

Numéro spéciale:

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES POLITIQUES D'IRRIGATION: CONSIDÉRATION MICRO ET MACRO ÉCONOMIQUES

(1^{ère} Partie)

PREAMBULE

La rareté de l'eau est plus que jamais un problème qui se pose avec acuité. La croissance de la demande alimentaire, l'exigence pressante de l'amélioration des standards de vie et la prise de conscience de la nécessité de la préservation de l'environnement sont ont aurant de facteurs qui, aujourd'hui, impose aux Etats de trouver de meilleures méthodes de gestion de leurs rares ressources en eau douce. Si par le passé des efforts considérables ont été déployés pour la mobilisation et la maîtrise technique de l'offre de l'eau, les politiques de gestion de la demande ont été sous-utilisées et, le plus souvent, peu comprises. Dans un contexte de rareté de la ressource, une gestion efficiente de la demande est essentielle. Une telle gestion nécessite une meilleure compréhension des considérations à la fois micro et macro économiques comme celles des modes d'organisation et de négociation pour l'exploitation de la ressource.

NOTE DE SYNTHÈSE

L'Association Marocaine des Agro-Economistes (AMAECO) et l'Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation et du Drainage (ANAFID) ont organisé, du 15 au 17 juin 2002 à Agadir -Maroc, une conférence internationale sur le thème "Politique de l'Irrigation: Considérations micro et macro-économiques".

Cette conférence a été co-parrainée par plusieurs institutions et organismes nationaux et internationaux: (voir encadré)

La séance d'ouverture a été présidée par Monsieur le Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts. Dans son allocution, Monsieur le Ministre a relevé l'importance du thème traité par cette conférence compte tenu des problèmes pressants de rareté de l'eau, de sécheresses fréquentes et des besoins croissants multi-sectoriels en eau pour un développement soutenu des pays du pourtour méditerranéen du sud dont le Maroc. Après avoir passé en revue les efforts déployés par le Royaume du Maroc en matière de mobilisation de ses ressources en eau et d'aménagements hydro-agricoles, Monsieur le Ministre a donné les grandes lignes du plan national de

l'économie de l'eau dans le secteur de l'irrigation. Ce plan cherche à établir une bonne adéquation entre l'offre et la demande en eau, en agissant plus particulièrement sur la compression de la demande à travers l'amélioration des efficiences d'utilisation de l'eau d'irrigation, la réduction des pertes et gaspillages de l'eau et l'amélioration des services de l'eau rendus aux agriculteurs.

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

- Axe 1:** Les contraintes, réformes et le futur de l'agriculture irriguée;
- Axe 2:** Les aspects institutionnels liés à la gestion de l'eau d'irrigation ;
- Axe 3:** Les aspects économiques liés à la gestion de l'eau d'irrigation ;
- Axe 4:** La gestion de l'eau au niveau du bassin hydraulique ;
- Axe 5:** Les politiques des prix et de recouvrement ;

**Association Marocaine de l'Agro-Economique (AMAECO)
et**

**Association Nationale de l'Amélioration Foncière, d'Irrigation et de drainage
(ANAFID)**

En association avec:

**ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts
(MADREF)**

Institut Agronomique et Vétérinaire, Hassan II (IAV)

Banque Mondiale (WB)

Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et Agriculture (FAO)

Agence Internationale pour le Développement (USAID)

**Centre National des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
(CIHEAM)**

**Centre National des Politiques Alimentaires et Agricoles (CIFAP), Minnesota
Consortium International de l'Eau et des Ressources Economiques(IWREC)
Institut International de la Gestion de l'Eau (IWMI)**

Axe 6: La gestion et la tarification de l'eau d'irrigation dans la région méditerranéenne ;

Axe 7: Les allocations sectorielles des ressources en eau ;

Axe 8: La politique de l'eau et la durabilité des projets d'irrigation ;

Axe 9: Les changements climatiques et ses impacts sur l'irrigation et l'environnement.

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

La présente note présente la synthèse générale de l'ensemble des rapports partiels de synthèse des sessions de conférence. Les points focaux de discussion ainsi que les principales conclusions et recommandations, dégagées des travaux de cette conférence, sont présentés, ci-dessous, par axe thématique.

Axe 1 : Contraintes, réformes et futur de l'agriculture irriguée.

1.1. L'irrigation contribue de façon significative à la production agricole et à la sécurité alimentaire dans le monde. Celle-ci sera appelée à connaître un accroissement global d'au moins 20 % durant les 30 années prochaines. Les consommations en eau du secteur irrigué connaîtront une augmentation globale de 14 %, durant la même période, alors que l'amélioration des efficacités globales de l'irrigation ne dépassera pas un accroissement de 4 à 5 %.

1.2. La pression croissante exercée sur les ressources en eau ainsi que leur rareté relative nécessitent l'adoption d'une stratégie volontariste d'économie de l'eau en accordant une attention

particulière aux aspects de gestion intégrée de l'eau visant à améliorer les efficacités de son usage, à réduire les pertes et valoriser le rendement du mètre cube d'eau utilisé en agriculture irriguée.

1.3. La tarification de l'eau d'irrigation traduit des choix politiques, économiques et sociaux et de ce fait, elle varie d'un pays à l'autre. Un calcul explicite du prix de l'eau d'irrigation doit intégrer aussi bien les composantes de coût afférentes à la mobilisation, la gestion et la maintenance des infrastructures (service de l'eau) que les éléments de coût liés aux risques engendrés par la déperdition de la ressource en eau (cas des nappes souterraines) et/ou de dégradation de l'environnement.

1.4. Le concept du "marché de l'eau" a été mis en œuvre sur le terrain dans plusieurs régions du monde; cependant les succès de cette pratique libérale de gestion de l'eau restent très limités. Plusieurs contraintes d'ordre légal, institutionnel, technique et économique constituent de sérieuses entraves au développement du "marché d'eau". La question fondamentale posée est la suivante: "le marché de l'eau constituera-t-il une alternative aux modes existants de gestion et d'allocation des ressources en eau dans les zones caractérisées par une rareté aiguë et une forte pression sur l'eau" ?

Axe 2 : Aspects institutionnels

2.1. Les institutions impliquées dans la gestion de l'eau d'irrigation jouent un rôle capital dans l'utilisation rationnelle et efficiente de ces eaux.

Les expériences vécues par les différents pays soulignent l'importance primordiale dans l'implication et la participation effective des agriculteurs, à travers des organisations réellement représentatives, dans la gestion de l'eau d'irrigation.

2.2. Dans le nouveau contexte international marqué par la libération et le désengagement des Etats, les agences de gestion de l'irrigation se doivent d'adopter une politique

adaptée de gestion intégrée des ressources en eau favorisant le dialogue, la concertation et la responsabilisation des usagers de l'eau ainsi que leur encadrement en vue de l'utilisation efficiente et la valorisation de l'eau d'irrigation. Des outils appropriés et transparents de tarification, incitation et de police des eaux doivent être adoptés.

Axe 3: Aspects économiques et marché de l'eau

3.1. L'évaluation des expériences vécues sur le terrain relatives aux marchés de l'eau ne semble pas être positive et ne constitue pas une référence à suivre pour l'instant. Le prix de l'eau constitue un des leviers le plus déterminants dans les transactions d'eau entre différents opérateurs dudit marché.

3.2. Un certain nombre de conditions minimales doivent être satisfaites pour que le marché de l'eau joue un rôle de taille dans l'allocation efficace et optimale des ressources en eau; ces conditions sont :

a. Une bonne connaissance et caractérisation des demandes sectorielles de l'eau ;

b. La recherche d'un meilleur compromis entre l'efficacité et l'équité, d'une part, et les droits d'usage et les mécanismes du marché d'autre part;

c. Une bonne maîtrise des systèmes de gestion intégrée et d'allocation des ressources en eau se basant sur l'analyse de toutes les variables aussi bien physiques, biologiques que sociales.

Axe 4: Tarification et économie de l'eau.

4.1. Les politiques de l'irrigation doivent jouer un rôle de régulation par rapport aux objectifs d'équité, de protection des ressources naturelles et de création de marché de l'eau.

4.2. La tarification comme instrument d'économie de l'eau n'aura pas d'effet tant qu'elle ne fait pas de relation entre les volumes d'eau disponibles et le prix de l'eau d'irrigation. Elle doit tenir compte aussi du niveau de contrôle sur la

ressource et la stratégie de son allocation.

- 4.3. La politique de tarification et de recouvrement de l'eau d'irrigation doit viser à garantir la maintenance et le renouvellement des infrastructures d'irrigation en même temps qu'à assurer un bon service de l'eau aux usages agricoles.

Axe 5: Gestion de l'eau à l'échelle des bassins hydrauliques

- 5.1. Une gestion rationnelle des ressources en eau requiert la mise en œuvre d'une politique de gestion intégrée et autonome des ressources en eau au niveau des bassins hydrauliques (unités physiques les plus adaptées à la planification et la gestion de toutes les ressources en eau qu'elles soient de surface ou souterraine).
- 5.2. La gestion intégrée de l'eau au niveau du bassin hydraulique requiert l'utilisation d'instruments appropriés de modélisation des systèmes physiques et biologiques que des facteurs économiques permettant ainsi la définition de scénarios d'allocation optimale et de gestion économe et rentable des ressources en eau.
- 5.3. Face à la rareté de l'eau, d'une part et l'accroissement de la concurrence multisectorielle des besoins en eau, d'autre part, l'adéquation entre l'offre et la demande en eau ne peut se réaliser en grande partie, que par la gestion de la demande notamment dans le secteur de l'irrigation. Cette dernière doit, non seulement, prendre en considération les aspects techniques liés à l'amélioration de l'efficacité d'usage des eaux agricoles, mais aussi les éléments incitatifs à une meilleure valorisation économique des eaux d'irrigation (choix des spéculations qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation).

Axe 6: Politique de tarification-recouvrement des redevances de l'eau d'irrigation.

- 6.1. La tarification n'est pas une fin, en soi, car elle a des retombées

sociales, économiques, politiques et environnementales.

- 6.2. La mise en œuvre d'une politique de tarification et de recouvrement des redevances d'eau d'irrigation doit prendre en considération les conditions socio-économiques locales, régionales et/ou nationales de même que les orientations macro-économiques de développement sectoriel de l'agriculture irriguée. La composition du prix de l'eau doit intégrer les éléments adaptés aux contextes spécifiques des projets d'irrigations visant à assurer en même temps que le développement agricole, la protection et l'économie de la ressource en eau.

Axe 7: Gestion de l'eau au niveau du bassin méditerranéen.

- 7.1. Le bassin méditerranéen étant caractérisé par une plus grande rareté de l'eau, notamment dans la rive sud, accorde une plus grande importance à l'économie de l'eau dans son secteur irrigué qui en consomme près de 80 % des volumes mobilisés.
- 7.2. Les usages de l'eau agricole doivent jouer un rôle capital dans la gestion économe et la valorisation de l'eau d'irrigation surtout dans un contexte caractérisé par les aléas climatiques et la pénurie des ressources en eau. Une attention particulière doit être accordée à la question de durabilité de la gestion de l'eau d'irrigation par les associations d'usagers des eaux agricoles.
- 7.3. Le concept de l'eau comme "bien économique" n'est pas accepté partout, notamment dans la zone du Moyen Orient. La mobilisation et la gestion de l'eau engendre un coût mais ne peut constituer un bien marchand, et de ce fait les droits des peuples à l'accès à l'eau doit être garanti conformément aux conventions internationales pour la gestion des bassins hydrauliques internationaux.
- 7.4. La constitution d'un réseau d'étude et de réflexion sur les questions de

gestion et de tarification de l'eau d'irrigation dans le bassin méditerranéen a été vivement souhaitée. L'Institut Agronomique Méditerranéen de Bari (Italie) s'est engagé à étudier les modalités de mise en œuvre de ce réseau.

Axe 8: Changements climatiques et leurs répercussions sur l'irrigation et l'environnement.

- 8.1. Dans le but de mieux comprendre les changements climatiques, il est nécessaire de mettre en place des observatoires de sécheresse et de renforcer les réseaux de stations agro-météorologiques en veillant à élargir la gamme des paramètres mesurés. Un système approprié d'informations et d'alerte précoce de ces phénomènes doit être mis au service des décideurs, gestionnaires et agriculteurs.
- 8.2. Face aux défis de la baisse de la ressource et de l'augmentation de la demande en eau, il serait opportun de recourir à l'usage des eaux non conventionnelles dans le secteur de l'irrigation, cette pratique doit veiller, cependant, au respect des conditions d'hygiène et normes de qualité requises (particulièrement dans la réutilisation des eaux usées).
- 8.3. Une gestion rationnelle des eaux d'irrigation doit prendre en considération aussi bien les considérations d'aléas de la ressource que les répercussions environnementales engendrées par le développement de l'irrigation et des activités socio-économiques qui en découlent. La durabilité des projets d'irrigation est une problématique assez complexe mais vitale qui requiert une synergie et une concertation entre plusieurs spécialistes: décideurs, gestionnaires, chercheurs, techniciens et usagers de l'eau.

Abdellah BEKKALI
Président de l'ANAFID

Hassan SERGHINI
Président de l'AMAEco

Abdelhafid BEBBARH
Directeur de l'ENA - Meknès

FREINS SOCIO-ECONOMIQUES A LA VALORISATION DE L'EAU DANS LES GRANDS PERIMETRES IRRIGUES AU MAROC

Cas du Gharb.

A. El Hasnaoui *, A. Boulassel**, M. Raki***

INTRODUCTION

Les ressources en eau au Maroc sont potentiellement limitées. Les eaux mobilisables par les moyens technologiques s'élèvent à 21 milliards de m³. La concurrence sur ces ressources ne cesse d'augmenter entre les différents secteurs utilisateurs, à savoir l'agriculture, l'eau potable et l'industrie. Le secteur agricole, qui consomme 92 % des eaux mobilisées, est appelé à utiliser l'eau d'irrigation à travers une valorisation raisonnée de cette ressource et, surtout, sa préservation pour les générations futures.

Au Maroc les grands périmètres irrigués auront à jouer un rôle important pour une plus grande participation à la sécurité alimentaire et à la couverture des besoins des exportations marocaines sur le plan quantitatif et qualitatif. L'exploitation des périmètres irrigués devrait se faire tout en préservant le patrimoine productif comprenant aussi bien la terre, les réseaux de transport et de distribution de l'eau que le précieux facteur de production qu'est l'eau d'irrigation.

1. PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Le périmètre irrigué du Gharb (PI) fait partie des régions qui ont bénéficié d'investissements importants en matière d'aménagement hydro-agricole. La région du Gharb recèle d'énormes potentialités de par l'importance des terres irrigables (250 000 has), des superficies irriguées (120 000 has) et du potentiel hydrique mobilisable (6 milliards de m³). Elle a connu un développement considérable de l'agro-industrie¹.

Cependant les résultats réalisés au niveau des productions agricoles sont loin d'être satisfaisants : les niveaux de rendement sont en deçà de ceux prévus par les études de factibilité et, surtout, le très faible taux d'intensification cultural² est relativement faible. Ce taux est de 91% alors qu'il devrait atteindre un minimum de 135 %. Il révèle une sous utilisation des équipements et des aménagements mis en place. Le manque à gagner en matière d'intensification est estimé à 52800 has irriguées qui pourraient générer des productions dont la valeur est estimée à 1 milliard de DH et une valeur ajoutée de 500 millions de DH.

Partant de ces résultats, un diagnostic sur le terrain a été effectué pour identifier les facteurs de blocage à une intensification raisonnée, rentable et durable dans le PI du Gharb. C'est dans cette optique que l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en collaboration avec l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb (ORMVAG) a commandité auprès du Centre International de la Recherche Orientée vers le Développement (ICRA) une étude qui avait pour objectif de formuler et de mettre en place un programme régional de recherche-développement à court, moyen et long terme en vue de réaliser une intensification raisonnée dans le PI du Gharb.

Le concept de l'intensification utilisé dans cette étude recouvre à la fois l'augmentation du taux d'intensification cultural et l'amélioration des niveaux de productivité des spéculations pratiquées par les agriculteurs.

