Coût de revient rapporté aux déchets bruts (1440 t/an).....7 \$/t

Prix de vente du compost " économique rentable ".....14 \$/t

Prix total de vente (année de référence 2000).....10 080 \$/an

Le retourneur d'andains est recommandé pour cette unité étant donné le volume relativement important de déchets (4 t/j). A moins de tonnes, on peut se contenter d'un retournement manuel des fourches et pelles

Encadré 4. Exemple de coût pour le niveau technologique simple dans le cas de Tiflet : couplage entre compostage –récupération- décharge contrôlée

Population concernée : 62 000 habitants en l'an 2000

Superficie de l'Unité : UTC : 5 ha ; Décharge : 3 ha + 2 ha pour essais de pépinières permettant un équilibre financier)

Capacité actuelle : 30t/j

R1. Gros œuvre : nivellement, 2 tables de tri avec charpente, bassins de stockage des eaux pluviales et lixivats, crible, bureau et local de rangement, vestimentaire, clôture)+ Aménagement géotechnique (terrassement, mise en place d'un dispositif d'étanchéité pour l'aire de fermentation et pour l'alvéole de décharge.

R2. Renforcement de la filière de récupération

R3. Machinerie (broyeur et andaineuse – retourneuse) et petit matériel (fourches, pelles, balais, tinettes pour évacuation de refus, équipement vestimentaire de protection (gants, combinaisons de travail, chaussures, bottes)

R4. Coût de fonctionnement (main-d'œuvre, carburant, maintenance)

Coûts

R1205 000 \$US

R2..... 10 000 \$US

R3..... 15 000 \$US

R4..... (en cours d'évaluation)

En gros, le coût de production rapporté à la tonne de compost produit ne sera pas très différent du cas d'Oulmès. la charge initiale relative aux frais initiaux d'investissement (renforcement de l'unité de récupération, alvéole, etc.) est, pas contre, élevée.

Le coût R1 inclut les contributions de la commune et des services régionaux (engins, approvisionnement en matériaux d'étanchéité,...)

LES ENGRAIS MINERAUX: CARACTERISTIQUES ET UTILISATIONS¹

L.MOUGHLI²

I- INTRODUCTION

Les plantes ont besoin d'au moins 16 éléments nutritifs essentiels pour accomplir leur cycle de croissance. Ces éléments sont le carbone, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le soufre, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore, le molybdène et le chlore.

les plantes utilisent l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) en quantités importantes, et donc les réserves du sol en ces éléments doivent être périodiquement réapprovisionnées afin de maintenir une bonne productivité. Des engrais synthétiques ont été développés pour fournir ces trois éléments majeurs. D'autres engrais ont été mis au point pour fournir les 13 autres éléments nutritifs, en cas de besoin.

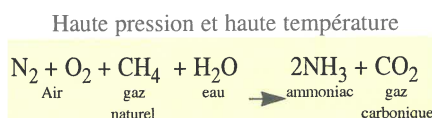
Un engrais est un produit inorganique ou organique qui est apporté pour fournir les quantités suffisantes d'un ou de plusieurs éléments essentiels pour les plantes. Les récentes préoccupations sur les effets des engrais sur

l'environnement, la faible efficacité des engrais, leurs prix élevés et les prix faibles des produits agricoles ont rendu urgent le développement d'une approche rationnelle pour choisir les engrais à utiliser. Dans cet article, nous allons nous intéresser aux engrais contenant les trois éléments N, P et K.

II- D'OU VIENNENT LES ENGRAIS ?

2.1- Les engrais azotés

L'azote de l'atmosphère est la principale source de l'azote utilisé par les plantes. Ce gaz inerte représente 78% en volume des gaz de l'atmosphère. Dans L'industrie des engrais, l'azote de l'atmosphère est fixé chimiquement pour former l'ammoniac selon la réaction suivante :



L'ammoniac est ensuite combiné avec d'autres produits pour donner naissance à d'autres engrais azotés.

2.2- Les engrais phosphatés

Les engrais phosphatés sont fabriqués à partir des roches phosphatées qui sont extraites de la terre. Le phosphore présent dans ces roches n'est pas disponible pour les plantes surtout dans les sols basiques comme c'est le cas de la majorité des sols du Maroc. Pour rendre le phosphore soluble, ces roches sont attaquées avec l'acide sulfurique pour produire de l'acide phosphorique.

Les processus de fabrication aboutissent au superphosphate simple ou triple qui sont utilisés directement comme engrais phosphatés. Ils sont aussi utilisés en combinaison avec d'autres sources d'azote ou de potassium pour fabriquer des engrais composés.

2.3- Les engrais potassiques

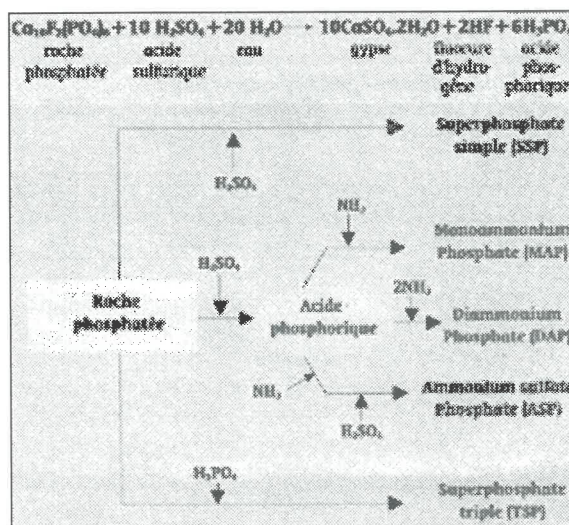
Le potassium provient de dépôts, souterrains ou marins, de mélanges de KCl et de NaCl. Pour leur extraction, ces minerais sont soit dissous dans l'eau soit extraits en tant que solides.

Le chlorure de potassium sert pour la fabrication des autres engrais, tel que le sulfate de potassium, par l'action de l'acide sulfurique.

NH ₃	+	Acide nitrique	+	Ammoniac	→	Ammonitrate
NH ₃	+	Acide nitrique	+	CaCO ₃	→	Nitrate de calcium
NH ₃	+	Acide phosphorique	→	Ammonium phosphates		
NH ₃	+	Acide sulfurique	→	Sulfate d'ammoniac		
NH ₃	+	Gaz carbonique	→	Urée		

Figure 1 : Engrais Azotés

Figure 2 : Engrais Phosphatés



1- Article paru dans le bulletin d'information et de liaison du Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P : 6598, Rabat, <http://agriculture.ovh.org> Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P : 6446, Rabat, Tél-Fax: (03)777-8063, DL: 61/99, ISSN : 1114-0852.

2 - Professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

III- QU'EST CE QU'IL Y A DANS LE SAC ?

Les engrais se différencient entre eux par l'aspect physique de leurs particules et par leur composition chimique.

3.1- Aspect physique

L'apparence des engrais minéraux est très variée. Selon le processus de fabrication, les particules des engrais peuvent se présenter sous différentes tailles et formes : granules, pellets, cristaux ou poudres, fines ou grossièrement compactées.

La qualité physique d'un engrais est déterminée par la taille des particules, sa densité, sa résistance à l'humidité et aux altérations physiques et par sa résistance à la prise en masse. Afin d'améliorer leur qualité, les engrais sont traités par des produits protecteurs afin de les préserver lors du transport et de leur application.

3.2- Aspect chimique

Le tableau 1 donne la composition de quelques principaux engrais utilisés au Maroc. En plus des principaux éléments nutritifs contenus dans ces engrais minéraux et qui sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), une attention particulière doit être accordée aux autres éléments contenues dans ces engrais, tels que le calcium, le soufre et le chlore.

Les teneurs de chacun des éléments, en kg par 100 kg d'engrais, sont imprimées sur le sac sous forme d'azote (N), d'oxyde de phosphore (P₂O₅) et d'oxyde de potasse (K₂O). Ceci est appelé la formule de l'engrais. Par exemple, un engrais qui a une formule de 8-8-8 contient 8 kilogrammes d'azote élémentaire (N), 8 kilogrammes d'oxyde de phosphore (P₂O₅) et 8 kilogrammes d'oxyde de potassium (K₂O), par 100 kilogramme d'engrais. On utilise aussi le terme d'unité fertilisante qui est égale à un kilogramme de N ou de P₂O₅ ou de K₂O.

Bien que le phosphore et le potassium contenus dans les engrais soient exprimés en terme d'oxydes, les engrais ne contiennent ni P₂O₅ ni K₂O. De plus, ni P₂O₅ ni K₂O ne sont impliqués dans la nutrition des plantes. Dans la plupart des engrais, le phosphore se

trouve sous forme de phosphate de calcium ou d'ammonium et il est absorbé par les racines des plantes sous forme d'ions orthophosphates, H₂PO₄- ou HPO₄²⁻ selon le PH du sol. Le potassium contenu dans les engrais est souvent sous forme de sulfate et il est absorbé par les racines sous forme d'ion potassium (K⁺).

Occasionnellement, le phosphore et le potassium peuvent être exprimés en terme de P et de K. Les conversions d'une forme à l'autre peuvent être faites en utilisant les formules suivantes :

$$\% P = \% P_2O_5 \times 0,44$$

$$\% P_2O_5 = \% P \times 2,3$$

$$\% K_2O = \% K \times 1,2$$

Les engrais simples sont des molécules bien définies ne contenant qu'un seul des trois éléments ; N ou P ou K.

Les engrais qui contiennent plus d'un de ces éléments sont des engrais composés. Les engrais à deux éléments sont des engrais binaires et les engrais à trois éléments sont des éléments ternaires. Les engrais composés peuvent être fabriqués de trois manières :

- Des molécules chimiques résultant de la réaction de deux produits contenant chacun un élément nutritif tel le cas des phosphates avec l'ammoniac pour donner des phosphates d'ammoniaque (exemple. DAP).
- Résultat de mélanges chimiques de plusieurs produits pour donner un engrais à granules qui contiennent la même proportion des éléments nutritifs et on parle alors de complexes. C'est le cas du 14-28-14 C qui est le résultat du mélange du superphosphate, de l'ammoniac et du chlorure de potassium.
- Par le biais de mélanges physiques d'engrais simples ou binaires. Ceci permet de mettre au point la formule souhaitée pour une culture et un sol donnés. C'est le cas de grandes exploitations qui, après analyse du sol, peuvent commander la formule convenable, ou le cas de formule d'engrais développée pour une région donnée. Cependant, les mélanges ne sont pas toujours possibles du fait

que les engrais utilisés pour faire ces mélanges doivent être chimiquement et physiquement compatibles :

- Chimiquement pour qu'il n'y ait pas de perte de gaz ou de diminution de la disponibilité des éléments nutritifs ou de prise en masse dues aux réactions chimiques entre les engrais mélangés.
- Physiquement : les granules des engrais mélangés doivent être de taille similaire afin d'éviter une ségrégation entre les particules durant le transport et l'épandage. il en est de même pour la densité des particules (exemple : le mélange de l'urée avec certains engrais peut créer des problèmes d'hétérogénéité lors de l'application à cause du poids faible de ses particules, comparées aux autres engrais).