Les objectifs spécifiques de cette étude peuvent être résumés comme suit :

- identifier et analyser le rôle des différents acteurs impliqués dans l'intensification
- identifier les différents modèles de ferme en se basant sur les critères d'intensification
- faire ressortir les atouts et faiblesses des différents modèles de ferme
- identifier et hiérarchiser les contraintes à l'intensification
- analyser certains indicateurs technico-économiques liés à l'intensification.

En vue de réaliser ce travail, une équipe interdisciplinaire composée de cinq chercheurs a été mobilisée pendant trois mois. La méthodologie utilisée pour élaborer le diagnostic est basée sur une approche participative intitulée : Diagnostic par Validation Etagée (voir tableau n°1).

2. ENVIRONNEMENT ECOLOGIQUE, INSTITUTIONNEL ET SOCIO-ECONOMIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Avant d'aborder les facteurs de blocage à la valorisation de l'eau d'irrigation, il est utile de commencer par présenter l'environnement écologique, institutionnel, organisationnel et socio-économique qui influe sur le niveau de l'intensification dans le PI du Gharb.

2.1. L'environnement écologique

Le PI du Gharb est confronté à plusieurs menaces liées aux modes d'utilisation et d'exploitation du milieu. En premier lieu vient le problème de salinité des sols due essentiellement d'une part au mauvais drainage et à la réutilisation de ces eaux pour l'irrigation ; et d'autre part à l'utilisation par certains agriculteurs des canaux de drainage pour le transport de l'eau de l'oued vers

* INRA - Maroc.

** INRA - Algérie.

*** IAV Hassan II.

1. Dans le Gharb, il existe trois sucreries de betterave, deux sucreries de canne à sucre, trois rizeries, une unité laitière, sept minoteries, cinq unités de conditionnement des agrumes et une unité d'extraction de jus d'orange

2. Le taux d'intensification cultural est défini par le rapport de la superficie totale cultivée au cours de la campagne sur la superficie totale équipée.

Tableau n°1 : Outils utilisés dans le Diagnostic par Validation Etagée (DVE) .

Niveaux	Outils MAR, PRA, PRA...	OBJECTIFS	ACTEURS	RESULTATS ESCOMPTEES
ETAGE SUPERIEUR.	Atelier : • Brainstorming Contact personnes ressources.	✓ Clarifier et Comprendre. ✓ Impliquer dès le départ L'ORMVAG dans le processus de production des résultats	✓ Cadres de l'ORMVAG ✓ Chercheurs ✓ La profession	• Clarification de la problématique • Identifier les intérêts et les attentes des acteurs
ETAGE INTERMEDIAIRE.	Atelier : • Visualisation • Carte participative • Brainstorming • Contact semi- structuré	Comprendre la vision des agents de base et les impliquer dans la production des résultats	Agents de base d'Arrondissement et des CDA Les Aiguadiers	• Vision des agents de base par rapport à l'intensification • Contraintes de blocage selon ces acteurs .
ETAGE A LA BASE	Transect Ateliers Enquête : • Semi- structurée • Sondéo • Matrice de préférence • Autres	• Toucher la diversité • Zonage • Identifier les modèles de fermes • Identifier les contraintes • Comprendre la logique des agriculteurs	Agriculteurs • Organisés • Non organisés	• Vision des agriculteurs • Contraintes de blocages selon les agriculteurs • Stratégies et objectifs des agriculteurs • Modèles de fermes

Processus Itératif

leurs parcelles. Parfois même les canaux d'assainissement sont utilisés pour le transport de l'eau d'irrigation. En second lieu on trouve les polluants chimiques et les rejets industriels. En effet la pollution agricole due à l'usage excessif des engrais chimiques et des produits phytosanitaires affecte les sols, les eaux souterraines et de surface, et les insectes non nuisibles. La raréfaction des insectes utiles comme les abeilles trouve, sans doute, son origine dans l'utilisation abusive des produits phytosanitaires. En outre, la pollution due aux rejets des déchets industriels dans l'oued Sebou vient aggraver la situation, sachant qu'une grande partie de la population rurale utilise cette eau à des fins alimentaires

2.2. L'environnement institutionnel

L'environnement institutionnel est dominé par deux éléments : la vétusté du code des investissements agricoles

(CIA) et la complexité des statuts fonciers.

Le CIA a été élaboré il y a près de trois décennies. Ce code est caduc par rapport à l'évolution de la situation de l'agriculture au niveau national et international. Il est nécessaire de procéder à refonte de ce code. La situation du morcellement qui est devenu un problème central doit être examinée lors de cette relecture. Il en est de même de la question de l'assainissement des statuts fonciers. Les exploitations en Melk connaissent un niveau d'intensification relativement meilleur par rapport aux autres formes de statuts fonciers. La professionnalisation de l'agriculture passera obligatoirement par le règlement de la question foncière.

2.3. L'environnement organisationnel

La question des associations des usagers d'eau d'irrigation (AUEA) mérite d'être

examinée. Il s'agit de savoir pourquoi ces AUEA n'ont pas pu participer, comme cela est prévu par les textes juridiques de leur création, à la planification, la gestion et l'entretien des infrastructures d'irrigation. Les AUEA devaient s'approprier de la gestion de l'irrigation, ce qui logiquement devait améliorer la transparence dans la distribution de l'eau, faciliter la circulation de l'information, et même réduire les coûts d'entretien. Or, le partage des tâches et des charges qui était prévu n'a pas donné ses fruits. La restitution par l'ORMVAG de 20 % des redevances en eau d'irrigation aux AUEA n'a pas eu lieu du fait que le ministère des finances n'a pas approuvé cette disposition (Rapport du conseil d'administration ORMVAG, 2000).

D'autres raisons expliquent le non fonctionnement des AUEA, entre autres, le fait que leur création a été

beaucoup plus due à une exigence du bailleur de fond qu'à une propre initiative des agriculteurs.

2.4. L'environnement socio-économique

Le Maroc a pris plusieurs mesures pour inciter les agriculteurs à consommer l'eau dans leurs activités de production. A noter que le prix de l'eau se trouve parmi les plus bas dans les pays présentant des ressources en eau limitées (0.26 DH/m³ pour le gravitaire). Cependant, l'un des problèmes majeurs auquel se heurte le développement de l'agriculture est celui de l'organisation des circuits de commercialisation qui livrent les agriculteurs entre les mains des intermédiaires. Si certaines grandes exploitations ont en général accès directement aux marchés (exportation, marchés de gros...), il n'en est pas de même pour les petits agriculteurs. L'outil de production ne pouvant être amélioré reste obsolète et toute possibilité d'évolution se trouve bloquée.

La structure sociale de la zone est fortement conditionnée par le fait que les exploitations agricoles sont menacées d'éclatement en raison du statut de l'indivision et du morcellement par héritage. Cette situation se traduit en l'espace de trois générations par le passage d'une situation de grand propriétaire unique à celle d'une multitude de micro-propriétaires. En outre, le problème de l'attribution du droit d'accès à l'eau à un seul héritier vient aggraver la situation en créant des conditions défavorables à l'intensification. Les autres descendants qui sont privés de ce droit constituent un réservoir pour l'exode rural. Le phénomène de terres abandonnées est nettement perceptible dans certaines parties du périmètre.

3. LES MODELES DE FERMES

L'équipe ICRA a pu identifier quatre modèles de fermes représentatives à savoir :

- 1) les exploitations agricoles de type entrepreneurial.
- 2) les exploitations agricoles en situation d'accumulation.
- 3) les exploitations agricoles à la recherche de leur survie (les sans-terres).

4) les exploitations agricoles à la recherche du maintien de leur stabilité.

Ces modèles ont été construits au fur et à mesure de l'avancement du diagnostic participatif par une compréhension progressive des contraintes, des logiques et des stratégies développées par les agriculteurs. Seul le dernier modèle de ferme le plus répandu dans le PI du Gharb sera abordé dans ce présent travail.

Exploitations agricoles à la recherche du maintien de leur stabilité : sous ce vocable, on peut situer des exploitations qui présentent certains traits dominants.

D'abord tout le travail sur l'exploitation est la plupart du temps exécuté par les membres de la famille (6 à 10 personnes par ménage). De même les journées de travail excédentaires sont vendues sur d'autres exploitations agricoles. La propriété de la terre est soit du Melk, du collectif, de la réforme agraire, ou des formes combinées de ces différents types de propriété. Ces exploitations pratiquent une gamme variée de spéculations en rapport direct avec les stratégies développées par chacune d'elles, ainsi on trouve : du blé, de la canne et de la betterave à sucre, du bersim, tournesol, maïs...etc. En dehors du petit équipement, les productions sont entièrement dépendantes de la location du matériel agricole des prestataires. L'élevage laitier bovin (1 à 3 têtes) est commun à presque toutes ces exploitations ainsi que celui des ovins (7 à 15 têtes) ou les deux associés. Toutes les informations montrent une orientation de ce système de production vers l'élevage. Cependant dans la plupart des cas les possibilités d'augmentation du cheptel sont très faibles, en raison du manque d'espace et des superficies qui peuvent être consacrées uniquement aux cultures fourragères sans entraver les autres productions. La place de l'élevage s'explique par le fait qu'il représente une valeur refuge plus sûre que le réinvestissement dans d'autres activités agricoles. L'alimentation de la famille est assurée par le blé dont les sous-produits (paille et son) sont destinés au bétail. Le bersim, culture fourragère très importante dans le PI du Gharb, il

constitue le pilier du système de production de ces exploitations agricoles. En effet toutes les acrobaties sont faites pour assurer sa production. Ainsi les agriculteurs n'hésitent pas à détourner une quantité d'eau d'irrigation destinée aux cultures sucrières notamment pour irriguer le bersim. De même certains agriculteurs continuent à pratiquer le riz, principalement pour valoriser l'eau résiduelle par la culture de bersim. Les productions de betterave à sucre, de canne à sucre et de riz sont livrées aux usines. Le reste des productions animales et végétales sont écoulées sur les souks.

Cependant, la place des intermédiaires dans le circuit de commercialisation est très importante.

La majorité des exploitations agricoles sont menacés par le surendettement.

Paradoxalement on trouve un niveau d'endettement relativement faible quand il s'agit d'exploitation de type Melk. Ceci s'explique par le fait que les agriculteurs disposant de leur titre foncier, ont un bien à préserver contrairement aux autres ; ce qui se traduit par une attitude d'extrême prudence face à l'endettement. Ceux qui n'ont pas de titre foncier, laissent généralement un niveau d'endettement qui peut à la longue conduire à l'abandon de l'activité agricole. En outre, quand l'épargne est générée, les réflexes d'investissement tournent autour de l'habitat et du bétail (voir schéma n°1: fonctionnement du modèle de ferme le plus dominant au niveau du PI du Gharb).

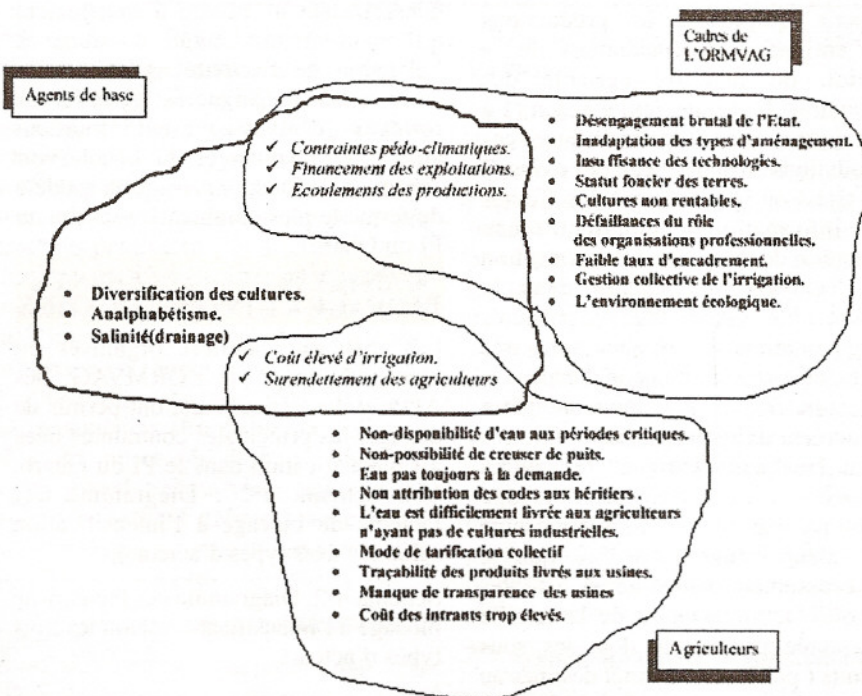
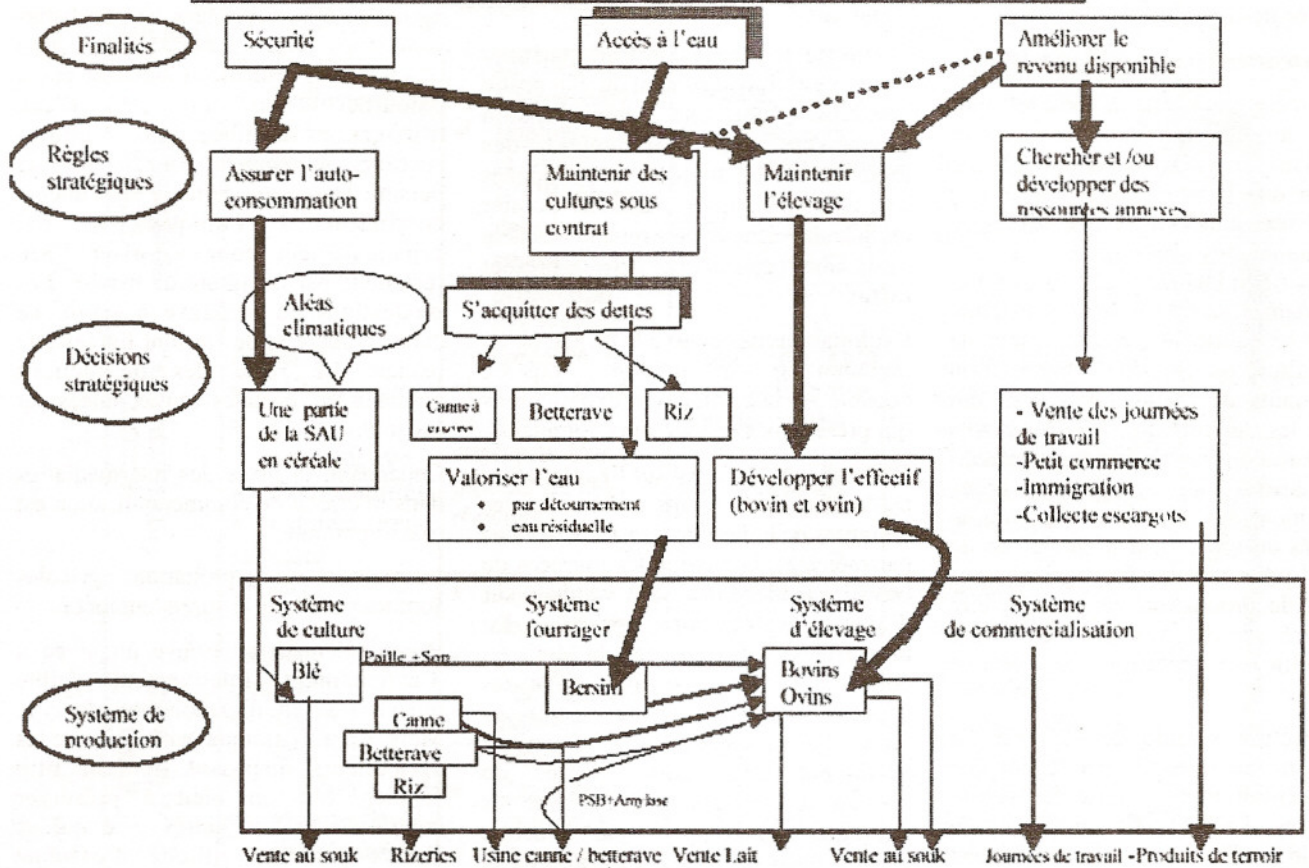
4. ANALYSE DES FACTEURS DE BLOCAGE A L'INTENSIFICATION

Les différents ateliers organisés au niveau du siège de l'ORMVAG, des ADA et des agriculteurs, ont permis de dégager les principales contraintes liées à l'intensification dans le PI du Gharb. Voir schéma n°2 : Diagramme des facteurs de blocage à l'intensification selon les trois types d'acteurs).