Afin d'assurer une qualité des engrais utilisés au Maroc, une commission permanente met au point les normes marocaines des engrais. Ces normes concernent tous les aspects de dénomination, d'étiquetage, de marquage, d'analyses des différents engrais. Actuellement près de 26 normes ont déjà été publiées au Bulletin Officiel.

IV - QUE DEVIENNENT LES ENGRAIS DANS LE SOL ?

Quand un engrais est apporté au sol, il subit des transformations chimiques et biologiques qui finissent par libérer dans la solution du sol (une certaine humidité du sol est nécessaire), selon sa composition, l'azote sous forme de NO₃- et/ou NH₄⁺, le phosphore sous forme de H₂PO₄- ou HPO₄²⁻ et le potassium sous forme de K⁺. Ces éléments nutritifs peuvent soit être absorbés par les racines des plantes, soit s'accumuler dans le sol soit perdus par différents processus. La compréhension de ces transformations permet de faire le choix judicieux de l'engrais à utiliser, comme nous allons le voir par la suite. Nous allons présenter brièvement les réactions que subissent les engrais simples les plus utilisés au Maroc après leur apport au sol. Les réactions que les engrais composés subissent dans le sol peuvent être déduites à partir de leur compositions.

4.1- Engrais azotés

Apportés au sol, et en présence d'une certaine humidité du sol, les trois principaux engrais azotés subissent les réactions suivantes :

Ammonitrate
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
Sulfate d'ammoniaque
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow$
Urée
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{NCOONH}_4$
$2\text{NH}_3(\text{gaz}) + \text{CO}_2(\text{gaz}) + \text{NH}_3(\text{gaz}) + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

L'ammonitrate et le sulfate d'ammoniaque produisent du nitrate et de l'ammonium. Les nitrates sont immédiatement absorbés par les plantes en cas de besoin, sinon ils peuvent être entraînés en profondeur par les pluies ou l'eau d'irrigation, puisque leur charge électrique négative ne leur permet pas d'être retenus par les colloïdes du sol. Les nitrates du sol peuvent aussi être perdus sous forme de gaz d'oxydes d'azote (NO , NO_2 , ...) par dénitrification, en cas d'excès d'eau.

Les ions ammonium peuvent être soit absorbés, mais à moindre degré que les nitrates par les plantes, soit transformés en nitrates par la nitrification, soit fixés par les charges électriques négatives des colloïdes du sol. Sous certaines conditions, l'ammonium peut se transformer en ammoniac et se volatiliser.

La nature organique de l'urée fait que sa transformation nécessite l'intervention d'une enzyme, capable de briser les liaisons C-O. Celle-ci est fournie par une large gamme de micro-organismes présents dans le sol. L'azote est d'abord libéré sous forme d'ammoniac (NH_3), qui peut soit se volatiliser sous forme de gaz soit dissous dans l'eau du sol, pour donner de l'ammonium qui va suivre les mêmes étapes que l'ammonium libéré par le sulfate d'ammonium ou l'ammonitrate.

Les pertes de l'ammonium sous forme d'ammoniac (NH_3) dans le cas du sulfate d'ammoniaque, et à moindre degré dans le cas de l'ammonitrate et de

l'ammoniac provenant de l'urée, peuvent être importantes :

- Sur des sols basiques et surtout calcaires, cas de la majorité des sols du Maroc,
- Quand l'apport est fait sous des températures élevées, cas des apports de couverture printaniers,
- Des humidités de sol très faibles, cas du boud,
- Des conditions ventées.

4.2- Les engrais phosphatés

Les engrais phosphatés apportés au sol libèrent le phosphore sous forme de H_2PO_4^- , selon le PH du sol. Une partie de ces anions sont absorbés par les racines. Une autre partie va réagir avec des cations tels que le calcium en sol basique (cas de la quasi-totalité des sols marocains), et le fer et l'aluminium en sol acide pour former des minéraux qui sont peu solubles et donc moins disponibles pour les plantes. Ces réactions sont à l'origine de la très faible mobilité du phosphore dans le sol. Ainsi, pour améliorer l'efficacité des engrais phosphatés, ils doivent être bien répartis dans le sol afin d'augmenter les chances de contact avec les racines.

4.3- Les engrais potassiques

Dans le sol, les engrais potassiques libèrent du K^+ qui peut être absorbé par les plantes en cas de besoin ou fixé par les colloïdes du sol et devient ainsi stocké pour une utilisation ultérieure. Il peut aussi être transporté en profondeur du sol en cas d'apports de doses élevées de potassium sur un sol sableux.

4.4- Effets des engrais sur le sol

La dissolution des engrais minéraux dans le sol a plusieurs effets sur les propriétés du sol, parmi lesquels la salinité et le PH du sol sont les plus apparents. Ces effets varient avec les engrais. Le tableau 3 donne l'indice global et partiel de salinité de différents engrais. L'indice de salinité global de chaque engrais est une valeur relative à l'indice de salinité du nitrate de soude pris comme référence avec un indice global de salinité égal à 100. Pour comparer les effets salinisants des engrais, il est préférable d'utiliser l'indice partiel de salinité qui

correspond à la salinisation qui est générée par l'apport de 1 kg de l'élément nutritif sous forme de l'engrais considéré. Par exemple, pour un apport d'une même dose d'azote, le sulfate d'ammoniaque est plus salinisant que l'ammonitrate et l'urée est le moins salinisant des engrais azotés simples.

Le tableau 3 présente également l'effet d'une utilisation continue de différents engrais sur le PH du sol. L'effet de l'engrais sur le PH du sol est déterminé par la capacité de cet engrais à générer des ions H^+ ou OH^- par leurs réactions dans le sol. L'effet acidifiant peut réduire la productivité des cultures dans les sols acides. Par contre, dans les sols calcaires (cas de la majorité des sols du Maroc), cette acidification peut contribuer à améliorer la disponibilité de certains éléments nutritifs tels que le phosphore, le fer, le manganèse et le zinc.

V - COMMENT CHOISIR UN ENGRAIS ?

Différentes formules d'engrais sont fabriquées car différentes cultures exigent des quantités différentes de chaque élément nutritif. L'efficacité de ces engrais varie avec les sols, les cultures et les conditions d'application. le choix de l'engrais à utiliser dépend de plusieurs facteurs et la prise de décision doit tenir compte des conditions spécifiques dans lesquelles on se trouve.

5.1- La richesse du sol

Une analyse de sol faite avant l'installation de la culture permet de connaître les quantités d'éléments nutritifs à apporter pour réaliser le rendement escompté. Si le sol est moyennement riche ou riche en un élément nutritif, il suffit d'apporter un peu ou pas du tout. Dans les deux cas, le choix doit porter sur un engrais qui contient peu ou pas du tout de cet élément.

5.2- Le prix de l'unité fertilisante

La fertilisation est un investissement qui doit être rationalisé. Ce qui nous intéresse dans les engrais c'est leur teneur en éléments nutritifs.

Le coût de l'unité fertilisante (N ou P_2O_5 ou K_2O) est déterminée en

Tableau 1: Types et caractéristiques des engrais minéraux commercialisés au Maroc

Engrais	Formule chimique	Teneur en %				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	S
Engrais simples						
Ammonitrate	NH ₄ NO ₃	33,5				
Sulfate d'ammonium	(NH ₄) ₂ SO ₄	21				24
Urée	CO(NH ₂) ₂	46				
Superphosphate simple (SSP)	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O		18		18-21	12
Superphosphate triple (TSP)	Ca(H ₂ PO ₄) ₃ · H ₂ O		45		3-14	1
Sulfate de potasse	K ₂ SO ₄			48-50		17
Chlorure de potasse	KCl			60		
Engrais composés						
Mono-Ammonium Phosphate (MAP)	NH ₄ H ₂ PO ₄	11	55		2	1-3
Di-Ammonium phosphate (DAP)	(NH ₄) ₂ HPO ₄	18	46			
Ammonium Sulfo-Phosphate (ASP)	NH ₄ H ₂ PO ₄ · (NH ₄) ₂ SO ₄	19	38			3-14
Nitrate de potassium	KNO ₃	13		44	0,5	0,2
Nitrate de calcium	Ca(NO ₃) ₂	16			34	
14-28-14 C		14	28	14		
13-26-13 S		13	26	13		
Formules régionales						
20-10-10 (Blé en bour/Chaouia)		20	10	10		
13-11-17 S (Pomme de terre)		13	11	17		
16-11,5-20 S (Blé irrigué/Doukkala)		16	11,5	20		

C: Potassium sous forme de KCl; S: Potassium sous forme de K₂SO₄

Tableau 2: Compatibilité chimique des engrais

Urée	Sulfate d'ammoniaque	Superphosphate triple	Superphosphate simple	DAP	MAP	Chlorure de potasse	Sulfate de potasse	
Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Ammonitrate
	Oui	Peu	Peu	Oui	Oui	Oui	Oui	Urée
		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Sulfate d'ammoniaque
			Oui	Peu	Oui	Oui	Oui	Superphosphate triple
				Peu	Oui	Oui	Oui	Superphosphate simple
					Oui	Oui	Oui	DAP
						Oui	Oui	MAP
							Oui	Chlorure de potasse

Oui : Compatible
Non : Incompatible
Peu : Compatibilité limitée

Tableau 3: Effets des engrais sur la salinité et sur le pH du sol

Engrais	Effet sur la salinité du sol			Effet à long terme sur le pH du sol
	Teneur en élément nutritifs	Indice global de salinité	Indice partiel de salinité	
	A	B	C = B/A	
Ammonitrate	33,5% N	104,7	2,99	Modérément acide
Sulfate d'ammoniaque	21% N	69,0	3,235	Fortement acide
Urée	46% N	75,4	1,618	Modérément acide
Super Phosphate Simple	18% P ₂ O ₅	7,8	0,433	Pas d'effet
Super Phosphate Triple	45% P ₂ O ₅	10,1	0,224	Pas d'effet
Chlorure de potasse	60% K ₂ O	116,3	1,936	Pas d'effet
Sulfate de potasse	48-50% K ₂ O	46,1	0,853	Pas d'effet
Mono-Ammonium phosphate	11-55-0	24,2	2,453(N); 0,485(P ₂ O ₅)	Fortement acide
Di-Ammonium Phosphate	18-46-0	29,9	0,614(N); 0,637(P ₂ O ₅)	Acide
Nitrate de potassium	13-0-44	73,6	5,336(N); 1,580(K ₂ O)	Basique
Nitrate de calcium	15,5% N	52,5	4,409	Basique

NaNO₃ est pris comme référence avec un indice global de salinité de 100

divisant le prix de l'engrais par sa teneur en éléments nutritifs. A cause des grandes fluctuations des prix des engrais dans le marché international, la comparaison des prix doit être faite avant tout achat d'engrais.