Schéma n°2. Diagramme des facteurs de blocage à l'intensification selon les trois types d'acteurs

Trois constatations importantes se dégagent de l'analyse du diagramme des

Schéma n°1 : Fonctionnement du modèle de ferme le plus dominant du périmètre irrigué du



contraintes à l'intensification formulées par les trois types d'acteurs à savoir que:

1. les visions diffèrent d'un niveau d'acteurs à l'autre. Ainsi il n'y a aucune contrainte commune formulée par les trois types d'acteurs, cependant on peut signaler que les agents de base et les agriculteurs convergent sur deux points à savoir le coût d'irrigation et le surendettement.
2. la quasi-totalité des contraintes présentés par les trois types d'acteurs sont d'ordre institutionnel, organisationnel, environnemental et socio-économique.
3. les contraintes formulées par les agriculteurs sont claires, bien explicites et se focalisent sur deux points principaux à savoir les difficultés d'accès à l'eau et la non transparence des relations des usines avec les producteurs.

Dans ce présent travail nous allons nous limiter aux principales contraintes à l'intensification formulées par les agriculteurs du PI du Gharb.

4.1. Problèmes liés à l'eau d'irrigation

4.1.1. Coût élevé de l'eau d'irrigation.

Il a été constaté que certains agriculteurs qui demandent une main d'eau de 30 l/s ne reçoivent à leurs parcelles très souvent qu'un débit qui oscille autour de 15 l/s, ceci est dû aux pertes d'eau importantes sur réseau, ce qui se traduit par une surfacturation par rapport à la consommation réelle de l'eau d'irrigation, ce qui n'encourage pas l'agriculteur à pratiquer des cultures très dépendantes de l'eau du réseau d'irrigation.

Le remplacement des cultures industrielles par le blé dur ou le blé tendre sous régime pluvial dans le PI du harb constitue une réponse des agriculteurs au coût élevé de l'irrigation.

4.1.2. La gestion du matériel mobile d'irrigation (MMI)

- Le mauvais état du matériel: Cette contrainte particulièrement présente dans l'aspersif est assimilable aux mauvais états des canaux portés dans le gravitaire. Ce matériel est en propriété commune d'un groupe d'agriculteurs.

Il a été constaté que les fuites le long des tuyaux ne permettent pas d'asperger sur un rayon prévu de neuf mètres. La plupart du temps ce rayon se situe autour de six mètres et les fuites qui coulent le long des drains font prolonger le temps d'irrigation, ce qui se traduit par une surfacturation de l'eau d'irrigation.

- Difficultés de gestion du matériel mobile d'irrigation: L'utilisation collective du MMI n'est pas respectée par les usagers. Le plus souvent ce matériel a été partagé entre les exploitants du même bloc. Ce partage ne permet pas d'assurer l'irrigation selon les normes arrêtées. Cette situation s'est aggravée avec la libération des assolements. Un exploitant qui détient une partie du MMI et qui est situé en aval de la borne éprouve les difficultés d'irriguer une culture si les autres agriculteurs n'ont pas mis à sa disposition le reste du MMI qu'ils détiennent (en raison d'absence, problème de gardiennage, de conflits etc.). L'agriculteur doit payer alors

une main d'œuvre supplémentaire pour récupérer chez les autres irriguants le MMI.

4.1.3 Relation conflictuelle entre les gestionnaires de l'eau et les agriculteurs

Dans le périmètre irrigué du Gharb, il existe un sentiment permanent de méfiance des agriculteurs vis à vis du processus de distribution de l'eau. A cela s'ajoute la complexité et la lourdeur administrative liées à la gestion de l'eau. Le second fait marquant c'est que les agriculteurs tout en se plaignant du coût élevé de l'irrigation et non du prix de l'eau, c'est à dire du surcoût généré par les pertes sur le réseau, ne procèdent jamais à un entretien quel qu'il soit au niveau de leurs parcelles. En effet une importante détérioration de l'état du nivellement des parcelles de certains agriculteurs est bien visible au niveau du PI. Cette situation rend l'irrigation gravitaire difficile (répartition non uniforme de l'eau dans la parcelle) et augmente le temps consacré à sa réalisation.

En outre, l'utilisation frauduleuse de l'eau (pompage clandestin) combinée avec des actes de vandalisme est très répandue dans certains secteurs du PI. Tout cela, est exacerbé par l'inégalité des agriculteurs face à l'accès à l'eau. Certains ont le droit de pomper dans l'oued et aussi de creuser des puits et forages. D'autres sont pénalisés quand ils irriguent une culture pour laquelle ils ont investi toutes leurs ressources et qu'ils risquent de tout perdre uniquement parce que, les demandes en heure d'irrigation n'atteignent pas les 420 heures (Seuil minimum pour faire démarrer la station de pompage). D'autres contraintes sont à l'origine des conflits entre les agriculteurs et les gestionnaires de l'eau à savoir :

- L'eau d'irrigation n'est pas toujours fournie à la demande: Avec la libéralisation des assolements, il est très difficile de trouver dans une sole (parcelle regroupant plusieurs agriculteurs) la même culture à la même période comme le souhaite l'ORMVAG pour une bonne gestion de l'eau. Un agriculteur qui veut prendre l'initiative de pratiquer une culture différente de celle pratiquée par les autres agriculteurs de la même

sole ne peut pas se voir accorder le droit d'irrigation. Plusieurs agriculteurs ont proposé la mise en place d'un bassin au niveau de chaque sole à partir duquel, ils pouvaient faire un pompage privé sur leurs parcelles (s'inspirer du canal Boumaiz). De même d'autres souhaitent que l'ORMVAG se dote d'un matériel de pompage adapté à la politique de libéralisation des assolements.

- Non possibilité de creuser les puits : Dans la zone équipée, il y a quelques exploitations qui possèdent des puits pour irriguer à leur convenance, ils payent en retour une redevance à l'ORMVAG. La plupart des agriculteurs enquêtés, se plaignent de ne pas avoir la possibilité de creuser des puits leur permettant de faire autant de cultures qu'ils le désirent pendant l'année et de subvenir aux besoins des plantes surtout aux moments critiques de leur croissance.
- Non disponibilité de l'eau dans les périodes critiques : L'impossibilité de disposer de l'eau d'irrigation en temps opportun, particulièrement au démarrage de la campagne agricole a un effet néfaste sur les rendements des cultures. Pour la betterave par exemple, l'écart de rendement entre les zones irriguées par pompage privé et les secteurs équipés dépasse l'ordre de 10 t/ha.

En outre les agriculteurs du secteur équipé ne prennent pas le risque de pratiquer des cultures de rente, comme la tomate, dans des parcelles situées sur des terres éloignées des bordures des affluents de l'oued Sebou. La culture de la tomate nécessite environ 10 tours d'irrigation pour compléter son cycle de 90 jours. Dans la zone équipée les inscriptions doivent atteindre un niveau minimum de 420 heures pour que l'eau soit livrée. Comme les agriculteurs ne se présentent pas le même jour, des retards de 10 à 15 jours sont souvent observés, soit l'équivalent d'un tour d'eau. Ceci se répercute d'une manière négative sur l'installation et la conduite de cette culture.

- Mode de tarification collectif : Le code d'investissement agricole n'autorise pas un droit d'accès individuel à l'irrigation (le Code) aux propriétés de moins de 5 ha. Or, plus de 70% des

propriétés dans le PI sont dans cette tranche. La tarification pratiquée est collective. Avec le temps, les agriculteurs se sont rendus compte, que ceux qui font le plus d'effort payaient pour les autres. Ceci est dû au prélèvement direct au niveau des usines des redevances d'eau et autres facteurs de production. C'est lors de la répartition entre agriculteurs du reste des recettes effectués que les problèmes surgissent.

- Non attribution du droit d'accès à l'eau aux héritiers : Le morcellement des parcelles entre les ayants droits suite au décès de l'agriculteur, induit à des problèmes de code. En effet il y a un partage de faite de la terre et seul l'héritier principal qui peut bénéficier du droit d'accès à l'eau. Cette situation se traduit par l'abandon fréquent des parcelles par le reste des héritiers.

4.2 Non transparence des relations des usines avec les agriculteurs .

En effet les agriculteurs contestent l'agrèage et le pesage de la production qui se font en leur absence totale au niveau des unités de transformation (rizeries, usines de betterave et canne à sucre). En outre, d'autres contraintes sont à l'origine de la non transparence des usines selon les agriculteurs, à savoir que :

- la qualité des intrants (semence, plants, engrais) avancés par les usines est contestée par les agriculteurs.
- les prix trop élevés des intrants avancés aux producteurs par les usines au début de la campagne par rapport aux prix du marché ;
- les marges de bénéfice dégagées deviennent de plus en plus faible, à cause des mesures d'agrèage de plus en plus pénalisantes appliquées par les usines ;
- Le retard de paiement des agriculteurs par les usines .

4.3. Le poids de l'élevage dans la trésorerie des agriculteurs .

Le bétail est la principale source de trésorerie pour la plupart des agriculteurs du PI du Gharb pour couvrir leurs besoins sociaux et pour le financement des activités agricoles. L'élevage constitue par conséquent une activité prioritaire dans ces

exploitations. La stratégie la plus répandue est le pâturage des chaumes de blés par le bétail bovin et ovin. Cette situation est préjudiciable à la rentabilité des équipements d'irrigation, car l'eau n'est pas utilisée dans la période de pâturage des chaumes qui s'étale de la fin de la récolte des blés jusqu'au début de la campagne agricole suivante.

4.4 Surendettement des agriculteurs (vis à vis des usines, ORMVAG, CRCA) .

On distingue trois sources de surendettement; le premier type pourrait trouver son origine dans le fait que d'une part, les prix des intrants avancés par les usines sont très élevés par rapport aux prix du marché et d'autre part à l'application de taux d'agrèage de plus en plus pénalisants par les usines. A titre d'exemple un riziculteur qui réalise un rendement de 70 qx/ha pourrait, facilement se trouver endetté après avoir livré toute sa production à l'usine.

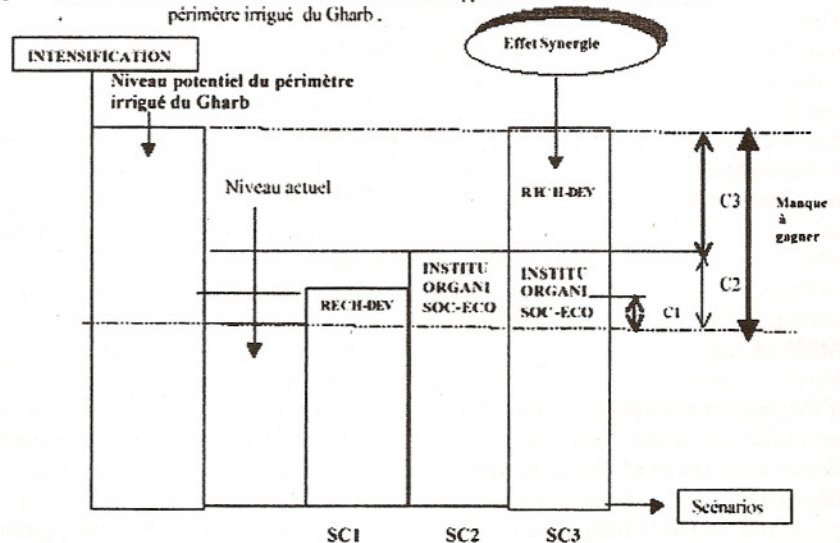
Le deuxième type d'endettement est lié à la non couverture du reste des recettes (après déduction des charges liées aux intrants avancés par les usines) au paiement de la redevance en eau d'irrigation . Le troisième type concerne le crédit agricole: le taux d'intérêt est jugé trop élevé par les agriculteurs et les charges financières sont alourdies par l'accumulation des intérêts dus aux retards des paiements.

5. CONTRIBUTION DE LA RECHERCHE-DEVELOPPEMENT A L'INTENSIFICATION DU PI DU GHARB.

L'analyse des facteurs de blocage à l'intensification dans le PI du Gharb a démontré que le poids des contraintes institutionnelles, organisationnelles et socio-économiques est tellement important qu'il a masqué l'émergence des contraintes techniques qui peuvent exister au niveau des parcelles des agriculteurs. Ainsi une deuxième investigation sur le terrain nous a permis d'identifier 29 principales contraintes techniques que nous avons analysées et transformées en options de recherche développement par modèle de ferme en collaboration avec les cadres de développement de L'ORMVAG.

Cependant un certain nombre de contraintes dépassent le domaine d'intervention de la recherche développement comme c'est le cas des prix et des circuits de commercialisation des produits agricoles qui constituent des éléments décisifs de la réussite ou de l'échec des programmes d'intensification de la production. Ainsi, quel intérêt les agriculteurs du PI du Gharb peuvent-ils avoir à intensifier leurs systèmes de cultures en investissant plus de travail et plus d'intrants, si par ailleurs la fluctuation des prix (ou l'application de taux d'agrèage dissuasifs par les usines de transformation) les prive du bénéfice de leurs efforts?

schéma n°3 : Contribution de la Recherche-Développement à l'intensification du périmètre irrigué du Gharb .



Enfin, nous pensons que la recherche-développement pourrait contribuer à l'amélioration du niveau d'intensification du PI du Gharb par effet de synergie occasionné par la levée des contraintes institutionnelles, organisationnelles et socio-économiques qui pèsent sur les exploitations agricoles du PI du Gharb. (voir schéma n°3 : Contribution de la recherche -développement à l'intensification du PI du Gharb)

SC1: Contribution de la Recherche - Développement à l'amélioration du niveau d'intensification en présence des contraintes institutionnelles, organisationnelles et socio-économiques .

SC2: Contribution de la levée des contraintes institutionnelles, organisationnelles et socio-économiques à l'amélioration du niveau d'intensification sans participation de la Recherche - Développement .

SC3 : Contribution de la recherche - développement à l'amélioration du niveau d'intensification par effet synergie occasionné par SC2.

6. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le diagnostic participatif a démontré que d'une part les différents acteurs impliqués dans cette problématique d'intensification (chercheurs, développeurs, gestionnaires de l'eau, agriculteurs ..etc.) n'ont pas la même vision des choses et que d'autre part la quasi-totalité des contraintes formulées sont d'ordre institutionnel, organisationnel, environnemental et socio-économiques.

Par ailleurs la prise en compte de la diversité de fonctionnement des exploitations agricoles, tout en intégrant les contraintes vécues, les objectifs poursuivis, les orientations stratégiques et les systèmes de production, est une

étape indispensable pour la compréhension réelle des facteurs de blocage à la valorisation de l'eau d'irrigation dans le PI du Gharb.

Les contraintes présentées par les agriculteurs sont claires, bien expliquées et se focalisent sur deux points principaux, à savoir les difficultés d'accès à l'eau d'irrigation et la non transparence des relations des usines avec les agriculteurs. Certaines principales contraintes techniques ont été identifiées, analysées et transformées en options de recherche - développement par modèle de ferme en collaboration avec les cadres de développement de L'ORMVAG.

Cependant un certain nombre de contraintes à la valorisation de l'eau d'irrigation dépassent le domaine d'intervention de la Recherche-Développement c'est le cas notamment des circuits de commercialisation des produits agricoles, la législation foncière, le code des investissements agricoles, les politiques nationales adoptées en matière d'importation des denrées alimentaires etc.

Enfin, nous pensons que la recherche et le développement doivent prendre en considération les logiques et savoirs traditionnels des agriculteurs au lieu de continuer à focaliser leurs interventions en milieu rural sur des aspects purement techniques. Il nous semble que cette perception est aujourd'hui dépassée en raison d'une discordance de plus en plus nette entre les messages techniques diffusés et les agissements quotidiens des agriculteurs. Cet état de fait est reconnu par les vulgarisateurs qui en sont déconcertés. Les technologies proposées en matière de valorisation de l'eau d'irrigation doivent prendre davantage en considération les préoccupations réelles des agriculteurs.