Par exemple, d'après le tableau des prix actuels (Tableau 4), l'ammonitrate est le moins cher des engrais azotés. Il en est de même du chlorure de potassium qui est presque 50 % moins cher que le sulfate de potassium.

5.3- La culture

Le tableau 3 présente l'effet des engrais sur la salinité du sol. Les engrais à faibles indices de salinité partiels doivent être choisis si la salinité du sol et celle de l'eau d'irrigation sont élevées et/ou si la culture est sensible à la salinité.

5.4- Le moment d'apport

Les apports d'engrais se font en deux types d'apports. Les engrais de fond sont apportés avant le semis pour les cultures annuelles et avant la reprise de végétation pour les cultures pérennes. Les engrais de couverture, généralement azotés, sont appliqués en pleine végétation en un ou plusieurs apports.

a) Les apports de fond

Les engrais phosphatés sont rapidement immobilisés dans la sol après application. Ainsi, la réponse de la culture à un apport de phosphore et/ou de potassium avant le semis est meilleure par rapport à celui effectué en couverture. Seule une partie de l'azote est apportée en fond.

b) Applications en couverture

Parce que le besoin en azote varie avec la phénologie de la culture et qu'il y a risque de lessivage de l'azote, on préfère fractionner les apports pour les faire coïncider avec la période de grand besoin. Ces apports sont généralement fait sous forme d'engrais azotés simples.

Plusieurs facteurs influencent la décision d'apport d'engrais de couverture :

- La texture du sol : une fois qu'on connaît la quantité d'engrais de couverture à apporter, le nombre d'apports et la dose de chaque apport

doivent tenir compte de la texture du sol. En sol léger, plusieurs applications de N sont nécessaires pour réduire les pertes d'azote par lessivage et pour maximiser le rendement. En sol lourd, moins d'application de N sont souhaitables.

- Le PH du sol : la volatilisation de l'ammoniac est plus importante à partir du sulfate d'ammoniaque et de l'urée en sol basique et surtout calcaire. Afin d'éviter ces pertes, il est recommandé d'irriguer juste après l'apport ou bien de choisir un engrais azoté à base de nitrate, tel que l'ammonitrate.

Les engrais apportés au sol ont des effets sur le PH du sol (Tableau 3). Les engrais acidifiants sont à éviter sur des sols acides car la diminution de PH dans ces sols va entraîner une concentration excessive de l'aluminium, du fer et du manganèse à des niveaux toxiques pour les plantes. Ces engrais, par contre, améliorent la disponibilité de certains éléments nutritifs tels que le phosphore, le fer, le manganèse, le zinc et le cuivre dans les sols basiques qui représentent la grande majorité des sols marocains.

- le climat : le choix de l'engrais de couverture est aussi influencé par les précipitations et la température. L'entraînement de l'azote par de fortes précipitations (ou irrigation) nécessite des apports fréquents de faibles doses. Les températures élevées favorisent la volatilisation de l'ammonium (NH_4^+) sous forme d'ammoniac (NH_3).

5.5- Méthodes d'application des engrais

Les engrais peuvent être apportés au sol, en pulvérisation foliaire et dans l'eau d'irrigation (fertigation).

- Les applications des engrais sur le sol sont les plus fréquentes. La plupart des engrais utilisés sont suffisamment solubles dans l'eau du sol.
- Les produits utilisés dans la fertigation peuvent être des produits fertilisants solides facilement solubles ou des produits liquides. Les caractéristiques de ces produits doivent être :

- une grande solubilité dans l'eau,
- une pureté de la solution fertilisante: les impuretés peuvent provenir de la solubilisation d'un des produits utilisés ou de la réaction de plusieurs produits. Elle provoquent l'obstruction du réseau d'irrigation (tuyaux, émetteurs,...). ces problèmes peuvent être aggravés par la présence d'algues et de microorganismes variés dans l'eau d'irrigation.
- une compatibilité entre les produits utilisés de sorte à éviter la formation de composés insolubles. Le tableau 5 donne des exemples d'engrais pouvant ou non être mélangés en solution mère.
- Les apports d'engrais en pulvérisation foliaire servent à corriger des carences aiguës en azote et/ou en oligo-éléments. Afin d'éviter les brûlures des feuilles, il est recommandé d'utiliser des concentrations faibles d'urée ayant des teneurs en biurets (composés proches de l'urée produits pendant la fabrication de cet engrais et toxiques pour les plantes) inférieures à 2 %.

Le tableau 6 résume les propriétés les plus importantes des principaux engrais utilisés au Maroc.

VI - ET LES EFFETS DES ENGRAIS SUR L'ENVIRONNEMENT ?

L'utilisation des engrais pour augmenter les rendements des cultures a récemment été l'objet de préoccupations environnementales. Parmi les effets négatifs attribués aux engrais, on peut citer :

- ils polluent le sol par des métaux lourds toxiques, tel que le cadmium ;
- ils polluent les eaux souterraines, ce qui affecte la potabilité de l'eau et augmente les dangers de santé ;
- ils polluent les rivières et les eaux côtières, ce qui peut entraîner l'eutrophisation et affecter la vie des poissons et autres vies aquatiques ;
- ils polluent l'atmosphère à travers la dénitrification et la volatilisation de l'ammoniac et contribuent ainsi au réchauffement global de la terre.

Ces effets négatifs des engrais sont le

Tableau 4: Prix des engrais les plus vendus chez un revendeur à Skhirate (Octobre 2000)

Engrais	Teneur en azote (%N)	Teneur en phosphore (%P ₂ O ₅)	Teneur en potassium (%K ₂ O)	Prix de l'engrais (Dh/quintal)	Prix de l'élément
Urée	46			180	3,91 Dh/kg N
Ammonitrate	33,5			130	3,88 Dh/kg N
Sulfate d'ammoniaque	21			100	4,76 Dh/kg N
Superphosphate simple		18		100	5,56 Dh/kg P ₂ O ₅
Superphosphate triple		45		180	4,00 Dh/kg P ₂ O ₅
Chlorure de potassium granulé			60	190	3,17 Dh/kg K ₂ O
Sulfate de potassium pulvérulent			48-50	260	5,31 Dh/kg K ₂ O
Sulfate de potassium granulé			48-50	310	6,33 Dh/kg K ₂ O
ASP	19	38		256	4,49 Dh/kg
MAP	11	55		250	3,79 Dh/kg
DAP	18	46		220	3,44 Dh/kg
14-28-14 C	14	28	14	230	4,11 Dh/kg
Nitrate de potasse	13		44	550	9,65 Dh/kg

Tableau 5: Compatibilité chimique des engrais en solution mère

Sulfate d'ammoniaque	Nitrate de calcium	Nitrate de soude	Nitrate de potasse	Sulfate de potasse	Sulfate de magnésium	
-	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Sulfate d'ammoniaque
Non	-	Oui	Oui	Non	Non	Nitrate de calcium
Oui	Oui	Oui	-	Oui	Oui	Nitrate de potasse
Oui	Non	Oui	Oui	-	Oui	Sulfate de potasse
Oui	Non	Oui	Oui	Oui	-	Sulfate de magnésium
Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Phosphate d'ammoniaque

Tableau 6: Caractéristiques de quelques engrais minéraux

Engrais	Avantages	Inconvénients
Ammonitrate	NO ₃ est immédiatement disponible. Parmi les engrais solides, second après l'urée en teneur en azote.	NO ₃ (1/2 de sa teneur en azote) est lessivable, et soumis à la dénitrification dans des sols chauds et humides. Stockage difficile: Absorbe l'eau de l'air et durcit après exposition à l'air.
Sulfate d'ammonium	Effet acidifiant désirable pour les sols basiques. Apporte du soufre.	Teneur faible en azote. Acidité résiduelle élevée pour sol acide. Risque de perte de NH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Urée	Solubilité élevée. Non lessivable après sa conversion sous forme de NH ₄ . Moins de risque de brûlure des feuilles en cas de pulvérisation foliaire.	Lessivable par les pluies ou irrigation juste après l'apport. Risque de perte de NH ₃ par volatilisation si pas incorporé dans le sol par un travail du sol ou eau d'irrigation ou pluie.
Nitrate de potassium	Bonne source d'azote et de potassium	Cher
Nitrate de calcium	Bonne source d'azote et de calcium.	
Superphosphate simple (SSP)	Apporte du soufre et du calcium.	Moins riche en phosphore Forme pulvérulente moins pratique à épandre.
Superphosphate triple (TSP)	Riche en phosphore	
Mono-Ammonium Phosphate (MAP)	Phosphore complètement soluble dans l'eau. Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Effet acidifiant désirable pour les sols basiques.	Acidité résiduelle élevée pour sol acide.
Di-Ammonium phosphate (DAP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Pas cher.	Eviter le contact avec les semences.
Ammonium Sulfo-Phosphate (ASP)	Bon engrais de fond spécialement quand pas besoin de potassium. Apporte du soufre.	
Sulfate de potasse	Apporte du soufre.	Plus cher que le chlorure de potasse.
Chlorure de potasse	Moins cher que le sulfate de potasse	Effet salinisant. A éviter pour les cultures sensibles à la salinité

Exemple d'optimisation de l'utilisation des engrais Fertilisation de la betterave à sucre dans le Tadla

Problème : résultats de l'enquête de 200 exploitations (1995-96)

- Apport moyen d'azote pour la betterave à sucre : 340 kgN/ha.
- Excès d'azote apportés à cette culture au niveau du périmètre : 1300 tonnes d'azote (près de 5 millions Dh), donc gaspillage des ressources et risque de pollution nitrique des eaux souterraines.
- Les apports d'azote sont faits à des moments qui ne coïncident pas avec les besoins de la culture :
 - Engrais de fond : 5 qx/ha de 26-21-0, soit près de 130 kgN/ha,
 - Engrais de couverture : presque exclusivement, apports d'urée qui s'étalent jusqu'à des moments très tardifs dans le cycle de la culture.

Méthode de travail

1ère étape : Démonstrations sur des parcelles d'agriculteurs (1996-91)

9 champs d'agriculteurs répartis à travers le périmètre ont été divisés en deux parcelles :

- Parcelle démonstration :
 - Apport de 40 kg N/ha et 40 kg P₂O₅/ha au semis,
 - 100 kg N/ha au démarrage et 100 kg N/ha à la mi saison.
- La deuxième parcelle a été fertilisée par l'agriculteur selon sa pratique.

2ème étape : Dissémination partielle des résultats (1997-98)

- En collaboration avec le Comité Technique Régional du Sucre du Tadla, apport total de 218 kg N/ha :
 - 3 qx/ha de 19-38-0 (ASP) au semis,
 - 2 qx/ha d'urée au démarrage et
 - 1,5 qx/ha d'urée entre 90 et 120 jours après le semis.
- Application de cette formule chez 1.048 agriculteurs du périmètre.

3ème étape : Généralisation des résultats (1998/99) sur 18.000 ha

- Pour améliorer la rentabilité de betterave à sucre, apport de 214 kg N/ha :
- 2,5 qx/ha de 18-46-0 (DAP) avant le semis (disponible et moins cher que l'ASP),
 - 1,5 qx/ha d'urée au démarrage et 3

qx/ha d'ammonitrate entre 90 et 120 jours après le semis.

Résultats du programme :

- Réduction des apports d'azote de 30 % par rapport à la pratique des agriculteurs.
 - Réductions plus importante de l'azote apporté au semis : en accord avec la cinétique d'absorption de l'azote par la betterave à sucre.
 - Productivité améliorée de la culture.
 - Réduction du coût des engrais sans détérioration de la productivité de la betterave à sucre.
 - Réduction très importante de plus de 54 % des excès d'azote et donc préservation de l'environnement.
- (Résultats obtenus dans le cadre du projet "Management des Ressources du Tadla" de l'ORMVA du Tadla et USAID).*

Paramètre	Moyenne des parcelles des agriculteurs	Moyenne des parcelles de démonstration
Azote de fond (kg N/ha)	130	40
Azote de couverture (kg N/ha)	268	200
Azote total apporté (kg N/ha)	398	240
Rendement racines (t/ha)	72	75
Polarisation (%)	15,5	16,4
EUN (tonnes de racines produit par kg de N apporté)	0,19	0,28

Comparaison des résultats du programme avec ceux de 95/96 à l'échelle du périmètre betteravier du Tadla.

Campagne	Etape du programme	Formule d'engrais utilisée	Coût engrais total (Dh/ha)	Réduction du coût des engrais par rapport à 95-96	Rendement racines (t/ha)	Polarisation (%)	Valeur de la production (DN/ha)
1995-96	Enquête (Année de référence)	26-21-0	1 683		55,1	15,3	18.910
1996-97	Conduite des démonstrations						
1997-98	Dissémination partielle	ASP	1 590	5,5 %	57,5	17,4	21.750
1998-99	Généralisation des résultats	DAP	1 356	19,4 %	51,8	16,1	18.610
1999-2000	Suivi	DAP	1 123	32,3 %	50,8	17,47	20.553

résultat de leur mauvaise utilisation plutôt que des propriétés intrinsèques de ces produits. Actuellement, ces problèmes se posent surtout dans les pays industrialisés à forte utilisation des engrais.

Au Maroc, le niveau d'utilisation des engrais est encore faible avec près de 330.000 tonnes d'éléments nutritifs par année, soit un apport moyen de 45 kg/ha.

Bien que les doses moyennes soient faibles, l'utilisation de ces engrais dans certaines zones, surtout les zones irriguées, est excessive. Afin de continuer à tirer profit de l'amélioration de la productivité des cultures que permet l'utilisation des engrais, sans pour autant détériorer la qualité de l'environnement, il est nécessaire d'adopter un code de bonnes pratiques agricoles qui sera basé sur :

- L'analyse de sol : réalisée avant l'installation de la culture, elle permet

de déterminer ses besoins en éléments nutritifs. Puisque actuellement la majorité des agriculteurs ne font ou ne peuvent pas faire les analyses de sol, un autre moyen serait de mettre au point des formules régionales qui tiennent compte de la fertilité des sols et des techniques de conduite des cultures au niveau de chaque région.

Basés sur ces analyses ou sur la formule régionale, les apports de phosphore et de potassium sont plus efficaces quand ils sont apportés juste avant le semis. L'azote par contre doit être fractionné.

- **Un bon raisonnement de la fertilisation azotée** : prise en considération des autres sources d'azote telles que l'eau d'irrigation et les apports sous forme de résidus organiques.
- **Moment de l'apport** : l'apport des engrais azotés peut être effectué avant ou après l'installation de la

culture. En général, un apport avant le semis sera moins efficace à cause du temps de latence entre cet apport et la période de grand besoin de la culture, ce qui va entraîner des pertes. L'azote ammoniacal à une dose appropriée avant le semis est généralement recommandé du fait que facilement lessivées au-dessous de la zone racinaire des plantules. Aussi, l'azote ammoniacal sera adsorbé et moins sujet au lessivage pour quelques semaines.

- **Fractionnement des apports d'azote** : idéalement, l'azote doit être mis à la disposition de la culture à une vitesse qui est égale à celle avec laquelle la plante absorbe cet élément. Les risques de perte d'azote sont assez réduits avec le fractionnement.
- **Analyses végétales** : la détermination des nitrates dans le végétal évalue ponctuellement le statut azoté de la plante. Elle permet d'apporter d'éventuelles corrections.



BULLETIN MENSUEL D'INFORMATION ET DE LIAISON DU PNTTA

TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE

Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD, B.P: 6598, Rabat, <http://agriculture.ovh.org>
Bulletin réalisé à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P:6446, Rabat, Tél-Fax: (03) 777-8063, DL: 61/99, ISSN: 1114-0852

Pour en savoir plus sur l'utilisation des engrais au Maroc
Consulter le numéro spécial de la revue Hommes, Terre et Eaux n° 118 Mars 2001



HOMMES, TERRE ET EAUX

Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural

Dépôt Légal 21-1971

N° 118 - Mars 2001

Sommaire

EDITORIAL

LE MAROC ASSURE LA PRESIDENCE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DU GENIE RURAL (CIGR) POUR DEUX ANS A COMPTER DE JANVIER 2001.

Bartali E.H.

LES ENGAGEMENTS DE LA CIGR ENVERS L'AGRICULTURE MONDIALE

Bartali E.H.

NUMERO SPECIAL: UTILISATION RATIONNELLE DES ENGRAIS AU MAROC (Premier Congrès National des Sciences du Sol) SECTEUR DES ENGRAIS ; PRESENTATION ET PERSPECTIVE

Hammoutou M.

GESTION DES ENGRAIS ET PRODUCTION AGRICOLE L'EXPERIENCE DES DOMAINES AGRICOLES

Aït Houssa A., Ouknider M., Safine M.

SOIL QUALITY AND ASSOCIATED CHANGES IN FERTILIZER MANAGEMENT FOR WHEAT IN NO-TILLAGE PRODUCTION SYSTEMS OF SEMIARID MOROCCO

Mrabet R., Khalid Ibno Namr, Najib Smali, Mahjoub Ahdi and Najib Saber

AMELIORATION DES COMPOSANTES DU RENDEMENT CHEZ LE CLEMENTINIER PAR LA FERTILISATION FOLIAIRE A L'UREE

El-Otmani M., El-Hila M., Lmoufid B. et Ait-Oubahou A.

FERTILISATION AZOTEE DU POIVRON SOUS TUNNEL DANS UNE ZONE SABLEUSE A NAPPE PROCHE DE LA SURFACE

Zeraouli M. Morchid A.

DIAGNOSTIC TECHNIQUE AND PHOSPHATE FERTILIZATION STRATEGIES FOR THE MEDITERRANEAN REGION COUNTRIES

AMAR B.

ETUDE DE LA VALEUR FERTILISANTE DES PHOSPHATES NATURELS MAROCAINS

Dhiba D., Elkanit A., Badraoui M., Hilali A.

EFFET DE L'INOCULATION PAR *PENICILLIUM BILAJI*, *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* BIOVAR. PHASEOLI SOUCHE P 31 ET R1. SUR LA VALEUR FERTILISANTE DES PHOSPHATES NATURELS MAROCAINS

Elkanit A., Badraoui M., Hilali A. et Dhiba D.

RETENTION ET DISPONIBILITE DU PHOSPHORE APORTE A QUELQUES SOLS DU SAIS

Azzaoui A., Moujahid Y., Sefrioui N.

SITUATION ACTUELLE DE L'ETAT DE LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS DU PERIMETRE IRRIGUE DES DOUKKALA

Naman F., Soudi B. et Chiang C.

IMPACT DES AMENDEMENTS D'ARGILE SUR LA MINERALISATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS UN SOL SABLEUX DE LA ZONE COTIERE MAROCAINE

Zeraouli M. - Ramdane R.

LA FERTILISATION DES CULTURES OLEAGINEUSES AU MAROC : CARACTERISATION ET PERSPECTIVES

Zerrari, N. et Moustauoui, D.

EFFET DE LA FORME D'AZOTE SUR LA PRODUCTIVITE DE LA TOMATE ET LE LESSIVAGE DES NITRATES ET AUTRES ELEMENTS FERTILISANTS DANS LESS SOLS SABLEUX DU MASSA

Mimouni, A. ; Bouzoubaa, Z. ; ID Boujja, L. & Haddouche M.