Références bibliographiques

- Boulassel A., Coulibaly I., El Hasnaoui A., Mimouni A. et Motchemien R., Périmètre irrigué du Gharb au Maroc :quelles actions de recherche et de développement pour l'amélioration raisonnée du niveau d'intensification, documents de travail, n°99, ICRA, Montpellier, 2001.
- Moghli E. et Benjelloun T., Bultin mensuel d'information et de liaison du PNTTA,
- MADRPM/DERD ,Rabat , N°66, Mars 2000.
- ORMVAG, 2000: rapport du conseil d'administration de l'ORMVAG, 35 p.
- Ministère de l'Agriculture: organisation des agriculteurs, Décembre 2000. rapport 145 pages.

Minimisation de coût de l'énergie de pompage

Cas du Canal haut service des Doukkala

Pr. A. Oulhaj¹, A. Aboussaleh¹

Résumé

Le présent travail vise l'élaboration d'un programme à même de constituer un outil pratique pour optimiser la gestion d'une station de pompage qui alimente un canal principal doté d'une certaine capacité de stockage en ligne. Le programme d'ordinateur développé détermine le fonctionnement optimal de la station de pompage en fonction du mode tarifaire souscrit tout en s'assurant que la qualité du service de l'eau reste très bonne.

Ce travail est une tentative de recherche d'une méthodologie rationnelle pour déterminer le planning optimal de fonctionnement d'une station de pompage.

Mots clés : énergie, pompage, canal, optimisation, simulation, réserves, régulation

I. INTRODUCTION

La hausse continue du coût de l'énergie et la rareté de l'eau rendent plus complexe la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués. Ainsi au cours des deux dernières décennies, le prix de l'énergie a enregistré sur le plan tarifaire une hausse importante, en effet le prix moyen qui n'était que de 0.1 DH/ kWh en 1975 a atteint 0.82 DH/kWh durant la période 1992-1996.

En fait, le problème qui se pose au secteur de l'irrigation est que les dépenses publiques dans ce domaine induisent des contraintes importantes pour le budget de l'Etat et des établissements publics concernés. Les orientations qui découlent de cette problématique se basent sur les deux axes suivants :

- Maîtrise de la demande en eau : cet objectif vise une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation par une diminution des pertes dans le réseau et à la parcelle.
- Maîtrise des coûts de fonctionnement des stations de pompage, d'autant plus qu'actuellement le déficit des comptes énergie des ORMVA entre 1992 et 1996 atteignait les 44.2%

Afin de remédier à cette situation, les pouvoirs publics avaient décidé d'instaurer des tarifs spécifiques à l'usage agricole basés sur l'estivalité de la demande. La structure des nouveaux systèmes (MT4 et Tarif vert) permet de réduire sensiblement la facture de l'énergie.

En raison de la structure horo-saisonnière de ces tarifs, il est possible

d'en tirer profit en créant des réserves en ligne pendant les heures creuses pour les utiliser en période de pointe.

C'est dans cette optique, que le présent travail a été réalisé et qui vise l'optimisation du fonctionnement d'une station de pompage qui alimente en tête un canal principal doté d'une certaine capacité de stockage en ligne.

Les deux questions majeures qui se posaient étaient : 1. Comment réduire le pompage en heures de pointe?, et 2. En tenant compte du temps de réponse du canal, à chaque instant quels doivent être les débits refoulés en heures creuses et en heures de pointes?

Le programme développé dans le cadre de ce travail permet également de vérifier l'adéquation des réserves en eau du canal et de s'assurer du bon fonctionnement du système de régulation des niveaux d'eau dans le canal.

II. FORMULATION DU PROBLEME D'OPTIMISATION

2.1. Fonction objectif

La facture d'énergie électrique est constituée principalement des redevances de consommation, de la redevance de puissance souscrite (cas de MT4) ou de la puissance réellement consommée (cas du tarif vert). A ces redevances s'ajoute éventuellement la pénalité dite de dépassement de puissance dans le cas du tarif MT4.

Les coûts associés aux variables dans la fonction objectif sont calculés sur la base du coût unitaire de l'énergie électrique et de la puissance consommée. Elle s'écrira sous la forme suivante :

$$Z = G \sum Q_i \cdot C_i$$

où :

$$G = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{\eta_{\pi} \cdot \eta_m \cdot \eta_c} \Delta t$$

Qi: Débit refoulé en (m³ /s) à l'instant t

ρ: Masse volumique de l'eau en (kg/m³)

g : Accélération de la pesanteur (N/kg)

H : Hauteur manométrique totale en (m)

η_π: Rendement de la pompe

η_c: Rendement du couple (moteur- pompe)

η_m: Rendement du moteur

Δt: Pas de temps (h)

2.2. Contraintes

a. Equation de base

L'équation de base est l'équation de continuité appliquée à chaque bief et à chaque pas de temps, elle s'écrit sous la forme suivante :

$$V_{k,(t+\Delta t)} = V_{k,t} + (Q_{k,t} - Q_{k+1,t} - Q_{P_{k,t}}) \Delta t$$

où :

V_{k,t}: Volume d'eau dans le bief k au temps t (m³)

Q_{k,t}: Débit entrant dans le bief k au temps t (m³/s)

Q_{P_{k,t}}: Débit de la prise au temps t (m³ /s)

b. Valeurs limites

Les débordements d'un canal principal peuvent avoir des effets indésirables : non seulement ils constituent une perte d'eau coûteuse, ils risquent de provoquer des dégâts importants aux cultures et aux équipements avoisinants.

¹. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département de Génie Rural

Par conséquent la hauteur d'eau dans le canal doit rester en dessous d'un niveau d'eau maximal défini comme étant la profondeur total du canal réduite de sa revanche.

La vidange du canal n'est pas moins dangereuse que le débordement, en effet une vidange rapide du canal peut avoir des effets indésirables sur ses parois, qui peuvent être endommagées à cause des sous pressions. En outre la continuité du service de l'eau impose la fixation d'un niveau d'eau minimal dans le canal à l'endroit de chaque prise pour qu'elle soit correctement alimentée.

Pour que le domaine de la solution soit borné, le débit refoulé dans le canal ne doit pas être supérieur à la capacité maximale de la station de pompage. L'ensemble des conditions susmentionnées constituent les contraintes du programme d'optimisation.

2.3. Programme mathématique

Le programme mathématique pour minimiser le coût de l'énergie de pompage s'écrit :

$$\text{Minimiser : } Z = G \sum Q_i \cdot C_i$$

Sujet à :

$$\begin{aligned} V_{i,(i+1)} &= V_{k,i} + (Q_{k,i} - Q_{k,i+1} - QP_{k,i+j}) \Delta t \\ V_{ki} &\geq Vm_k \\ V_{ki} &\leq VM_k \\ Q_{1,i} &\leq QM \\ Q_{ki} &\geq 0 \end{aligned}$$

où :

T : Temps de réponse du canal correspondant à la distance entre la prise k et l'extrémité amont du canal.

i : Indice relatif au temps

k : Indice du bief

$V_{k,i}$: Volume dans un bief k au temps i

$Q_{k,i}$: Débit véhiculé par le bief k au pas de temps i

QM : Capacité maximale de la station de pompage.

$QP_{k,i+j}$: Prélèvement de la prise k , calculé par anticipation sur la demande en tenant compte du temps de réponse du canal.

j : entier du rapport $t/\Delta t$

Le programme d'optimisation ci-dessus est résolu en utilisant la méthode du Simplex révisée.

Cette formulation du problème de minimisation du coût de fonctionnement de la station de pompage est une approche qui ne prend pas en considération tous les aspects de la problématique de la gestion des stations de pompes, néanmoins elle constitue une étape assez importante du problème.

III. SIMULATION HYDRAULIQUE

La simulation des écoulements dans un canal multi-bief, consiste en la résolution des équations de saint Venant. Celles ci sont des équations aux dérivées partielles, hyperboliques, de premier ordre non linéaires. Elles sont obtenues en appliquant à un volume élémentaire du liquide, le principe de conservation de la masse et le principe de conservation de la quantité de mouvement.

3.1. Equation de continuité

En appliquant le principe de la conservation de la masse à l'élément de volume l'équation de continuité s'écrit sous la forme suivante,

où :

$$\frac{\partial Q}{\partial X} + B \frac{\partial Y}{\partial t} = q^*$$

Q : Débit d'écoulement en (m³/s)

Y : Le tirant d'eau en (m)

x : La variable d'espace orienté dans le sens de l'écoulement en (m)

t : La variable temps en (s)

B : Largeur au miroir en (m)

q^* : Le débit échangé latéralement par unité de longueur

3.2. Equation du mouvement

L'équation du mouvement est établie en appliquant le principe de la conservation de la quantité de mouvement à un élément de volume. Ce principe suppose que pendant un intervalle de temps, la variation de la quantité de mouvement est égale à la somme vectorielle de toutes les forces extérieures agissant sur cet élément de volume. Ces étant les forces de gravité, de pression et de frottement.

L'équation du mouvement, dans un canal prismatique, s'écrit comme suit :

où :

$$\left[1 - \frac{Q^2 B}{g \cdot A^3} \right] \frac{\partial Y}{\partial X} + \frac{2Q}{g A^2} \cdot \frac{\partial Q}{\partial X} + \frac{1}{g \cdot A} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} = S_0 - S_f - \frac{q^* \cdot Q}{g \cdot A^2}$$

A : La section mouillée (m²)

g : L'accélération de la pesanteur (m/s²)

S_0 : La pente du radier

S_f : La pente de la ligne d'énergie définie par l'équation de Manning. Avec :

$$S_f = \left[\frac{Q \cdot n}{A \cdot Rh^{2/3}} \right]^2$$

n : Coefficient de Manning.

Rh : Rayon hydraulique.

L'équation de la continuité et de la dynamique constituent le système de saint Venant qui régit les écoulements transitoires dans les canaux prismatiques.

3.3. Système algébrique

Pour un canal de N_b bief à N_i points de calcul chacun, le système de saint Venant fournit $2 \cdot S(N_i - 1)$ équations auxquelles s'ajoutent les deux conditions aux limites externes et les $2 \cdot (N_b - 1)$ conditions aux limites internes :

- Conditions externes : l'une appliquée à l'extrémité amont du canal et l'autre à son extrémité aval.

- Conditions internes : définies par la loi de perte de charge à travers la vanne mixte et l'équation de continuité.

Le système algébrique s'écrit sous la forme :

$$F_0(Y_{1,1}, Q_{1,1}) = 0$$

condition amont

$$F(Y_{1,1}, Q_{1,1}, Y_{1,2}, Q_{2,2}) = 0$$

$$G(Y_{1,1}, Q_{1,1}, Y_{1,2}, Q_{1,2}) = 0$$

•
•

$$F(Y_{1,N_i-1}, Q_{1,N_i-1}, Y_{1,N_i}, Q_{2,N_i}) = 0$$

$$G(Y_{1,N_i-1}, Q_{1,N_i-1}, Y_{1,N_i}, Q_{1,N_i}) = 0$$

$$F(Y_{1,N_i}, Q_{1,N_i}, Y_{2,1}, Q_{2,1}) = 0$$

Condition interne

$$G(Y_{1,N_i}, Q_{1,N_i}, Y_{2,1}, Q_{2,1}) = 0$$

$$F(Y_{2,1}, Q_{2,1}, Y_{2,2}, Q_{2,2}) = 0$$

$$G(Y_{2,1}, Q_{2,1}, Y_{2,2}, Q_{2,2}) = 0$$

•
•

$$F_1(Y_{N_b, N_b}, Q_{N_b, N_b}) = 0$$

condition limite aval

Compte tenu de l'interdépendance des hauteurs d'eau de part et d'autre des régulateurs, la résolution du système

d'équations des différences finies qui résulte de la discrétisation des équations de St. Venant est simultanée.

3.4. Résolution du système de saint Venant

Pour résoudre le système d'équations de St. Venant, le schéma de discrétisation de Preissmann a été utilisé, en raison de sa stabilité. En effet le schéma à quatre points de Preissmann est stable pour un coefficient de pondération compris entre 0.5 et 1 (DAUBE1993), indépendamment des valeurs de Δx et Δt .

En écrivant le système de saint Venant sous la forme $F(x)=0$, et en remplaçant chaque terme par le rapport des différences finies correspondant, on aboutit à un système algébrique non linéaire qui est résolu en utilisant la méthode de Newton Raphson

IV. APPLICATION AU CANAL HAUT SERVICE DES DOUKKALA

4.1. Description du système

Le canal principal haut service des Doukkala est constitué de huit biefs. Mis à part le dernier bief régulé par une vanne avis, les autres sont régulés par des vannes mixtes. Il est alimenté à son extrémité amont par une station de pompage avec 12 pompes dont la capacité totale est de 38 m³/s

4.2 Résultats d'optimisation

Le programme d'optimisation est exécuté pour une série des débits pour les différentes périodes des modes tarifaires (le tarif vert et MT4).

Même si les différents cas traités se distinguent du point de vue durée de la période creuse et le coût unitaire de l'énergie, ils ont la même tendance (voir figure 1 ci-dessous). Comme on peut le constater, cette figure indique que :

- Les débits refoulés pendant la période creuse sont supérieurs à la somme des demandes en eau aux niveaux des prises.
- Pendant la période de pointe ou pleine, le nombre de pompes en fonctionnement simultané est réduit, refoulant un débit inférieur au cumul de demande de prises.

En effet, ce type du fonctionnement aura comme conséquence la constitution des réserves pendant les périodes creuses pour les utilisées en périodes de pointe.

4.3 Analyses des résultats d'optimisation

La figure (2) ci-dessous présente la synthèse des résultats d'optimisation. Elle présente le taux exprimé en % de réduction du coût de la facture énergétique du fonctionnement optimal de la station de pompage par rapport à un fonctionnement à débit constant.

Lorsque le débit refoulé augmente, les réductions de coût diminuent; ce qui peut être expliqué par l'installation d'un régime permanent lorsque le débit s'approche de la capacité maximale de la station de pompage.

L'utilisation d'un tel modèle peut réduire sensiblement les dépenses des ORMVA, relatives à la facture d'énergie de pompage.

La figure (3) présente la variation du coût de m³ d'eau refoulé pour chaque mode tarifaire selon le mode de fonctionnement, à débit constant ou à débit optimal, de la station de pompage.

Le mode Tarifaire MT4 est très intéressant pour les faibles demandes (dans notre cas <25 m³/s) alors que le tarif vert est à conseiller lorsque la demande est importante.

Ce résultat est tout à fait logique du fait que le mode MT4 se caractérise par une faible période creuse avec un prix d'énergie inférieur à celui du tarif vert pour la même période.