PRATIQUES DES AGRICULTEURS EN MATIERE DE CONDUITE DES CULTURES ET MAITRISE DE LA FERTILISATION

Chouraichi. M - Achkar. M

EFFET DE L'APPORT DU PHOSPHITE DE POTASSIUM PAR VOIE FOLIAIRE SUR LE DEVELOPPEMENT FLORAL ET FRUCTIFERE DU CLEMENTINIER

El-Otmani M., Ait-Oubahou A., Gousrire H. et Hamza Y.

ETUDE PAR SPECTROMETRIE INFRAROUGE LOINTAIN DE L'ETAT DU POTASSIUM NON ECHANGEABLE DU SOL

R. Badreddine et R. Prost - V. Laperche - R. Le Dred

STRATEGIES D'AMELIORATION DE L'EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'AZOTE CHEZ LES CEREALES AU MAROC

Mohammed Karrou

FERTILISATION DU BLE EN IRRIGUE AU TADLA : ADAPTATION DES RESULTATS DE RECHERCHE AUX CONDITIONS DES AGRICULTEURS

Lamsalek K. - Mosseddaq F. - Moughli L.

FERTILISATION DU BLE EN IRRIGUE AU TADLA : TRANSFERT DES RESULTATS DE RECHERCHE AUX AGRICULTEURS

F. Mosseddaq et E. Boumaaza

ADRESSE ANAFID :

RUE HAROUN ERRACHID,

AGDAL - RABAT

Tél. 037 67.03.20 / FAX 037 67.03.03

Site Internet : <http://www.anafid.ovh.org>

Email : anafid@acdim.net.ma -

anafid@wanadoo.net.ma

LA TECHNOLOGIE DU SEMIS DIRECT : UNE AVANCÉE VERS UNE AGRICULTURE DURABLE AU MAROC

MRABET R.¹ - LAHLOU S.²

RESUME

La conciliation entre la protection des sols et la productivité des systèmes agricoles est un défi qui doit être relevé par une nouvelle politique agraire. La dégradation des sols est un problème aigu qui nécessite une stratégie de recherche visant l'amélioration des pratiques agricoles et une gestion appropriée d'un potentiel de production durable. L'exploitation abusive et irrationnelle du sol a porté atteinte à ses propriétés inhérentes et a généré un déséquilibre des écosystèmes naturels. En effet, la forte croissance démographique, de même que l'intensification de l'exploitation des sols qu'elle entraîne, constituent les causes principales de la diminution des valeurs productives des terres. Pour assurer une utilisation durable des sols, l'intégration du système non-labour au développement agricole serait la voie qui pourra aider au développement du milieu rural. En restreignant le remaniement mécanique des sols et en économisant l'emploi d'intrants, cette technique s'est révélée efficace contre la dégradation des ressources naturelles et a permis de gérer durablement la fertilité des sols agricoles, tout en augmentant la production. A l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), le système non-labour a été installé dans des sites expérimentaux comme nouvelle pratique agricole conçue pour le milieu pluvial marocain. Les résultats les plus saillants se résument en un enrichissement du sol en matière organique, une meilleure conservation de l'eau et une stabilité structurale élevée. Ces modifications dans le comportement du sol se sont traduites en une augmentation puis une stabilité des rendements. Néanmoins, il faut instaurer un programme national de recherche, développement et mise en valeur de ce système.

Mots clés : Non-labour, Dégradation, Qualité du sol, Durabilité, Maroc.

INTRODUCTION

Pendant plusieurs siècles, une bonne production n'était possible que si la terre est travaillée par des instruments aratoires très diversifiés. Le labour représentait le moyen de créer un état de sol favorable à la croissance, au développement et à la production des cultures. Il était toujours associé à une amélioration des rendements agricoles. Cependant, l'utilisation excessive et inadaptée de ce matériel agricole se fait au détriment de la fertilité des sols. Ainsi, les sols produisent mais sont de plus en plus malades : érosion, désagrégation, tassement superficiel, semelles de labour, déperdition de la matière organique, etc.

L'agriculture moderne a ramené le sol à l'étroite perception du matériau, cette agriculture fragilise et détruit les sols. La nécessité de protéger cette ressource naturelle a obligé les chercheurs et puis les décideurs à se demander si le labour est encore nécessaire?

Depuis plus de six décades (1939), les agronomes et les producteurs remettent en cause certaines techniques traditionnelles et conventionnelles de travail du sol. Plusieurs concepts, qui visent la réduction du labour, ont été envisagés et sont connus comme étant les systèmes conservatoires de la qualité des sols. Ces systèmes englobent les travaux réduits ou simplifiés du sol jusqu'aux cultures en semis direct qui restent l'ultime système capable de préserver les ressources naturelles (air, sol et eau) surtout dans les zones arides et semi-arides.

Dans les pays industrialisés, les technologies conservatrices de l'eau et du sol ont été conçues pour arrêter les

effets des aléas climatiques érosifs des terres. Toutefois, dans les pays en voie de développement, les recherches et les études sur la conservation de l'eau et du sol restent très limitées et fragmentaires et l'application des techniques de conservation reste une priorité secondaire.

L'agriculteur marocain, pour faire face à des insuffisances techniques, économiques et foncières s'oriente vers une exploitation maximum du disponible végétal. Ainsi, après des décades d'utilisation des terres, le sol se trouve dépourvu de matière organique et présente une structure dégradée facilement transportable. L'élevage extensif basé sur le pâturage des chaumes, les travaux du sol tardifs d'automne ou précoces d'été, le faible recyclage des résidus de récolte voire même des racines ont induit des pertes énormes du patrimoine sol, une pollution de l'air et une sédimentation et contamination des eaux de surface à l'échelle nationale. En plus, les milieux arides et semi-arides marocains reçoivent de moins en moins d'eau de pluies en raison des changements climatiques planétaires. En d'autres termes, le déclin du potentiel de productivité des terres agricoles est le résultat d'une dégradation accélérée du sol qui déstabilise l'écosystème et pulvérise la qualité physique et physico-chimique du sol. Cet état des lieux est simplement l'illustration du dysfonctionnement de la politique agricole nationale (Mrabet et al., 1993).

Ces modifications dans le système sol-eau-atmosphère dues à la mauvaise gestion sont reconnues à travers le monde et ont été exténuées ou sont sujets à des études, recherches,

1 - Laboratoire de Physique du Sol, Centre Aridoculture - Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) - BP 589 Settati, 26000 Maroc. Phone : +2121430768 ; Fax : +2123403209 ; mrabet_rachid@hotmail.com

2 - UFR Géosciences et Environnement, Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, BP 20. El-Jadida, 24000 Maroc.

programmes de transfert dans plusieurs pays, mais restent des débats à l'échelle nationale.

La présente étude traite la problématique de la dégradation des sols agricoles dans les zones semi-arides marocaines. Elle discute les perspectives de la recherche dans ce domaine et les résultats acquis. Elle présente aussi le système non-labour comme étant une technique qui permet à la fois de contrôler la dégradation (en particulier l'érosion) et d'améliorer l'efficacité d'utilisation et de conservation des ressources naturelles "sol et eau" pour atteindre une production durable en équilibre avec les potentialités naturelles des écosystèmes.

L'objectif de cet article est de susciter l'intérêt des décideurs, chercheurs et techniciens afin qu'ils puissent visualiser et comprendre l'importance de l'introduction du système non-labour dans les décisions agricoles nationales. En effet, les acquis de la recherche dans ce domaine doivent passer du stade concept (expérimental) au stade réalité (implantation). Ceci n'est possible que si l'agriculteur conçoit la technique de conservation et l'utilise. Ainsi, les données de cet article sont érigées pour servir les agriculteurs et les planificateurs dans la promotion du système non-labour dans leur milieu agricole. En effet, ce système présente une multitude d'écueils. Il vaut néanmoins la peine de relever le défi car ce paquet technologique contribuera de manière significative à une nouvelle harmonie entre les sols et les cultures au Maroc.

Concept du système non-labour

Le labour de conservation est défini comme étant toute préparation ou manipulation ne retournant pas le sol et laissant au moins 30% de résidus de récolte en surface. Plusieurs systèmes de labour de conservation ont été développés, parmi lesquels le système de semis direct. C'est une technique par laquelle une culture est semée directement dans un lit de semences non perturbé en dehors d'une saignée suffisamment large et profonde faite par un semoir spécial dont le but de déposer la semence et l'engrais. Le sol est ainsi maintenu à son état naturel et ne

suppose pas un labour préalable comme il se produit au cours d'un travail du sol conventionnel (Parr et al., 1990).

Le semis direct est une simplification plus poussée du travail du sol, qui consiste à planter une culture sans travail préalable du sol, tout en effectuant une ouverture dans le sol pour déposer la semence à la profondeur souhaitée et ceci afin d'assurer à la graine les conditions les plus favorables à la germination, la levée et la croissance pour obtenir les rendements escomptés. En d'autres termes, la couche arable superficielle n'est ni retournée, ni entraînée, ni cisailée et ni soulevée comme dans le cas des labours conventionnels. Cette simplification du travail se caractérise par une absence totale de l'action d'un outil aratoire.

Le système non-labour repose sur les 4 principes de base suivants :

• Supprimer les labours

Le travail du sol a été toujours déterminant pour l'implantation d'une agriculture durable, à la fois productive, économique, rentable et respectueuse de l'environnement. Toutefois, les conséquences de cette grande latitude ne sont pas toutes favorables, le sol labouré est sujet à des phénomènes d'érosion qui découpent la couche arable et la rendent impropre à l'activité agricole créant ainsi une double menace écologique et économique. Périodiquement, on conteste la nécessité du travail du sol, du labour en particulier ; la réduction des façons est recherchée et des techniques sans labour sont proposées.

• Semer directement

Dans le système non-labour, le semis est réalisé à l'aide d'un semoir approprié qui peut semer dans un sol non perturbé et couvert de résidus de récolte. Le semoir direct assure une fertilisation localisée et une meilleure disposition de la graine, ce qui améliore la vigueur des cultures et l'utilisation de l'eau et des éléments nutritifs par la plante. Dans les zones semi-arides marocaines et sous conditions du non-labour, le blé comme étant la culture dominante peut être semé sans effectuer des préparations du lit de semences, les pluies automnales seront utilisées par la culture et ainsi permettront une

végétation plus vigoureuse et moins susceptible aux différentes maladies et stress.

Dans le cadre de la conception et l'adaptation des outils de semis direct, Dr Abderrahmane Bouzza (Mrabet, 2000a; Dahane, 1992) a abouti au développement du premier prototype opérationnel d'un semoir direct à socs adapté aux conditions locales de sol et topographie (Mrabet et Bouzza, 1996).