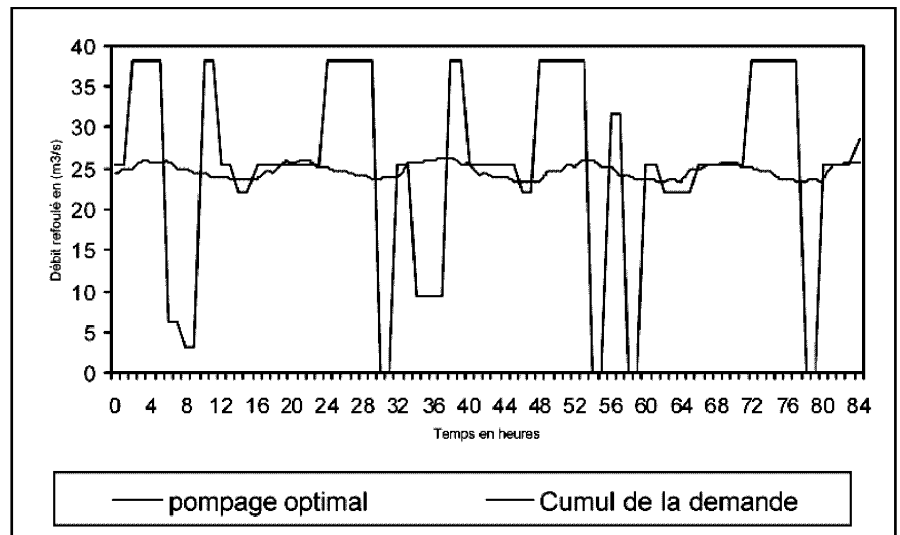


Figure 1: comparaison entre le fonctionnement optimal de la station de pompage et le cumul de la demande des prises

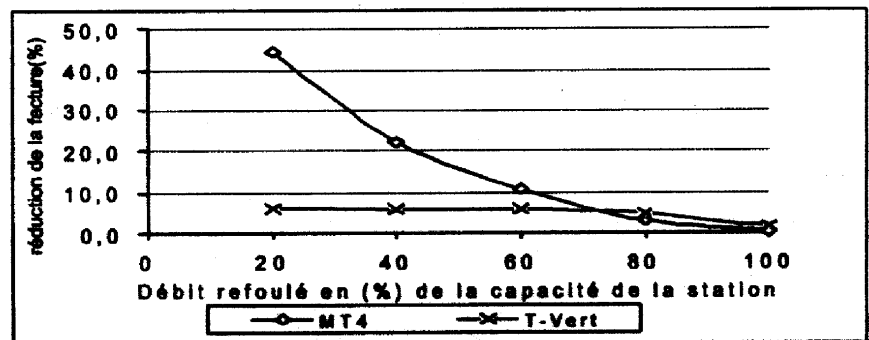


Figure 2: Les réductions de coût de pompage pour différents fonctionnements selon le tarif souscrit

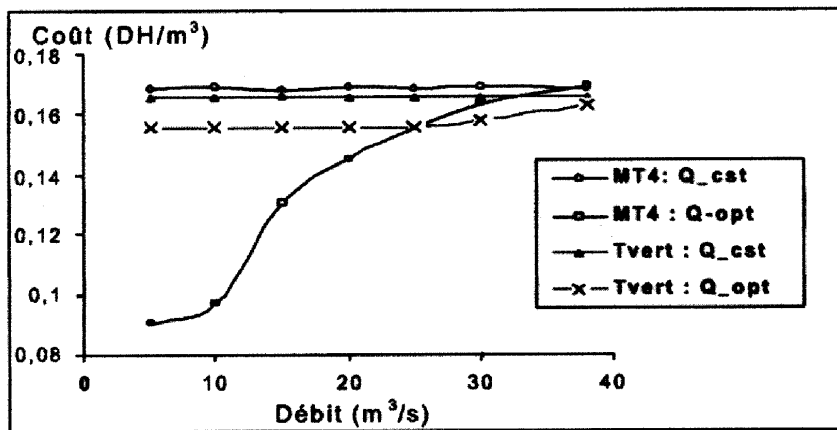


Figure 3: Variation du coût unitaire moyen par m³ refoulé en fonction de la demande des prises.

MT 4 Q-opt : résultats d'optimisation en utilisant le tarif MT4.
Tvert Q-opt : résultats d'optimisation en utilisant le tarif Vert.
MT4 Q-cst : résultats avec fonctionnement à débit constant (sans optimisation) en utilisant le tarif MT4.
Tvert Q-cst : résultats avec fonctionnement à débit constant (sans optimisation) en utilisant le tarif Vert.

Lorsque le débit augmente, l'écoulement dans le canal tend à devenir uniforme et c'est ce qui explique que les coûts par mètre cube refoulé correspondant aux

deux modes de fonctionnement de la station de pompage se rejoignent lorsqu'il s'agit du même mode tarifaire.

CONCLUSION

Le dernier arrêté ministériel (octobre 1997) donne la possibilité aux usagers de l'énergie électrique pour les besoins agricoles de souscrire pour le mode tarifaire MT4 ou pour le Tarif vert.

Le programme d'optimisation élaboré permet de réduire de manière très significative la facture énergétique. Ainsi en souscrivant pour le mode tarifaire MT4, l'optimisation du fonctionnement de la station de pompage permet de réduire les coûts de pompage dans une proportion qui peut atteindre 44%, par contre cette proportion n'est que de 5% lorsqu'il s'agit du tarif vert.

Le MT4 est par conséquent très intéressant à condition que le canal soit doté d'un système de régulation adéquat à même de réaliser une solidarité totale entre les différents biefs du canal.

TARIFICATION DE L'EAU POTABLE AU MAROC CONCEPTS, PRINCIPES ET METHODOLOGIES

M. Rhalloussi¹

Les besoins en eau potable des réseaux publics urbains ont été longtemps satisfaits par des ressources gravitaires et souterraines facilement mobilisables dans les périphéries immédiates des villes à des coûts de production et de distribution relativement faibles. Le coût de l'eau potable n'était pas élevé, sa couverture par le biais de la tarification ne semblait pas poser de réel problème.

Cependant, progressivement, ces ressources proches et bon marché sont devenues insuffisantes, leur mobilisation plus coûteuse et la nécessité d'instaurer un système tarifaire adéquat est devenue indispensable.

1. Quels principes guident le système tarifaire?

Notre système tarifaire satisfait aux trois principales considérations suivantes :

- Considérations sociales: Mettre à la disposition du consommateur à faible revenu la quantité d'eau correspondant à ses besoins vitaux à des prix compatibles avec son revenu;
- Considérations économiques: Donner au consommateur le signal nécessaire sur ce que coûte sa consommation pour une meilleure allocation des ressources et une meilleure orientation des choix;
- Considérations financières: Mettre à la disposition des organismes du secteur les moyens financiers leur permettant de couvrir leur besoin.

Ces principes théoriques, se sont traduits, sur le plan pratique, par une tarification qui distingue trois types d'usages: domestique, industriel et préférentiel. L'usage domestique distingue à son tour trois tranches de consommation correspondant à des tarifs progressifs.

2. Présentation du système tarifaire

La tarification de l'eau potable au Maroc distingue trois types d'usages : domestique, préférentiel et industriel.

- 1) L'usage domestique concerne les abonnés particuliers et les Administrations Publiques auxquels l'eau est facturée à un prix qui dépend du niveau de leurs consommations.

C'est ainsi qu'ont été instituées trois tranches de consommation auxquelles correspondent des tarifs progressifs permettant une péréquation verticale consistant à faire supporter au gros consommateur une partie de la facture du petit consommateur, ce qui permet de garantir une consommation suffisante (24 m³/trimestre soit 260 litres/jour) à un tarif social très inférieur au prix de revient.

La deuxième tranche (24-60 m³/trimestre) est tarifée à un prix avoisinant le prix de revient et le manque à gagner induit par le tarif social est donc compensé par le tarif de la troisième tranche (plus de 60 m³/trimestre) qui dépasse le prix de revient; ce qui permet aussi de lutter contre le gaspillage.

- 2) L'usage préférentiel concerne les bains publics et les bornes fontaines auxquels l'eau est facturée à un prix unique égal au coût économique de la distribution, ce qui permet d'encourager le système traditionnel d'hygiène et la desserte des zones non branchées au réseau d'eau potable.

- 3) L'usage industriel concerne les abonnés souscrivant une police à caractère permanent et pour lesquels l'eau entre dans le processus de fabrication. Jusqu'à 1989, le tarif industriel coïncidait avec le tarif préférentiel, et pour inciter les industriels à économiser l'eau par le recyclage et l'introduction de nouvelles technologies moins consommatrices d'eau, il a été décidé en 1990 d'augmenter le tarif industriel par rapport au tarif préférentiel qui restent inférieurs tous les deux au prix moyen à la distribution.

En 1999, il a été créé une 4^{ème} tranche à partir de 120 m³/trimestre et plus et ce, pour renforcer la lutte contre le gaspillage.

3. Facturation de l'eau potable

En plus des collectivités locales, les principaux organismes impliqués directement dans la production et la distribution de l'eau potable sont : l'Office National de l'Eau Potable (ONEP), les Régies autonomes, les concessions et la Lyonnaise des Eaux.

L'ONEP, par sa vocation de producteur à l'échelle nationale participe à hauteur de 75 % dans la production nationale. Le reliquat est assuré par la Lyonnaise des Eaux et les Régies autonomes.

La distribution dans les grands centres urbains est assurée les Régies au nombre de 13 actuellement et par des concessionnaires (LYDEC à Casablanca, REDAL à Rabat et AMENDIS à Tanger et Tétouan) à partir de l'eau auto produite et/ou achetée auprès de l'ONEP.

En sus de cette activité de producteur, l'ONEP assure aussi la distribution dans les petits centres, gérances et Centres Sahariens.

L'existence d'un organisme producteur à l'échelle nationale (ONEP) et de plusieurs distributeurs au niveau local a conduit à la distinction entre le prix de vente à la production et le prix de vente à la distribution pour chaque Régie.

Le tarif à la production qui diffère d'une Régie à l'autre, est appliqué aux volumes vendus aux régies et aux concessionnaires. Ce tarif est augmenté d'une contribution de solidarité nationale de 0,69 DH/m³ (ht) permettant de couvrir le déficit d'exploitation des services d'eau, dans les centres confiés en gérance à l'ONEP. L'excédent, après paiement du service de la dette, est destiné à l'investissement dans ces centres.

1. ONEP - Maroc

Le tarif à la distribution qui est appliqué aux volumes vendus aux abonnés permet de couvrir les frais d'achat de l'eau et de dégager une marge couvrant les frais d'exploitation de la Régie.

Quant aux petits centres, où production et distribution sont assurées par l'ONEP, l'eau est facturée directement aux abonnés à des tarifs uniques pour tous les petits centres.

La facture correspondant à la consommation en eau potable est augmentée d'une redevance fixe permettant de financer les frais de location du compteur et d'entretien du branchement.

Quant au branchement, le financement est assuré par :

- Taxe riveraine ;
- Taxe d'installation.

La taxe riveraine concerne la participation des abonnés au réseau. Pour les centres où l'ONEP assure la distribution, cette participation est fonction de la longueur de la façade du local à brancher et de la situation administrative du centre : Municipalité ou centre rural.

La taxe d'installation qui permet de recouvrer les dépenses relatives à l'exécution des travaux de branchement est calculée en fonction de la longueur de ce branchement et du diamètre du compteur à installer.

4. Tarification différenciée d'une régie à l'autre

Etant établi par référence au coût économique de développement, le tarif diffère d'une zone à l'autre voire même d'un centre à l'autre, ce qui permet de rationaliser l'allocation des ressources en eau, notamment par la détermination des lieux d'implantation des industries consommatrices d'eau. Cette règle générale liant le tarif au coût n'est pas respectée lorsqu'il s'agit de petits centres où le coût de l'eau est relativement élevé notamment à cause de l'absence des effets de l'économie d'échelle. Dans ce cas, l'ONEP intervient sur demande des communes dans ces petits centres et le tarif est fixé à un niveau inférieur au coût de revient ; le déficit qui en résulte est compensé par une contribution de solidarité nationale appliquée à tout m³ d'eau

vendu par l'ONEP aux Régies. Cette péréquation horizontale vise, en particulier, à promouvoir la desserte en eau des petits centres voire même des centres ruraux afin de participer à la lutte contre l'exode rural et interurbain.

5. Raisons derrière les augmentations tarifaires

Les besoins en eau potable des réseaux publics urbains ont été longtemps satisfaits par des ressources gravitaires et souterraines facilement mobilisables dans les périphéries immédiates des villes à des coûts de production et de distribution relativement faibles.

Dans le passé le coût de l'eau potable n'ayant pas été élevé, sa couverture par le biais tarifaire ne semblait pas poser un réel problème.

Cependant, progressivement, ces ressources proches et bon marché sont devenues insuffisantes eu égard au développement démographique et économique du pays.

Les études tarifaires engagées par l'ONEP ont permis de démontrer la nécessité d'une contribution de plus en plus importantes du consommateur de l'eau potable à la couverture des coûts pour au moins les deux raisons suivantes :

- 1) Importance grandissante des coûts d'investissement et d'exploitation des systèmes adducteurs et distributeurs d'eau.

En effet :

- Le recours aux eaux superficielles augmente les coûts de traitement, la mobilisation des eaux profondes rend les coûts d'énergie de plus en plus élevés.

- La fourniture d'un service sans défaillance nécessite une maintenance bien maîtrisée.

- Toute l'exploitation repose sur un personnel qualifié auquel il faut réserver une formation et un recyclage permanents.

- 2) Désengagement de l'Etat dans le cadre du programme de rationalisation des entreprises publiques incitant ces dernières à atteindre des taux d'autofinancement et des niveaux de

performances, de plus en plus élevés.

L'effort entrepris par l'ONEP dans le domaine de l'équipement et de l'exploitation est doublé d'une recherche permanente en matière de maîtrise des coûts mais quelque soit cet effort, le coût demeure élevé et nécessite une couverture.

Pour l'ONEP, les sources de financement permettant cette couverture des coûts sont essentiellement :

- Les produits des ventes d'eau ;
- Les prêts extérieurs ;
- La capacité interne d'autofinancement;
- Les subventions de l'Etat (supprimées).

Devant le désengagement de l'Etat, les trois premières sources de financement sont appelées de plus en plus à répondre aux besoins.

Cependant, les prêts extérieurs auxquels l'ONEP a recours pour boucler son plan de financement, sont générateurs de charges financières considérables alourdissant ainsi sa situation financière et ne peuvent en conséquence être considérés comme une solution durable de financement.

Devant cette réalité, le tarif de l'eau potable devient l'instrument privilégié permettant de :

- Réduire les coûts engendrés par le recours aux emprunts extérieurs ;
- Faire ressentir à l'utilisateur la rareté de l'eau et de l'amener ainsi à éviter le gaspillage et à préserver la ressource ;
- Assurer aux organismes du secteur, notamment l'ONEP, les moyens financiers nécessaires à leur développement.

Mais, s'agissant d'une denrée de première nécessité, le tarif de l'eau potable doit aussi garantir aux ménages à faibles revenus l'accès à une consommation suffisante et sanitaire nécessaire.

Pour répondre à l'ensemble de ces préoccupations, une étude nationale de tarification a été lancée en 1975 et a permis de jeter les bases du système tarifaire en vigueur. Cette étude a été actualisée en 1982-1983 et une nouvelle étude a été achevée en 1990.

Ces études ont permis de constituer une base de données sur le secteur, de mettre en cohérence les données et les

programmes et d'établir un dialogue rationnel entre producteur, distributeurs et autorités de tutelle. Comme elles constituent un cadre de référence pour tout travail de planification et pour la fixation des tarifs.

6. Comment sont fixés les tarifs?

Les tarifs de l'eau potable au Maroc tant à la production qu'à la distribution, sont fixés par arrêté du Ministère Délégué auprès du Premier Ministre Chargé des Affaires Générales du Gouvernement.

Le projet d'arrêté fixant les tarifs est proposé par une commission interministérielle regroupant les représentants des différents organismes concernés par le secteur eau potable, notamment :

- Le Ministère de l'Intérieur en tant qu'autorité de tutelle des collectivités locales et des Régies (Direction Générale des Collectivités Locales et Direction des Régies et Services Concédés).
- Le Ministère de l'Équipement en tant qu'autorité de tutelle de l'ONEP.
- Le Ministère Délégué Auprès du Premier Ministre Chargé des Affaires Générales du Gouvernement.

Cette commission interministérielle établi le projet d'arrêté à la lumière des requêtes présentées par les organismes du secteur, requêtes qui sont étudiées dans leurs détails avant de présenter ce projet d'arrêté aux autorités de décision. De véritables négociations et concertations sont menées et un arbitrage est alors prononcé.

7. Contribution de solidarité nationale

Allant avec les traditions de solidarité qui caractérisent la Société Marocaine, et en raison de l'absence des effets de l'économie d'échelle conduisant à des coûts relativement plus élevés par rapport à ceux enregistrés dans les grandes agglomérations, les petits centres où l'ONEP assure la production et la distribution ont bénéficié dès 1985 d'une contribution de solidarité nationale payée par tous les consommateurs d'eau potable au Maroc dans le but de participer à l'alimentation en eau potable et au développement du monde rural.