• Couvrir en permanence le sol par un paillis de résidus

La couverture permanente du sol par les résidus de culture sous le système non-labour assure plusieurs fonctions qui peuvent être résumées en protectrice (érosion, évaporation, compaction) ; restructurante (agrégation) ; revitalisante du sol (forte activité biologique), nutritionnelle (pools des éléments nutritifs) ; séquestrante du carbone du sol (matière organique) et environnementale (effet de serre, températures extrêmes, ruissellement, etc).

A long terme, les résidus de récolte et les racines peuvent remplir les principaux rôles du travail du sol (aération, ameublissement, contrôle des adventices des cultures par allelopathie). En plus, le paillis crée un environnement dans lequel les variations climatiques sont amorties, il permet de réduire l'évaporation en saison sèche et garde plus longtemps l'humidité résiduelle pendant la saison pluvieuse (Mrabet, 1997). En conditions d'excès d'eau, le ruissellement est évité par la présence du paillis et le drainage est favorisé. Ces effets de tampon permettent de maintenir voire améliorer la production d'une année à l'autre.

• Lutter contre les mauvaises herbes sans perturber le sol:

Le contrôle des mauvaises herbes dans le système non-labour est totalement chimique. Ainsi, la réussite du système dépend du degré de maîtrise de l'emploi et du choix des herbicides. Toutefois, le semis direct évite la remise en condition de germination des graines d'adventices puisque aucun travail du sol n'est possible. Les rotations culturales sont aussi un moyen efficace pour réduire le

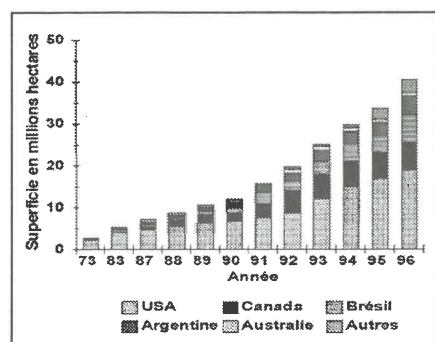
développement d'espèces de mauvaises herbes.

Historique et distribution géographique du système non-labour

Les labours de conservation ont été pratiqués en Mésopotamie, dans la vallée et le delta du Nil en Egypte et au sud d'Amérique par les agriculteurs indigènes pendant des milliers d'années. En d'autres termes, les labours réduits datent des temps de la révolution néolithique (6500 ans). Les fermiers se servaient seulement d'une branche pour creuser le sol, y mettaient la graine puis la couvraient par la terre. Cependant, le développement dans le secteur du machinisme agricole a été à l'origine de la disparition de ces techniques traditionnelles (premières formes de labour de conservation) en faveur de la mécanisation. La préparation d'un lit de semences va nécessiter alors des labours profonds et des passages répétés du matériel aratoire, ces techniques dites conventionnelles sont les seules pratiques courantes en production agricole au Maroc.

Dans les années 30, les grandes plaines des Etats Unis et du Canada ont connu une forte érosion éolienne, les décideurs ont vu alors la nécessité d'établir et de développer de nouvelles techniques de labour afin de préserver les ressources en sols et améliorer leur potentialité productive. L'alternative a débuté avec une simplification des séquences de travail du sol allant jusqu'au non-labour. La découverte d'herbicides pendant les années 60 a encouragé l'épanouissement du semis direct comme étant une technique culturale simplifiée, rapide, rentable et respectueuse de l'environnement (Figure 1).

Figure 1. Evolution dans le temps des superficies sous semis direct dans le monde (d'après Derpsch, 1998)



La technologie du semis direct est une pratique de plus en plus populaire. Aux Etats Unis d'Amérique, Allmaras et al. (1991) ont projeté que pour l'an 2010, les labours de conservation vont être pratiqués sur 63 à 83 % des terres agricoles. En effet, Derpsch (1998) a rapporté que la superficie des terres sous le non-labour a augmenté de 2.2 millions d'hectares en 1974, à 40 millions d'hectares en 1996 et 62 millions d'hectares en 2000 (Derpsch, 2001). Ainsi, en l'an 2000 le semis direct représentait 4% des terres agricoles mondiales.

Au Brésil, les techniques mécanisées du semis direct ont débuté dans les années 70. Les Brésiliens, à travers l'utilisation des systèmes de semis direct sous couverture végétale, ont essayé de reproduire les phénomènes naturels et restaurer les ressources en sol. En 1991, plus de 3.5 millions d'hectares sont cultivés en semis direct. Cette technique a pu assurer une production continue de matière organique capable de stabiliser l'écosystème du sol à long terme. Actuellement, le semis direct couvre près de 20% des terres cultivées du Brésil soit 7 millions d'hectares dont la moitié en zone intertropicale où la pluviométrie peut atteindre deux mètres d'eau en sept mois. L'adoption rapide du semis direct s'explique par l'obtention de résultats bénéfiques à court terme. Ainsi, tout en stoppant l'érosion, cette nouvelle technologie permet des rendements égaux ou supérieurs à ceux des terres labourées, les coûts diminuent grâce à une utilisation réduite d'intrants. Actuellement, le Brésil représente le deuxième pays après les Etats Unis d'Amérique qui possède la plus large superficie des terres sous le non-labour.

En Afrique, les recherches sur le semis direct ont débuté au cours des années 60, les scientifiques ont pu comparer l'effet des différentes méthodes de labour sur les propriétés du sol, sur la croissance des cultures ainsi que sur les rendements (FAO, 1993). Une étude qui a été conduite par GTZ en 1998 sur le potentiel d'utilisation du non-labour en Afrique a montré que cette technologie a été déjà utilisée dans les pays suivants : Afrique du Sud, Angola, Bénin, Ghana, Kenya, Mozambique, Niger, Tanzanie,

Zambie et Zimbabwe.

Au Maroc, les recherches sur la conservation de l'eau en milieu aride et semi-aride ont commencé en 1983 avec le concours financier de l'USAID. Toutefois, la technique non-labour est restée au stade expérimental (Mrabet, 2000a) avec des démonstrations récentes chez les agriculteurs.

A travers la Figure 1, il ressort que les systèmes de semis direct s'adaptent bien aux contraintes écologiques et socio-économiques dans plusieurs pays à travers le monde.

Le système Non-Labour : Pour rétrécir la fracture technologique en agriculture entre le Maroc et les pays du Nord.

Au Maroc, on assiste à une dégradation continue des ressources naturelles qui représente une menace importante à long terme pour la production agricole. Ces zones semi-arides sont connues par une pluviométrie aléatoire, un besoin hydrique et une faible productivité des sols. Cette dégradation des terres est le résultat d'une utilisation empirique des systèmes de labour, d'un surpâturage et d'une intensification des systèmes de culture. Ainsi, le choix des pratiques appropriées d'aménagement des terres est devenue nécessaire dans les décisions agricoles afin de maintenir la qualité des sols et aider à l'amélioration et la stabilisation des rendements (Mrabet et al., 1993). Ces pratiques englobent : une simplification des méthodes de travail du sol, rotation culturale appropriée, gestion et maintien des résidus en surface, fertilisation convenable, etc.

En 1983, Bouzza premier promoteur de la technologie du semis direct au Maroc, a entrepris des expérimentations de longue durée dont le but principal était de tester les techniques de labour de conservation déjà adoptées à travers le monde dans des zones marocaines à faible pluviométrie. Cet auteur a aussi envisagé de remplacer la jachère travaillée et réduire sinon supprimer les labours précoces de fin de saison. L'étude a concerné la région Chaouia-Abda et a permis de montrer la performance du non-labour et de la jachère chimique par rapport aux autres

systèmes de travail du sol en termes de conservation d'eau et de rendement (Bouzza, 1990). Une autre expérimentation a été conduite par Kacemi en 1987 dans les sites expérimentaux appartenant à l'INRA de Settat dans le but de comparer les systèmes du non-labour et du labour minimum au sweep dans d'autres rotations du blé avec du maïs et des légumineuses (Kacemi, 1992).

Le système Non-Labour: Pour re-établir l'harmonie entre sols et cultures au Maroc

L'adoption du système non-labour présente plusieurs avantages économiques et environnementaux qui peuvent être rapidement perceptibles par les agriculteurs.

Conservation et utilisation de l'eau

Dans les zones arides et semi-arides marocaines où les chutes de pluie sont clairsemées et peu fréquentes, l'eau est toujours une ressource importante et sa conservation représente la clé d'un épanouissement agricole durable. La technique du non-labour est la meilleure séquence de travail du sol pour la conservation de l'eau dans ces zones. Aussi, l'introduction de la jachère dans la rotation culturale améliore l'efficacité de l'utilisation d'eau pour la culture, tout en offrant une production en grain stable.

Bouzza (1990) a montré que l'efficacité du stockage d'eau peut passer de 10 % pour une jachère travaillée à 30 % pour la jachère non travaillée (chimique) (Tableau 1). Ce même auteur a rapporté que l'application de la jachère biennale (blé-jachère) est nécessaire dans les zones à pluviométrie comprise entre 180-300 mm et la rotation triennale (céréales – fourrage - jachère) entre 300-480 mm, en dessous de 180 mm aucune production en grain n'est possible et dépassé 480 mm l'eau n'est plus un facteur limitant et le management dans la jachère est inutile. Les recherches de Greb (1979) ont montré que l'efficacité de stockage d'eau par la jachère a passé de 10 à 50 % aux Etats Unis après élimination du travail du sol.

La gestion des résidus de récolte à la surface du sol représenterait aussi un moyen efficace pour lutter contre

l'érosion hydrique et éolienne et améliorer les réserves en eau (Blevins et Frye, 1993). En effet, la présence des résidus de récolte en surface protège le sol des rayons solaires et réduit les pertes en eau par évaporation (Willcoks, 1981; Al-Darby et Lowery, 1984; Mrabet, 1997).

Production

La production céréalière moyenne dans les zones semi-arides marocaines ne dépasse pas 10qx ha-1 et elle n'est pas toujours assurée. L'adoption du système non-labour peut promettre aux agriculteurs un meilleur rendement et encourager ainsi les investissements dans le domaine agricole (Mrabet, 2000a).

Déjà en 1938, Parpere a annoncé que la jachère permet de stabiliser la production en blé dans les zones semi-arides marocaines. Mais devant le changement climatique caractérisant le milieu marocain, la jachère travaillée ne permet plus d'atteindre cet objectif.