Cette contribution a été initialement arrêtée à 7 centimes/m³ pour permettre

la couverture des charges d'exploitation dans 33 centres (y compris les provinces sahariennes); la population totale bénéficiant de cette surtaxe a été de 570,000 habitants.

Actuellement cette contribution qui est de 69 centimes/m³ a permis l'intervention dans 263 centres (gérances + provinces sahariennes) bénéficiant à une population de 4.4 Millions d'habitants. Bien qu'elle permet d'étendre le service de l'eau à une importante population (provinces sahariennes, petits centres pris en gérance et douars riverains des adductions régionales), elle n'implique qu'une faible charge supplémentaire pour le consommateur des grandes villes.

8. Augmentations tarifaires et budget des ménages

L'évolution des prix de vente au consommateur entre 1977 et 2001 a été en moyenne de 8% par an. Cette croissance qui se situe au dessous de celle des prix des produits de base (pain, sucre, essence,...) recouvre en fait deux périodes: Une caractérisée par la stabilité des prix et l'autre par une évolution bien qu'elle n'a pas permis de rattraper le retard accumulé.

En effet, la période 1977-1981 n'a connu aucune augmentation, de même pour les années 1989, 1996 à 1999 et 2001.

De 1982 à 1997, l'augmentation annuelle moyenne des tarifs à la distribution à l'échelle nationale a été de 0,28 DH/m³. Pour les petits centres ONEP, cette augmentation a été de 0,30 DH/m³.

Malgré l'importance de ces évolutions, le secteur enregistre encore des déficits énormes.

L'augmentation moyenne des tarifs à la distribution -à l'échelle nationale- qui est de 0,21 DH/m³ par an sur la période 1977-1997, recouvre des disparités horizontalement et verticalement.

Soulignons aussi que l'enquête sur le niveau de vie des ménages réalisée par la Direction des Statistiques en 1990 a montré que le poids de la facture eau dans le budget de quelques agents économiques reste très modeste.

- Ménages branchés : < 0,7 %
- Ménages desservis par camion citerne: 7 %
- Industriels : le poids de la facture eau dans le chiffre d'affaires se situe entre 0,6 % et 0,7 %.

D'une manière générale, on constate que les ménages non raccordés au réseau public paient l'eau chère (eau achetée à des colporteurs avec un prix allant de 20 DH/m³, à 125 DH/m³ voire plus) et dans des conditions sanitaires précaires.

9. Comparaison internationale des tarifs

L'évolution des prix de vente de l'eau potable recouvre 2 périodes: Une caractérisée par le gel des tarifs et l'autre par une évolution bien qu'elle n'a pas permis de rattraper le retard accumulé.

Les taux d'augmentation qui ont été parfois importants ont été appliqués à des tarifs très bas donnant lieu à des tarifs faibles aussi bien par rapport aux tarifs des denrées de première nécessité, que par rapport aux tarifs appliqués dans d'autres pays.

C'est ainsi qu'en 1997 le tarif moyen de vente au public le plus élevé au Maroc est de 0,66 centimes par litre soit un prix de 500 fois plus faible que celui d'un litre d'eau minérale.

Le tarif de la première tranche à l'échelle nationale est en moyenne de 2,10 DH pour 200 bidons de 5 litres, soit un peu plus que le prix d'un pain rond qui n'est pourtant pas livré à domicile et à tout moment.

Par rapport aux prix appliqués dans certains pays, celui du Maroc reste parmi les plus bas.

Le tableau suivant donne les tarifs appliqués en 2000 dans quelques villes Marocaines et Etrangères :

Pour le Maroc il s'agit de la moyenne nationale en dehors des concessions

Source: International Water Price survey édité par National Utilitie Service ltd Londres July 1999.

	Tarif moyen (en DH/m3)			Tarif moyen (en DH/m3)	
	Pays	Villes		Pays	Villes
Allemagne	19,21		Las Palmas		20,5
Stuttgart		22,25	11 m3		12,44
Hamburg		15,87	100 m3		23,34
Belgique	12,85		250m3		25,74
Mons		20,19	Tenerife		10,17
Bruges		12,35	de 1-10		3,64
Mali	---		de 11-20		4,37
Bamako		12,81	de 21-40		11,23
Pays Bas	12,54		de 41-60		13,78
La Haye		16,74	sup à 60		17,85
Amsterdam		14,21	Marbeilla		6,21
France	12,47		de 16-30		4,01
Marseille		15,57	de 30-60		5,52
Neuilly(région Parisienne)		13,2	sup, à 60		9,11
Lille		13,35	Seville		6,17
Paris ville		9,05	de 0-16		3,6
Grande Bretagne	12,17		sup, à 16		8,74
Eastbourne		19,65	Algeciras		4,79
Cardiff		14,45	de 0-21		3,64
Belfast		12,89	de 21-36		5,13
Birmingham		13,15	sup, à 36		5,58
Manchester		11,4	Etats Unies	5,36	
London		10,8	Los Angeles		6,56
Italie	7,72		Atlanta		6,17
Palermo		17,1	Chicago		3
Rome		7,63	Tunisie	5,28	
Naples		6,95	Tunis		5,28
			Afrique du Sud	5,28	
Finlande	6,73		Johannesbourg		8,78
Helsinki		7,81	Pretoria		6,18
Irlande	6,52		Maroc	4,82	
Dublin		7,35	Fes		4,82
Cork		5,7	Taza		2,06
Gabon	---		Meknes Centre		2,09
Libreville		6,00	Afrique	---	
Suede	5,90		Bangui		5,18
Malmo		7,76	Canada	4,38	
Stokholm		4,55	Toronto		6,14
Australie	5,83		Vancouver		3,09
Melbourne		4,94			
Sydney		6,71			
Espagne	5,75				
Barcelogne		6,53			
Madrid		4,97			

LA PROBLEMATIQUE DE L'ALLOCATION DES COUTS DE MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU

M. Serghini(*)

Résumé

Dans le domaine de l'eau, la réglementation marocaine stipule que tout prélèvement doit faire l'objet du paiement d'une redevance. D'après cette législation, les redevances d'eau doivent couvrir la totalité des frais d'exploitation et une partie des investissements.

D'après le code des investissements agricoles, les agriculteurs des périmètres irrigués devraient participer aux frais engagés par l'État, au titre des équipements externe – y compris les ouvrages de retenue - et interne, à concurrence de 40% du coût moyen pondéré des équipements, déduction faite de la part imputable à la production de l'énergie électrique. Cette répartition des coûts de l'infrastructure hydraulique à services multiples n'a aucun fondement théorique ; elle est même inéquitable. Parmi les dix méthodes d'allocation des coûts que nous avons appliquées au projet Dehar El Oued, celles qui sont fondées sur la théorie des jeux nous paraissent crédibles.

1. INTRODUCTION

Pour minimiser les effets de l'aléa climatique, améliorer les conditions de vie de la population rurale et répondre à une demande qui est sans cesse croissante ce, sous l'effet de la croissance démographique, de l'urbanisation et du développement économique, le Maroc a adopté très tôt une politique de développement de ses ressources hydriques, laquelle va lui permettre de mobiliser environ 90% de ses ressources hydriques. Cependant, l'augmentation des coûts de mobilisation et la nécessité d'une politique de gestion de la demande, dont le facteur prix est supposé pris en considération par les usagers, militent en faveur d'une révision à la hausse des tarifs de l'eau. Cette dernière semble inévitable, eu égard aux contraintes financières du pays et à la nouvelle politique de la Banque Mondiale en matière de gestion des ressources en eau.

Selon la Banque Mondiale (1), "l'eau est gratuitement allouée aux offices régionaux de mise en valeur agricole, à l'office nationale de l'eau potable et autres utilisateurs en gros, ce qui place le fardeau financier de l'exploitation et de l'entretien des grands réservoirs de stockage sur le budget central plutôt que sur les bénéficiaires urbains et agricoles". Dans certaines régions, l'eau potable est acheminée par les ouvrages d'adduction de l'eau d'irrigation, dont la gestion et l'entretien sont assurés par les offices régionaux de mise en valeur agricole. Mais, si actuellement les tarifs de l'eau à usage domestique et industriel ne couvrent qu'une partie des coûts d'exploitation et de maintenance, ils "devraient assurer le remboursement de la dette, ainsi que les coûts d'exploitation et de maintenance des systèmes d'assainissement. Une fois cet objectif atteint, il est anticipé que l'étape suivante aura pour but d'assurer que les tarifs urbains couvrent les coûts associés à la mobilisation des ressources en eau (réservoirs et transferts) ainsi que des systèmes d'assainissement"(2).

Cependant, faire supporter aux usagers les coûts de mobilisation, de transfert et de distribution, ainsi que le recommande la Banque Mondiale, nécessite la résolution du problème de l'allocation des coûts de l'infrastructure hydraulique entre les principaux usagers des ressources en eau (hydroélectricité, irrigation, eau potable).

Certes, l'allocation des coûts de l'infrastructure à services multiples est complexe, mais il y a moyen de trouver des méthodes équitables et acceptables par les usagers.

2. ALLOCATION DES COUTS DES PROJETS A SERVICES MULTIPLES

Plus de 50% des barrages que compte le Maroc sont à services multiples (hydroélectricité, irrigation et approvisionnement en eau potable). À

ces services, il faut ajouter aux barrages de certaines régions le rôle de protection contre les inondations. D'après le code des investissements agricoles, les irrigants devraient participer aux frais engagés par l'État au titre de l'équipement externe, y compris les ouvrages de retenue et de l'équipement interne à concurrence de 40% du coût moyen pondéré des équipements, déduction faite de la part imputable à la production de l'énergie électrique (3). Mais, en plus du fait qu'il ne donne aucune précision sur la part qui revient à l'hydroélectricité, il ne mentionne pas le service de l'eau à usage domestique et industriel. Or, la situation d'abondance en eau des années soixante n'est plus de mise, puisqu'en l'an 2020, le déficit global serait de 810 millions de m³ et que plus de 20% des ressources mobilisées seront affectées à l'usage domestique et industriel.

Étant donné la contrainte financière des organismes gestionnaires du secteur de l'eau, la hausse des coûts de mobilisation qui est due à la rareté des sites favorables et à la pression de plus en plus forte sur les ressources hydriques, il est temps de trouver une méthode pour allouer les coûts de l'infrastructure hydraulique. D'après la littérature économique relative à l'allocation des coûts des projets à services multiples, il existerait deux types de méthodes : les méthodes FDC (fully distributed costs) et les méthodes fondées sur la théorie des jeux.

2.1. Les Méthodes FDC

L'allocation des coûts par les méthodes FDC se fait en deux temps: dans un premier temps, on distingue les coûts séparables que l'on peut attribuer à chaque service et les coûts communs à tous les services; dans un second temps, on répartit les coûts communs (CC) proportionnellement à des indicateurs choisis à priori. Ainsi, l'allocation des

* Enseignant Chercheur au Département d'Économie Rurale de École Nationale d'Agriculture de Meknès.
serghini.mohammed@caramail.com

coûts entre les différents services est donnée par :

$$C_i = CA_i + f_i CC \quad i=1,2,\dots,n \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n f_i = 1$$

où

C_i = les coûts alloués au service i ;
 CA_i = les coûts attribuables au service i ;
 CC = les coûts communs à tous les services; et

f_i = la fraction des coûts communs allouée au service i

Les méthodes qui ont retenu l'attention dans les études relatives aux problèmes d'allocation des coûts des projets à services multiples sont au prorata des taux d'utilisation, des coûts attribuables, des coûts épargnés, des coûts alternatifs évités, des bénéfices en excès des coûts attribuables, des bénéfices restants et des bénéfices restants ajustés.

2.1.1. Répartition proportionnelle au taux d'utilisation des ouvrages

En supposant que les services offerts par le projet à services multiples sont additifs et que les bénéfices sont directement proportionnels au niveau d'utilisation des ouvrages en commun, cette méthode répartit les coûts selon les volumes utilisés ou consommés par chaque service. La fraction des coûts communs allouée au service i est donnée par :

$$f_i = \frac{q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

où q_i est la dotation de l'usage i .

2.1.2. Méthodes fondées sur les coûts

L'allocation sur la base des coûts attribuables, des coûts épargnés et des coûts alternatifs évités sont les principales variantes de cet ensemble de méthodes.

2.1.2.1. Répartition fondée sur la base des coûts attribuables

La clé de la répartition des coûts communs fondée sur les coûts attribuables à chaque service (i.e., directement liés au service) est donnée par :

$$f_i = \frac{CA_i}{\sum_{i=1}^n CA_i}$$

Ainsi, les coûts imputables au service i sont :

$$C_i = CA_i + \frac{CA_i}{\sum_{i=1}^n CA_i} CC$$

2.1.2.2. Répartition fondée sur les coûts épargnés

La part du service i dans les coûts communs, selon cette méthode dite de Moriarity, S., (4), est donnée par la différence entre le coût d'agir individuellement (stand-alone costs) et une fraction des coûts épargnés :

$$C_i = C(q_i) - \left[\frac{\sum_{i=1}^n C(q_i) - C(\sum_{i=1}^n q_i)}{\sum_{i=1}^n C(q_i)} \right] C(q_i)$$

Tout en favorisant les grands usagers, cette méthode ne tient pas compte de l'externalité pécuniaire que procure un service à l'ensemble du projet.

2.1.2.3. Répartition fondée sur les coûts alternatifs évités

Pour cette méthode, les coûts communs sont alloués proportionnellement au coût alternatif évité (coûts d'agir individuellement moins les coûts attribuables : $C(q_i) - CA_i$).

Ainsi, la part du service i dans le coût total du projet à services- multiples est donnée par :

$$C_i = CA_i + \frac{C(q_i) - CA_i}{\sum_{i=1}^n (C(q_i) - CA_i)} CC$$

2.1.3. Les méthodes fondées sur les bénéfices

La répartition des coûts communs est fonction des bénéfices excédentaires par rapport aux coûts attribuables, aux bénéfices restants (SCRB) ou aux bénéfices restants ajustés (ASCRB) sont les trois variantes de cet ensemble de méthodes.

2.1.3.1. Répartition proportionnelle aux bénéfices en excès des coûts attribuables

Pour cette méthode, la proportion des coûts communs allouée à un service est déterminée en divisant les bénéfices nets (bénéfices escomptés (BE_i) moins coûts attribuables) du service en question par le total des bénéfices nets. C'est une procédure qui ne tient pas compte du fait qu'il peut exister d'autres alternatives pour avoir le même service

à un coût moindre. Ainsi, les coûts imputés à un service pourraient être supérieurs à ceux de la variante d'un projet à service unique. La fraction des coûts communs allouée à un service i est donnée par :

$$f_i = \frac{BE_i - CA_i}{\sum_{i=1}^n (BE_i - CA_i)} = \frac{BN_i}{\sum_{i=1}^n BN_i}$$

Où BN_i est le bénéfice escompté net du service i .

2.1.3.2. Répartition proportionnelle aux bénéfices restants (SCRB)

Cette méthode part de l'idée que l'allocation des coûts communs doit être fondée sur la disposition à payer du service (i.e., min{bénéfices escomptés, coût de la meilleure alternative}). Les coûts restants sont alloués proportionnellement aux bénéfices restants. Ainsi, la contribution du service i dans les coûts du projet est donnée par :

$$C_i = CA_i + \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \left[C(N) - \sum_{i=1}^n CA_i \right]$$

Le processus d'allocation des coûts communs selon cette méthode est comme suit :

- Calcul des coûts justifiables pour participer au projet à services-multiples. Le coût justifiable associé à un service donné est le plus petit des montants des bénéfices escomptés et des coûts de la meilleure alternative : $CJ_i = \min\{\text{bénéfices escomptés, coûts de la meilleure alternative}\}$;
- Calcul du bénéfice restant. Les coûts attribuables à chaque service sont soustraits des coûts justifiables : $r_i = CJ_i - CA_i$, $i = 1, 2, \dots, n$; où r_i est le bénéfice restant pour le service i ;
- Calcul de la base d'imputation :

$$f_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

et

- Calcul du coût total alloué au service i

$$C_i = CA_i + f_i CC$$

est :

C'est une méthode simple, toutefois elle est inéquitable dans la mesure où les

services ne sont pas crédités des économies qu'ils procurent aux autres services. Son ajustement a donné lieu à l'ASCRB.

2.1.3.3. Répartition proportionnelle aux bénéfiques restants ajustés (ASCRB)

Proposée par Loughlin, J., C (5), l'ASCRB ajuste la méthode des bénéfiques restants en utilisant un facteur de correction qui est fonction des économies qu'un service procure aux autres services. Ainsi, le coût attribuable à chaque service est multiplié par un coefficient de correction ; ce qui réduit les bénéfiques restants pour chaque service et modifie leur ratio. Les coûts imputés correspondent à la somme des coûts séparables non ajustés et des coûts communs imputés. L'application de cette méthode nécessite cinq étapes :

1. Calcul des coûts justifiables ;
2. Calcul du facteur d'ajustement. Il est déterminé en divisant la valeur minimale de la somme des coûts justifiables des autres services ou les coûts totaux du projet moins les coûts attribuables au service en question, plus les coûts justifiables du service par le coût total du projet. Les coûts

$$FA_i = \frac{\min \sum_j C_j, CT - CA_i + C_j}{CT}$$

attribuables au service i sont multipliés par le facteur d'ajustement ainsi calculé:

3. Calcul des bénéfiques restants. La déduction des coûts séparables ajustés des coûts justifiables donne les bénéfiques restants : $r_i = C_j - FA_i \cdot CA_i$

4. Calcul de la base d'imputation :

$$f_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

; et

5. Calcul du coût total alloué au service i est : $C_i = CA_i + f_i \cdot CC$

La faiblesse commune à ces méthodes, dites méthodes des coûts totalement répartis, est l'absence de la notion de coût marginal comme référence pour allouer les coûts des projets à services multiples; elles sont ainsi économiquement inefficaces. La plupart d'entre elles ne tiennent pas compte des coûts

alternatifs. Etant arbitraires, leur application n'exclut pas l'existence de subventions croisées. Pour ces raisons, plusieurs économistes ont proposé des méthodes d'allocation des coûts qui obéissent à des principes économiques mieux fondés. Selon Hamlen et al (6) , étant donné que les procédures d'allocation des coûts sont arbitraires au mieux, il semble que l'approche appropriée serait d'évaluer chaque procédure sur la base de l'équité (i.e., une procédure

d'allocation acceptable) et de la neutralité (i.e., éviter les décisions sous-optimales de la part des participants en refusant de coopérer). Ainsi, pour solutionner le problème d'allocation des coûts des projets à services multiples, certaines méthodes fondées sur des concepts empruntés à la théorie des jeux ont été proposées, notamment la valeur de Shapley et le nucléole.

2.2. La théorie des jeux et l'allocation des coûts

Avant de présenter les deux méthodes d'allocation des coûts fondées sur la théorie des jeux coopératifs, il serait utile de définir la notion d'absence de subventions croisées et la notion du noyau d'un jeu, concept qui est fondamental si on veut trouver une solution stable au problème d'allocation des coûts des projets à services multiples.

2.2.1. Allocation exempte de subventions croisées.

Pour qu'elle soit acceptable par les différents "joueurs", l'allocation des coûts des projets à services- multiples doit être équitable ou en d'autres termes, exempte de subventions croisées. Pour illustrer cette notion, prenons le cas d'une entreprise qui produit plusieurs services et qui est soumise à la contrainte d'auto-financement.

Soient :

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ l'ensemble des services fournis, et q_1, q_2, \dots, q_n les quantités produites de chaque service;

$$q_s = \{q_i \mid i \in S, S \subseteq N\}$$

$C(\cdot)$ la fonction de coût (i.e., l'ensemble des coûts pour produire $q \in N = \{q_1,$

$q_2, \dots, q_n\}$) et pour chaque sous-ensemble $S \subseteq N$ est associée une fonction de coût $C(q_S)$.

En général, la production jointe est caractérisée par la sous-additivité de sa fonction de coût ou en d'autres termes, la somme des coûts pour offrir les deux sous-ensembles de services S et T de N séparément est au moins égale aux coûts d'une production jointe.

D'une façon formelle nous avons :

$$C(q_S) + C(q_T) \geq C(q_{S \cup T}) \quad \text{si } S \cap T = \emptyset$$

$$C(q_S) + C(q_T) \geq C(q_S + q_T)$$

En présence de la contrainte d'autofinancement et lorsque tous les services sont offerts simultanément nous avons :

$$R(q^N) = C(q^N), \text{ où } R(q^N) = \sum_{i \in S} r_i$$

avec r_i la contribution du service i

L'offre des N services ne peut être justifiée économiquement que si la contribution de chaque sous-ensemble S n'excède ce qu'il en coûte d'être seul :

$$R(q_S) \leq C(q_S) \quad \forall S \subseteq N$$

L'absence de subventions croisées, en cas de production jointe, est satisfaite lorsque la contribution de n'importe quel sous-ensemble de services est au moins égale aux coûts additionnels nécessaires pour les produire (i.e., incremental cost). En termes formels, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

$$R(q_S) \geq C(q_N) - C(q_{N-S}) \quad \forall S \subseteq N; N-S \text{ est le complément de S dans N.}$$

L'allocation des coûts, sans subventions croisées, dans le cas d'une production jointe soumise à la contrainte d'autofinancement, implique que chaque service génère un revenu pour couvrir les coûts qui lui sont directement liés (i.e., coûts attribuables) et une fraction des coûts communs à l'ensemble des services.

2.2.2. Le nucléole

Pour trouver une solution dominante, et toujours dans le cadre de la théorie des jeux coopératifs, certaines valeurs ont été proposées, notamment le nucléole qui consiste à relaxer ou à renforcer les critères définissant le noyau d'un jeu. En effet, un noyau vide signifie que la

formation de sous-groupes domine, en termes d'épargne de coûts, la grande coalition; d'où l'idée d'imposer une concession (e) (7), la plus petite

$$\text{Maximiser } c_{\min} = \min\{c_s = \sum_{i \in S} X_i - v(S), S \subseteq N\}$$

$$\text{s.t. } c_{\min} \leq X_i, i=1, 2, \dots, n$$

$$c_{\min} \leq \sum_{i \in S} X_i - v(S), S \subseteq N$$

$$\sum_{i \in N} X_i = v(N)$$

possible, pour favoriser la formation de la grande coalition. D'une façon formelle, le nucléole consiste à maximiser le minimum d'épargne :

L'avantage du nucléole comme procédure d'allocation des coûts communs consiste dans le fait qu'il donne des imputations appartenant toujours au noyau du jeu, lorsque celui-ci est non vide. "Intuitivement" le nucléole représente - autant qu'une seule imputation le pourra - la localisation du noyau du jeu. Autrement dit, si le noyau existe, le nucléole est son centre "effectif" ; et si le noyau n'existe pas, alors le nucléole représente sa position "latente", l'endroit où il apparaît en premier si les valeurs caractéristiques étaient ajustées (diminuées) à un taux constant, pour toutes les coalitions" (8) .

2.2.4. La valeur de Shapley

Introduite par Shapley (9) comme méthode pour permettre à chaque joueur d'évaluer à priori les bénéfices qu'il retirerait s'il décide de faire partie du jeu. Dans un jeu à n joueurs, la valeur des bénéfices des joueurs ne dépend que de 2 n-1 valeurs v(S), S ⊆ N.

$$X_i = \sum_{R \subseteq N} \frac{(n-r)(r-1)!}{n!} [C(R) - C(R - \{i\})]$$

Pour trouver la valeur du jeu, Shapley prend les joueurs dans un ordre aléatoire et donne à chacun sa valeur marginale pour la coalition constituée des individus tirés avant lui:

où : r est le nombre de joueurs dans la coalition R.

En intégrant une coalition S, le service i génère un coût marginal (C(S » {i}) - C(S)).

Cependant, ce coût dépend de la

position du service i dans la construction séquentielle de cette coalition : {1} Ū {1, 2} Ū {1, 2, 3, ..., i} Ū {1, 2, 3, ..., i, ...n-1, n}. Ainsi, pour trouver une solution à ce problème, on fait les hypothèses suivantes :

H1: l'intégration des services à une coalition se fait selon un ordre probabiliste ; et

H2: l'équiprobabilité des ordres d'intégration des services (i.e., toutes les coalitions sont possibles et équiprobables).

À titre d'exemple, prenons le cas d'un projet à deux services et supposons que la fonction des coûts est sous-additive (C(1,2) ≤ C(1) + C(2)). Les coûts du service i sont différents selon la séquence de son introduction. En effet, pour le service 1 :

- La séquence {1}Ū{1, 2}donne les coûts : C1 = C(1) et C2 = C(1, 2) - C(1) ;
- La séquence {2}Ū{2, 1}donne les coûts : C1 = C(1, 2) - C(2) et C2 = C(2).

A cause de la sous-additivité de la fonction de coûts, le joueur 1 préfère la seconde allocation, alors que le joueur 2 préfère la première. L'équiprobabilité de l'intégration des joueurs donne l'allocation suivante:

$$C_i = \sum_{S \subseteq N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} [C(S) - C(S - \{i\})]$$

C1 = (1/2)C(1) + (1/2)[C(1,2) - C(2)] et C2 = (1/2)C(2) + (1/2)[C(1,2) - C(1)]

D'une façon générale, l'allocation des coûts des projets à services multiples selon la valeur de Shapley est donnée par :

où : s est le nombre de services dans la coalition S.

Basée uniquement sur le coût marginal, la valeur de Shapley offre donc une solution efficace au problème d'allocation des coûts. Elle est équitable, puisqu'elle génère une allocation mutuellement satisfaisante. De plus, les services paient tous les coûts puisque $\sum C_i = C(N)$. L'avantage décisif de la valeur de Shapley, dans le cas des jeux convexes, c'est qu'elle appartient à son noyau s'il est non vide.

3. L'allocation des coûts : cas du projet Dchar El Oued

Ce développement théorique offre un cadre approprié pour "solutionner" le problème d'allocation des coûts entre les différents usages des projets à services multiples (hydroélectricité, irrigation, eau à usage domestique et industriel). Cependant, faute de données relatives aux grands réservoirs existants, nous avons utilisé celles relatives au projet Dchar El Oued-Ait Messaoud sur la rivière d'Oum Er-Rbia. Cet aménagement hydraulique, dont la mise en service est prévue pour l'an 2000, comprend, en plus des barrages Dchar El Oued et Ait Messaoud, les usines hydroélectriques qui leur sont associées, l'équipement hydro-agricole de 15242 hectares dans le périmètre des Beni Amir dans la plaine du Tadla, dont 7727 hectares en réhabilitation et 7515 hectares d'extension, le recalibrage du canal tête morte, du canal principal et l'exécution d'un siphon sur l'Oum Er-Rbia pour un débit de 25 m³/seconde (10) .

Le barrage Dchar El Oued est un ouvrage à services multiples (hydroélectricité, irrigation, eau à usage domestique et industriel). La capacité de la retenue de ce réservoir est de 740 millions de m³, dont le volume utile est de 560 millions de m³ (11) . 408 millions de m³ seront affectés à l'irrigation et 41 millions de m³ pour l'approvisionnement en eau potable des villes de Kasba Tadla, Khouribga, Oued Zem et Boujâad. L'usine hydroélectrique qui lui sera associée produira 200 millions de Kwh par an.

L'analyse coûts/avantages du projet Dchar El Oued est faite du point de vue de l'économie nationale sur une période de 40 ans, ce qui représente la durée de vie moyenne pour les principales composantes de l'aménagement (barrages, usine hydroélectrique et équipements agricoles). Les coûts et les avantages du projet sont résumés dans le tableau 1 en annexe.

Au total, on distingue deux types de procédures d'allocation des coûts : celles qui avantagent les "petits" services (répartition proportionnelle aux coûts séparables, au taux d'utilisation des ouvrages et le nucléole), et celles

Références Bibliographiques:

- Banque Mondiale, (1995), "Le Secteur de l'Eau au Maroc", Rapport N°12649-MOR, p.23.
- Idem, p.35-36.
- Article 16 du Dahir du 10 janvier 1984 modifiant et complétant le Dahir du 25 juillet 1969 formant le code des investissements agricoles.
- Moriarity, S., (1975), "Another Approach to Allocation Joint Costs", In *The Accounting Review*, pp.791-95.
- Loughlin, J. C., (1977), "The Efficiency and Equity of Cost Allocation Methods for Multipurpose Water Projets", In *Water Resources Research*, vol.13, n o .3, pp.616-27.
- Susan S. Hamlen, William A. Hamen, Jr. and John T. Tschirhart, (1977), "The Use of Core Theory in Evaluating Joint Cost Allocation Schemes", In *The Accounting Review*, Vol.LII, N°3, pp.616-27.
- e est un niveau de concession par rapport aux coalitions les plus difficiles à satisfaire.
- Shubik, M., (1991), "Théorie des Jeux et Science Sociales", *Economica*, p.361.
- Shapley, L.S., (1953), "A Value for n-person Games", In H.W Kuhn and A.W. Tucker, eds, *Contributions to the Theory of Games*, Vol.2, *Annals of Mathematical Studies*, N°28, Princeton, New Jersey :Princeton-Unv. Press.
- Ministère des travaux publics, (1994), "Actualisation de l'Étude de la Rentabilité Économique du Complexe Dchar El Oued-Ait Messaoud", C.I.D, p.1.
- Le volume réservé à la tranche morte est de 180 millions de m³.
- Ministère des travaux publics, (1994), "Actualisation de l'Étude de la Rentabilité Économique du Complexe Dchar El Oued-Ait Messaoud", C.I.D, p.66.

qui au contraire avantagent les "grands" services (répartition proportionnelle aux coûts épargnés, aux coûts alternatifs évités, aux bénéfices en excès des coûts séparables, aux bénéfices restants, aux bénéfices restants ajustés et la valeur de Shapley). La part dans le coût total du projet varie de 23 à 51%; de 41 à 73,20% et de 0 à 14,50% respectivement pour l'hydroélectricité, l'irrigation et l'eau à usage domestique et industriel (tableau 2 en annexe). La prise en compte de la protection contre les inondations réduirait la part des trois principaux services dans le coût total du projet Dchar El Oued.

CONCLUSION

La répartition des coûts des projets à services multiples retenue par le code des investissements agricoles n'a aucun fondement théorique. En effet, dans les 40% du coût moyen pondéré que devraient supporter les irrigants on trouve les coûts du réseau des pistes et de l'infrastructure de raccordement du réseau électrique, qui normalement doit être facturé aux usagers de ce service.

L'application de l'article 16 du code des investissements agricoles au cas du projet de Dchar El Oued se traduirait par une allocation de plus de 30% des coûts à l'eau d'irrigation ; l'office national de l'électricité supporterait 23% des coûts. Or, ce projet à services multiples permettra à cet office d'épargner 1360,23 millions de dirhams, soit plus de deux fois les bénéfices escomptés du secteur agricole (667,02 millions de dirhams). Par ailleurs, l'énergie électrique a été retenue comme variable déterminante pour arrêter la dimension du barrage. En effet, "du point de vue de l'agriculture, la question importante est

la réalisation ou non du projet Dchar El Oued qui conditionne le développement de la région de Tadla. Cependant, le dimensionnement du barrage a été déterminé en fonction de la production de l'énergie électrique, car les bénéfices agricoles ne sont pas en mesure d'équilibrer les coûts du projet" (12).

Aucun coût n'est alloué à l'eau à usage domestique et industriel, bien que plus de 9% du volume utile du barrage sont affectés à ce service, lui permettant d'épargner 291.99 millions de dirhams (coût d'un barrage dimensionné pour les seuls besoins en eau potable). Par ailleurs, dans la plupart des cas, l'acheminement de l'eau à usage domestique et industriel se fait par le biais d'une infrastructure spécifique à l'irrigation sans aucune contribution aux coûts de ces ouvrages.