Bouzza (1990) a rapporté que pendant les années sèches le non-labour a permis un gain de rendement par rapport au labour minimum (sweep) et au labour

conventionnel. Aussi, l'application de la jachère chimique a permis des rendements en grains supérieurs et stables par contre la jachère travaillée n'a occasionné que l'irrégularité des rendements d'une année à l'autre (Tableau 2).

Erosion et Conservation des sols

Arnoldus (1977) et Karmouni (1988) ont prévenu contre l'état des sols marocains qui se détruit annuellement sous l'effet érosif des pluies et du vent et la grande sensibilité de ces sols à la dégradation. Les recherches d'impact des systèmes non-labour sur le processus d'érosion n'ont pas été réalisées dans les milieux semi-arides marocains. Toutefois, les pertes du sol par l'érosion hydrique et éolienne peuvent être maîtrisées en utilisant le système non-labour sous couverture de résidus. En effet, cette dernière inhibe l'impact des gouttes de pluie, évite le détachement des particules et ainsi réduit l'érosion des sols. Lal (1976) a signalé que les pertes d'eau et de sol sous le système non-labour d'un Alfisol en zone tropicale sont négligeables par rapport au système conventionnel

Tableau 1. Efficacité de stockage d'eau par la jachère (%) en fonction du management et du travail du sol (Bouzza, 1990).

	Management dans la Jachère Travaux du sol de saison				
	Chimique	Conventionnelle	Travaillée au Sweep	Pastorale	Moyenne
Sans labour	28	18	21	10	19
Chisel	22	19	18	10	17
Rotavator	24	18	19	10	18
Pulvériseur	24	18	20	10	18
Moyenne ^a	25	18	19	10	18

^a Moyenne de quatre années (1986-1990) à Sidi El Aydi sur un vertisol.

Tableau 2. Effet de la rotation céréalière et du travail du sol sur le rendement du blé tendre en Mg ha -1 (Bouzza, 1990; Mrabet, 2000b).

Type de labour	Sidi El Aydi ^a		Jemaa Shaim ^b	
	Blé-Blé	Blé-Jachère	Blé-Blé	Blé-Jachère
Non-Labour	1.9	3.5	1.7	3.0
Minimum Labour	1.6	3.4	1.5	3.0
Labour	1.4	2.4	1.6	2.4
Conventionnel				

a-Rendement grain moyen 1983-1992 sur sol argileux, Vertisol, total des pluies 370mm.

b- Rendement grain moyen 1983-1998 sur sol argileux, Vertisol, total des pluies 270mm.

REFERENCES

- Al-Darby A M., and Lowery B. 1984. Conservation tillage: A comparison of methods. *Agricultural Engineering* 65(10): 23-24.
- Allmaras R R, Langdale G W, Unger P W, Dowdy R H, and Van Doren D M. 1991. Adoption of conservation tillage and associated planting systems. In: Lal, R., Pierce, F.J. (Eds.), *Soil Management for Sustainability. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA*, pp. 53-83.
- Arnoldus H M J. 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *Assessing soil degradation. FAO Soils Bulletin No. 34*.
- Bessam F. 1999. Influence des travaux du sol et management des cultures sur la matière organique et sa qualité. *Diplôme des Etudes Supérieures Approfondies. Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc*. 84p.
- Blevins R L, and Frye W W. 1993. Conservation tillage: An ecological approach to soil management. *Advances in Agronomy*. 51: 33-78.
- Bouzza A. 1990. Water conservation in wheat rotations under several management and tillage systems in semi-arid areas. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln, USA. 200p.
- Dahane D. 1992. Comparaison de trois semoirs commerciaux et un semoir expérimental. *Mémoire de 3ème cycle Agronomie. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc*.
- Derpsch R. 1998. Historical review of no-tillage cultivation of crops. *Proceedings, First JIRCAS Seminar on soybean research, March 5-6, 1998, Foz do Iguaçu, Brazil, JIRCAS Working Report. N°13 : 1-18*.
- Derpsch R. 2001. Conservation tillage, no-tillage and related technologies. In. *Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture, Madrid 1-5, October. Garcia-Torres et al. (eds). Vol 1:161-170*.
- FAO 1993. Soil Tillage in Africa: needs and challenges. *FAO Soils Bulletin* 69.
- Greb B W. 1979. Reducing drought effects on croplands in the west-central Great Plains. *USDA Inf. Bull., No. 420, 31p*.
- GTZ 1998. Conserving natural resources and enhancing food security by adopting No-Tillage. *An Assessment of the potential for soil-conserving production systems in various agro-ecological zones of Africa. GTZ Eschborn, Tropical Ecology Support Program, TÖB publication number: TÖB F-5/e, 53pp*.

(Tableau 3). En plus, il a trouvé que le taux moyen d'infiltration est 0.91 et 0.30 cm/hr, respectivement pour le non-labour et le système conventionnel.

Qualité du sol

La notion de qualité du sol a été conçue avec le besoin d'une utilisation durable des sols (Karlen et al., 1997). En effet, l'évaluation de cette qualité se fait à partir des propriétés inhérentes du sol (chimiques, physiques et biologiques) qui peuvent renseigner l'utilisateur sur l'état de ces terres et permettent de prévenir un éventuel déséquilibre dans l'exploitation. Ainsi, la qualité du sol a été toujours considérée comme l'indicateur clé de la durabilité d'un écosystème.

Au Maroc, les travaux du sol ont engendré une fertilité faible et friable. En effet, sous les systèmes conventionnels, le sol est sujet à une dégradation physique et une autre chimique caractérisées par la déstructuration, la compaction, la prise en masse et surtout la minéralisation rapide de la matière organique (Mrabet et al., 2001). En plus, les risques climatiques caractérisant le milieu semi-aride marocain (répartition erratique des pluies, fortes intensités pluviométriques et fortes évaporations) augmentent l'intensité de l'effet des travaux du sol sur la productivité des cultures et la qualité du sol. D'autre part, une gestion inappropriée entreprise par les

agriculteurs marocains anéantit les objectifs visés par le travail du sol du fait des mauvais états d'établissement des cultures, des retards dans les labours et un gaspillage d'énergie pour préparer un lit de semence "propice" qui pourra évoluer à long terme en une couche compacte et dépourvue de tout élément nutritif.

L'arrêt du travail du sol, par le semis direct, transforme les sols en "puits" de carbone et assure ainsi une stabilité structurale et une richesse biochimique du sol par l'accumulation d'un taux important en matière organique. Cette dernière recycle en permanence la fertilité du sol par ses remontées biologiques, améliore la cohésion et l'agrégation et réhabilite les caractéristiques physiques et hydrodynamiques du sol (porosité, rétention d'eau, drainage (Karlen et al., 1994)).

Bessam (1999) a confirmé que la matière organique reste le facteur déterminant de l'agrégation et de la stabilité de l'écosystème, ceci est plus prononcé dans les sols cultivés en semis direct qui assure une accumulation du carbone organique en surface (Tableau 4). Une augmentation de 13 % de matière organique pendant 11 ans d'expérimentation a été enregistrée sous semis direct alors que sous le labour conventionnel la séquestration du carbone était négligeable (Mrabet et al., 2001).

Tableau 3. Pertes en eau et en sol sous les systèmes non-labour et labour à la charrue à disques (LCD) en zone tropicale, Nigeria (Lal, 1976).

Pente (%)	Pertes en eau (%)		Pertes en sol (t ha-1)	
	Non Labour	LCD	Non Labour	LCD
01	0.9	8.8	0.0002	0.04
05	2.1	24.5	0.005	0.62
10	2.4	13.6	0.001	7.62
15	2.4	21.4	0.001	6.91

Tableau 4. Effet du travail du sol sur le taux de carbone organique (%) pour trois horizons après 11 ans d'expérimentation (Bessam, 1999).

Travail du sol	0-2.5 cm	2.5-7 cm	7-20 cm
Non-Labour	2.31	1.49	1.23
Labour au Pulvérisateur à disques	1.45	1.42	1.22
Moyenne	1.88	1.45	1.22

REFERENCES

- Kacemi M.** 1992. Water conservation, crop rotations and tillage systems in semi-arid Morocco. Ph.D. Dissertation. Colorado State University. Fort Collins, CO. USA. 200p.
- Karlen D L, Wollenhaupt N C, Erbach D C, Berry E C, Swan J B, Eash N S, and Jordahl J L.** 1994. Long-term tillage effects on soil quality. *Soil & Tillage Research* 32: 313-327.
- Karlen D L, Mausbach M J, Doran J W, Cline R G, Harris R F, and Schuman G E.** 1997. Soil quality : a concept, definition and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal* 61:4 -10.
- Karmouni A.** 1988. Problèmes de l'érosion hydrique au Maroc: Importance des phénomènes et Causes. In : Séminaire National sur l'aménagement des bassins versants. 18-23 Janvier 1988. PNUD/FAO pp. 1-13.
- Kern J S, and Johnson M G.** 1993. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal* 57: 200-213.
- Lahlou S.** 1999. La qualité physique du sol sous différents systèmes de travail du sol et de management des cultures en zones semi-arides Marocaines. Diplôme des Etudes Supérieures Approfondies. Faculté des Sciences, El Jadida, Maroc. 62p.
- Lal R.** 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *Soil Science Society of America Journal* 40:762-768.
- Monnier G, P Stengel, and Bodet J M.** 1976. Conséquences de la répartition des matières organiques sur le comportement du sol. In. Simplification du travail du sol en production céréalière. ITCF, Paris, France. p: 151-165.
- Mrabet R, Bouzza A, and Peterson G A.** 1993. Potential reduction of soil erosion in Morocco using no-till systems. *Agron. Abstract* p. 323. Am. Soc. Agron. Madison, WI, USA.
- Mrabet R.** 1997. Crop residue management and tillage systems for water conservation in a semi-arid area of Morocco. Ph.D. Dissertation. Colorado State University, Fort Collins, CO. USA. 220p.
- Mrabet R, et Bouzza A.** 1996. Conservation de l'eau sous différentes rotations céréalières et systèmes de gestion des résidus de récolte en semi-aride. INRA Report. Centre Aridoculture.

Dans les systèmes d'exploitation agricole mécanisés, le sol est sous régime de culture intensive et présente une structure extrêmement instable. En régime de semis direct la seule cause de variation d'état physique du sol reste la structuration naturelle sous l'effet des cultures, du type de management, de la variation d'humidité et des conditions climatiques. Monnier et al. (1976) ont trouvé qu'entre 1970 et 1974 sur un sol limono-argileux, la stabilité structurale a augmenté considérablement surtout à la surface du sol dans le cas du semis direct. Une étude entreprise par Lahlou (1999) a pu montrer que l'apport de résidus de récolte en conditions de non-labour améliore la stabilité structurale d'un sol calcimagnésique vertique (Tableau 5), ce résultat ne peut que renforcer les données acquises par Kacemi (1992).

Récemment, Mrabet et al. (2001) ont trouvé que sous semis direct les apports de fertilisants doivent être modifiés par rapport aux apports en conditions conventionnelles du labour. En effet, le sol s'enrichit en P, N et K et s'acidifie, c'est un état critique qui peut affecter la disponibilité en éléments nutritifs (pompe biologique).

Le système non-labour reste alors une stratégie de management plus viable qui peut améliorer les indices de qualité du sol (i.e. matière organique, matière organique particulaire, potasse échangeable, phosphore, azote total, agrégation et pH) (Mrabet, 2000b).

Effet de serre

La dégradation des sols menace non seulement la sécurité alimentaire mais contribue également aux changements

climatiques planétaires. La couverture végétale et la matière organique des sols constituent un important réservoir de dioxyde de carbone (CO₂). L'exploitation du sol à travers des labours diminue assez rapidement la matière organique, augmente la quantité d'oxygène dans le sol et accélère ainsi l'oxydation du carbone et par conséquent augmente l'effet de serre'.

Reicosky (1996, 2001) a rapporté que le labour est le premier mécanisme responsable de l'émission du (CO₂) à partir du sol. Les systèmes de conservation réduisent la fréquence et la magnitude de la perturbation mécanique du sol et des résidus, réduisent les macropores remplis d'air, permettent une séquestration continue du carbone du sol et diminuent ainsi la vitesse de son oxydation (Kern et Johnson, 1993). En général, le non labour peut contribuer de manière significative à une diminution des émissions de (CO₂) en stabilisant la teneur des sols en matière organique.

Economie/ Rentabilité

Les techniques du semis direct sur couverture permanente génèrent une amélioration très nette de la productivité du travail des agriculteurs grâce à la suppression du travail du sol, la réduction d'intrants et globalement la diminution de la pénibilité du travail sur l'exploitation. La diversification et l'amélioration de la productivité induit à la fois une sécurité alimentaire pour les paysans et un accroissement de leurs revenus. L'adoption de ces techniques conçoit un développement rural et permet de gérer durablement la fertilité en étant économiquement accessibles à tous les types d'agriculteurs.

Tableau 5. Influence de travail du sol sur le pourcentage d'agrégats hydrostables après 4 ans d'expérimentation (Lahlou, 1999).

Travail du sol	0-2.5 cm	2.5-7 cm	7-22 cm
Pulvériser à disques	48	45	44
Non-labour : NL ₀ ^a	52	40	42
NL ₁	56	47	46
NL ₂	65	51	45
Non-Labour Moyenne	58	46	44
Moyenne Générale	56	46	44

a - NL₀ : Sans résidus, sol nu; NL₁ : 50% de résidus; NL₂ : 100% de résidus en surface.

REFERENCES

Mrabet R. 2000a. Differential response of wheat to tillage management systems under continuous cropping in a semiarid area of Morocco. *Field Crops Research* 66(2):165-174.

Mrabet R. 2000b. Long-term no-tillage influence on soil quality and wheat production in semiarid Morocco. In: Morrison, J.E. (Ed). *Proceedings of the 15th conference of the International Soil Tillage Research Organization, "ISTRO-2000"*. 2-7 July 2000, Forth Worth, Texas, USA.

Mrabet, R. 2001. No-tillage systems: research findings, needed developments and future challenges for Moroccan dryland agriculture. In: *Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture*, Madrid 1-5, October. Garcia-Torres et al. (eds). Vol 2:737-741.

Mrabet R, Ibno Namr K, Smali N, Ahdi M, and Saber N. 2001. Soil chemical quality and associated changes in fertilizer management for wheat in no-tillage production systems of semiarid Morocco. *Land Degradation & Development* 21:1-13.

Parpere, 1938. La jachère cultivée. La terre marocaine 106:13-15.

Parr J F, Papendick RI, Hornick S B, and Meyer R E. 1990. The use of cover crops, mulches and tillage for soil water conservation and weed control. In : *Organic matter management and tillage in humid and sub-humid Africa*. pp. 246-261. IBSRAM Proceedings. N°. 10. Bangkok.

Reicosky D C. 1996. Tillage as a mechanism for CO₂ emission from soils. In *Proceedings of International Symposium on Soil Source and Sink of Greenhouse Gases*. 14-20 September, 1995. Nanjing, China.

Reicosky, D.C. 2001. Conservation agriculture: Global environmental benefits of soil carbon management. In: *Proceedings of I World Congress on Conservation Agriculture*, Madrid 1-5, October. Garcia-Torres et al. (eds). Vol 1:3-12.

Willcoks T J. 1981. Tillage of clod-forming sandy loam soils in semi-arid climate of Botswana. *Soil & Tillage Research* 1, 323-350.

Défis et exigences d'adoption du non labour

D'après Mrabet (2001), la réussite de la technologie non-labour dans les zones arides et semi-arides marocaines nécessite :

- Le choix et l'utilisation de semoirs adéquats selon les conditions des terres et de la culture;
- La disponibilité des herbicides homologués. En effet, il est primordial de maîtriser les mauvaises herbes à travers une gestion ciblée et économe des herbicides et des rotations culturales;
- Le maintien de résidus de récolte en surface est nécessaire pour améliorer la conservation de l'eau dans le sol et enrichir les horizons en pool de carbone.

Il est donc nécessaire de faire face à d'énormes défis qui concernent tous les citoyens surtout les responsables quels qu'ils soient : chercheurs, politiciens, ingénieurs et techniciens, producteurs agricoles et industriels pour la simple cause : équilibrer entre les potentialités du sol et la pression des activités humaines. Cet équilibre n'a de chance d'être respecté que si l'Homme apprend à connaître le sol et suivre les étapes de son évolution sous les différentes pratiques de management.

Conclusion et recommandations

Au Maroc, l'agriculture restera le principal secteur économique; il serait donc indispensable de poser une stratégie de développement durable pour l'ensemble du secteur agricole en visant une utilisation respectueuse des ressources naturelles. L'enjeu réside alors dans l'adoption du système Non-Labour comme une pratique

culturelle qui permettra l'augmentation et la stabilisation des rendements, la conservation des ressources "sol et eau" et la réduction de l'effet des aléas climatiques et de l'érosion surtout en zones arides et semi-arides. Toutefois, il est recommandable de réaliser d'autres études sous des conditions édaphiques différentes qui permettront d'élargir le spectre d'adoption des systèmes de non-labour dans les sols marocains. Cette approche permettra de développer dans le futur une carte d'adaptabilité des sols aux différents systèmes de travail du sol. Le renforcement des recherches sur la technique du semis direct par la mise en place des équipes pluridisciplinaires régionales s'avère nécessaire. Il est aussi fondamental d'encourager le secteur industriel de fabrication des semoirs semis direct. Enfin, une analyse socio-économique comparative entre les systèmes de conservation et les systèmes conventionnels permettra à l'agriculteur de choisir la technique qui lui apportera le plus grand profit et y intégrer d'autres stratégies pour pouvoir réussir le système de production adopté.

Cet article sur le système non-labour est une incitation à revoir les états actuels des sols agricoles marocains et un appel urgent au changement des pratiques de labour et d'utilisation des terres en général. En d'autres termes, le système non-labour est un modèle de fonctionnement productif et stable à reproduire à l'échelle semi-aride pour réhabiliter l'agriculture marocaine. En fait, le terme "agriculture durable" prend sa juste signification sous semis direct où la production est améliorée et la protection du sol garantie. Semer sans labour est un art auquel il faut aider les agriculteurs, les agronomes et les décideurs à apprécier toutes ses valeurs.



OMMES, TERRE ET EAUX

Revue Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural

Dépôt légal 21-1971

BULLETIN D'ADHESION ET D'ABONNEMENT

— Nom, Prénom, Organisme :
— Qualité et Profession :
— Adresse :

- ☐ Je désire adhérer à l'ANAFID :

(Cotisation : 2000 DH pour les personnes morales, 100 DH pour les personnes physiques)
pour les adhérents à l'ANAFID l'abonnement à la revue est compris dans la cotisation

- ☐ Je désire souscrire un abonnement à la revue au titre de l'année 2000

(Tarif : Maroc : 100 DH, Etranger : 300 DH, Etudiants : 50 DH)

- ☐ Je désire recevoir votre revue en échange de

- ☐ Je joins à la présente un chèque bancaire de

Payable a l'ordre de l'ANAFID (Prière d'adresser le chèque au Secrétariat de l'ANAFID)

- ☐ Je demande l'établissement d'une facture au nom de

ADRESSE ANAFID : RUE HAROUN ERRACHID, AGDAL - RABAT
☎ 67.03.20 / FAX 67.03.03
Email anafid@acdim.net.ma

N.B : Le modèle du bulletin d'adhésion et d'abonnement figure sur le site web de l'ANAFID

SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE



SO.DE.A.



ARBORICULTEURS !

*L'avenir de vos plantations dépend d'abord
de l'origine des plants en pépinière*

LA SO.DE.A. vous assure:

⇒ **La Qualité**

⇒ **L'Authenticité variétale**

⇒ **A des prix étudiés, mais aussi des conseils**

Pour vos commandes en plants d'agrumes, vigne, amandier, abricotier, cerisier, cognassier, néflier, pêcher, nectarinier, prunier, poirier, pistachier, pommier, olivier, avocatier, bananier et plantes ornementales.

CONTACTER:

✓ SO.DE.A. Rabat: Tél.: (037) 77.08.25 • Fax: (037) 77.45.98 / (037) 77.15.14 • Telex: 316.75 M
✓ ou le Département régional le plus proche de votre plantation pour vous assurer les meilleurs services.

SO.DE.A. Siège: Av. Haj Ahmed Cherkaoui • B.P. 6280 Rabat Instituts



ANAFID
Association Nationale des Améliorations Foncières,
de l'Irrigation et du Drainage