D'après le rapport de la Banque Mondiale relatif au secteur de l'eau au Maroc, les tarifs urbains de l'eau couvriront, dans l'avenir, tous les coûts y compris ceux associés à la mobilisation. En d'autres termes, il y aura un transfert du fardeau financier de mobilisation des ressources en eau des contribuables aux usagers. Cependant, la tarification des services de l'eau est intimement liée à la répartition des coûts entre les usages. Certes, le choix d'une méthode d'allocation des coûts des projets à services multiples n'est pas une chose aisée, mais il y a moyen d'adopter une méthode équitable et acceptable par les différents usagers. Parmi les dix méthodes d'allocation des coûts que nous avons appliquées au projet Dchar El Oued, la valeur de Shapley nous paraît la plus fondée.

ANNEXES

Tableau 1 : Co ts et avantages du projet Dchar El Oued en millions de dirhams (en prix conomiques de 1993)

Valeur nette Actualis e	C O T S				A V A N T A G E S			
	Barrage	Usine hydro lectrique	Equipeme hydro-agr	Total co ts	Eneq tiques	Agricoles	AEPI	Total b n fices
VNA(10%)	528.54	294.37	454.36	1277.26	1360.23	667.02	291.99	2319.24
VNA(12%)	499.79	273.02	424.04	1196.85	1140.66	506.21	274.20	1921.07
VNA(14%)	473.25	254.81	396.39	1124.45	978.18	394.07	258.34	1630.59

Source : Minist re des travaux publics, "Actualisation de l tude de la Rentabilit conomique du Complexe Dchar El Oued-Ait Messaoud," C.I.D, mai 1994.

Tableau 2 : Allocation des co ts du projet Dchar El Oued (en %)

M thodes d allocation des co ts	Hydro lectricit	Irrigation	Eau potable
Taux d utilisation			
Sc nario 1	43,70	54,40	1,90
Sc nario 2	23,00	73,20	3,80
Co ts attribuables	39,30	60,70	0,00
Co ts pargn s	39,23	46,85	13,92
Co ts alternatifs vit s	39,26	51,78	8,96
B n fices en exc s des co ts attribuables	51,00	41,00	8,00
B n fices restants	44,20	44,10	11,70
B n fices restants ajust s	43,30	42,20	14,50
Valeur de Shapley	39,93	52,45	7,62
Nucl ole	43,01	55,54	1,45
Le code des investissements agricoles	23,05	30,78	0,00

IRRIGATION WATER PRICING POLICY IN MOROCCO'S LARGE SCALE IRRIGATION PROJECTS

M. Aït Kadi¹

INTRODUCTION: THE IRRIGATION SECTOR IN MOROCCO

Irrigated agriculture has a high priority in Morocco, to meet the needs of its rapidly growing population and to expand export both of commodities and processed agricultural products.

In Morocco, there are approximately 7.7 million hectares of arable land of which 1.6 million ha are potentially irrigable (1.3 million ha of perennial irrigation and 300 000 ha of seasonal irrigation), water resources availability being the limiting factor. As of now, irrigation accounts for 88% of the water use compared to 8% for domestic use and 4% for industry.

Government policy in the agricultural sector has always favored investments in the irrigation subsector. These investments have accounted for more than 60% of the total public investments in agriculture since 1965. The goal is to put under perennial irrigation one million hectares by the year 2000. This is referred to as the "million-hectares" policy.

The whole irrigation subsector currently contributes 45% of the agricultural value added and produces 75% of the agricultural exports. In addition to boosting food production, irrigation development has also increased rural employment, promoted agroindustry and helped stabilize domestic production. It has also raised productivity and incomes significantly by bringing modern agriculture to small farm families and in several areas, has reversed the flow of people from rural to urban areas while contributing to natural resources conservation by relieving the pressure on areas with fragile ecology.

There are both Small and Medium Scale (SMI) and Large Scale (LSI) irrigation systems. The SMI projects range from few to several thousand hectares. They are mainly traditional systems some of

which have been developed for centuries. Traditional water organizations in some form or other exist. SMI projects represent a potential of 510 000 ha of perennial irrigation and 300 000 ha of seasonal irrigation. Increasing attention has been given since the mid-1980s to improving SMI through rehabilitation and betterment. In 1990 a law was promulgated which provides a legal basis for irrigators to establish Water Users Associations with full responsibility of managing their systems. This law devised also a system whereby government irrigation authorities would enter into agreements with local water user associations to recover part of the investments costs. Water charges are generally fixed on an adhoc basis. Collections are generally made for payment of ditch riders, pumping energy, maintenance expenditures, etc... An interesting dimension at SMI perimeters is the existence of water markets since often water and land are not tied to each other. Water rights are sold on a seasonal basis. SMI projects contribute significantly to improving water use efficiencies at the basin level. Efforts are still necessary to increase cropping intensities and yields. The Government regards the development of SMI as a mean of alleviating rural poverty through the creation of agricultural production and services activities generating incomes and employment.

Morocco has made modern, large scale irrigation the centerpiece of its irrigated agricultural development and has rapidly built or modernized nearly 500 000 ha out of an LSI potential of 850 000 ha. LSI projects represent new investments in major civil works for water regulation, conveyance and distribution systems (including on farm) using modern technologies. There are nine LSI perimeters developed in the major river basins of the country. Each LSI is developed and managed by a regional irrigation and agricultural development agency called ORMVA.

The ORMVAs are responsible for the design, construction, operation and maintenance of the irrigation networks. They integrate all the productive services required by farmers under one management structure. They provide assistance to rainfed farmers and those dependent on traditional irrigation located under their jurisdictions. ORMVAs are semi-autonomous organizations. Administrative and technically they are overseen by the Ministry of Agriculture, Rural

MAJOR FEATURES OF THE LARGE SCALE IRRIGATION POLICY

Development and Fisheries and financially by the Ministry of Economy and Finances. Each ORMVA has its own budget.

In order to promote the rational use of its water resources and to overcome the constraints related to the situation of its peasants, Morocco has adopted an "interventionist" type of irrigation policy for LSI development. The basic philosophy of this policy is that "to attain the desired objectives, it is not sufficient - as it has been done in the past - to construct irrigation infra-structure as rapidly as possible, the State must also create the conditions enabling development to take place". A comprehensive framework for this policy is defined by a variety of laws grouped in the "Code of Agricultural Investment" of 1969. This Code is regarded as a contract between the State and the farmers to build the national economy through irrigation development:

- The State pays for the dams, the irrigation network and necessary on-farm development. It provides credit, selected seeds, fertilizer, farm equipment etc... Finally, it guarantees the prices of certain crops (mainly sugar beet and sugar cane) through contracts.
- In turn the farmer is obligated to farm his irrigated land in the national

1. *Président du Conseil Général de l'Agriculture*

interest, to follow the norms imposed for his hydraulic sector, and to repay the State 40% of the investment costs and 100% of O&M costs through a land improvement tax and volumetric water charges.

It is important to note that this concentrated comprehensive development effort in LSI perimeters is mainly dictated by the efficient and productive use of scarce water resources for the benefit of the country as a whole. It is to be achieved:

(i) Technically through:

- (1) defining cropping patterns that optimize the use of the available water resources taking into consideration local conditions and national planning goals of food security; and
- (2) designing a model for land consolidation and the irrigation system layout known as the "Rationale Layout" which is unique and incorporates three important complementary features: (a) equitable and efficient water distribution by using state-of-the-art irrigation technologies and designing irrigation systems to supply crop allocations rather than farmers; (b) annual and seasonal crop diversity according to the mandatory cropping pattern; (c) accommodation of wide variations in individual land ownership patterns in such a way that limitations in the size of individual land holdings are not obstacles to the adoption of modern technologies both for irrigation and farming practices.

(ii) institutionally through:

- (1) providing a comprehensive framework for conclusion of crop contracts and for price supports and subsidies and encouraging cooperative arrangements to stimulate agricultural productivity;
- (2) providing a legal framework for significant cost recovery of both investments and O&M costs;
- (3) integrating under one management structure all the activities related to design, construction operation and maintenance of irrigation networks

as well as all the agricultural support services required by farmers.

It appears therefore that the irrigation policy in LSI development has been designed as a "coherent whole". Its merit lies in the holistic approach adopted. But this comprehensiveness is also a source for its weakness as if one component of the chain is missing "the whole" may lose its merit.

IRRIGATION WATER PRICING

The Agricultural Investment Code provides a legal and institutional framework for significant recovery of both investment and operating costs in irrigation. It calls for full recovery of O&M costs and up to 40 % of initial investment costs. Three types of charges are established. Thus, farmers are expected to pay:

1. A Land Betterment Levy

A fixed betterment levy which covers 30% of the original investment cost. The first five hectares of holdings of less than 20 hectares are exempt from this charge. Land betterment levy may be paid in 17 years at an annuity rate of 4%;

2. A Volumetric Charge

A Volumetric charge is intended to cover 100 percent of O&M costs , 10 percent of original investment cost and

40 per cent of replacement cost. Thus, this charge, VC, is computed as follows:

$$VC = (OE + ME + 10\% I + 40\% R) / (V * PF) \quad (1)$$

where:

- OE** = present worth value of total operation expenditures;
- ME** = present worth value of total maintenance expenditures;
- I** = original investment cost;
- R** = Present worth replacement cost; and
- V** = annual volume of water delivered
- PF** = present worth factor

O&M expenditures are fixed as a percent of the initial investment cost according to given engineering standards.

VC is computed for each irrigation sector as completed. The Code provides for progressivity of charges during the early years of irrigation. This progressivity is over 5 years with a 20% step for annual crops and it runs over 10 years with a 10% step for orchards. In addition, discount coefficients can be applied to take into account different conditions of water delivery. These coefficients are as follows:

- ñ 0.3 if the farmer diverts water directly from the river, downstream a dam, without using the public infrastructure;
- 0.8 if the secondary and tertiary canals are not concrete lined

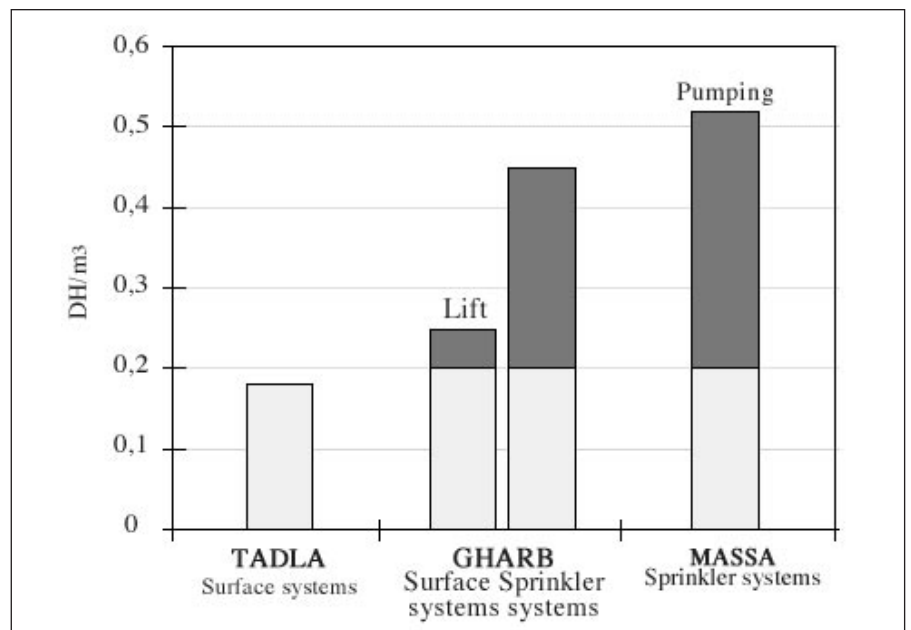


Fig. 1: Example of water charges in 3 different situations

- 0.8 if farmers take in charge the maintenance of the secondary and tertiary canals;
- 0.8 if water salinity can reduce yields for the crops foreseen in the mandatory cropping pattern.

Furthermore, the volumetric charges are regularly revised to take into account the inflation. A formula is used for indexing the charge to the inflation rate in the construction sector. Prices are adjusted whenever the computation leads to an increase greater to 5%.

A farmer is charged for a minimum volume of water equal to 3 000 m³ per hectare per year. In accordance with the obligation of farming his land, the farmer has to pay for the corresponding amount whether he has used the water or not.

3. A Pumping Charge

A supplementary charge adds to the above charge to cover the energy cost for pumping wherever applicable. Initially, the Code specifies that this charge is applicable if water is lifted from an irrigation main canal to supply a public water distribution system and / or if water is put under pressure for a sprinkler irrigation system.

Figure 1 gives an example of water charges in three different situations: (i) surface systems; (ii) surface systems requiring lifting water to canals and (iii) sprinkler systems.

The rate of collection of volumetric

EXPERIENCE WITH PRESENT PRICING METHODS

water charges has increased steadily. It varies across ORMVAs between 70 and 95%. But, recovery via the betterment levy is constrained by land tenure problems often due to inheritance and the vast number of landholdings (80%) that are less than five ha in size.

Despite the Code comprehensive framework for cost recovery in LSI perimeters current water charges represent only 25 to 50% of the actual water prices derived from the procedure fixed by the law. Table 1 illustrates this situation.

A number of distortions have been brought to the pricing method as prescribed by the Code. They relate mainly to policy options geared towards keeping water prices low to encourage farmer to irrigate their lands in the early

stage of irrigation development. Hence, water prices have not been changed during the period 1969-1980. Adjusting tariffs to take into account inflation has effectively entered into practice in 1983.

It was also sought to maintain water prices at the same level among irrigation perimeters. Indeed, the effect of fixed producer prices, at national level, for crops such as sugar beet, sugar cane and soft wheat prescribed in the mandatory cropping pattern has been often used as an argument to seek homogeneous water charges across LSI perimeters. This has led to the adoption of charges used in the existing projects that are far below those computed according to the law for new projects. It was difficult to make up for these distortions later on since the only possible increase of water charges provided by the law is indexed on inflation. However, since 1969 is about 7% per annum.

In 1980, as Morocco was entering into the Structural Adjustment era, a decision was made to double the water prices across the country.

Another issue related to the application of the provisions of the Code concerns the recovery of the pumping charge. Indeed, recovery of this charge became effective only in 1983. Furthermore, in many instances feasibility studies have often favored options of using the river as a conveyor of the water released from the dam and pumping it at appropriate sites to supply water to irrigation sectors instead of building a conveyance canal. In these situations as per the code, energy costs are not recovered from the farmers as pumping is considered a design option. Energy bills are then paid by budget transfers to the ORMVA.

Table 2 gives an example of the budget transfers to 3 LSI projects during the period 1980 - 1990. It shows the importance of the transfers to the Loukkos project which is a highly energy intensive project. Of course, these transfers result from the combined effect of both underpricing irrigation water and a relatively moderate rates of collection of water charges in these three LSI which vary between 45 and 75%. These transfers would be even greater if the ORMVA followed adequate maintenance practices.

Table 1: "Current" and "actual" irrigation water prices

Perimeter	P1 Dh/m ³ (1)	P2 Dh/m ³ (2)	P3 Dh/m ³ (3)	P4 Dh/m ³ (4)	Difference (3) - (4)	% (3) / (4)
Masssa	0,058	0,23	0,19	0,753	-0,563	25,2
Issen	0,38	0,75	0,52	1,026	-0,506	50,6
Garet	0,058	0,196	0,19	0,642	-0,452	29,6
R'mel	0,058	0,183	0,19	0,599	-0,409	31,6
Drader	0,088	0,208	0,19	0,681	-0,409	27,9
STI Gharb	0,058	0,106	0,19	0,347	-0,157	54,7

P1 = water price adopted at the start of irrigation.

P2 = water price derived from the code for the sector.

P3 = Current water price.

P4 = updated value of P2

Table 2: Budget Transfers for 3 LSI projects (MDH)

	Moulouya (67 000 ha)	Gharb (86 000 ha)	Loukkos (16 000 ha)
Recurrent expenditures	297 123	636 792	817 008
Total collection: Water charges + energy tax	209 956	336 511	287 794
Transfers to cover: Recurrent charges	87 167	300280	529200
DH/ha	1 301	3 500	33 000

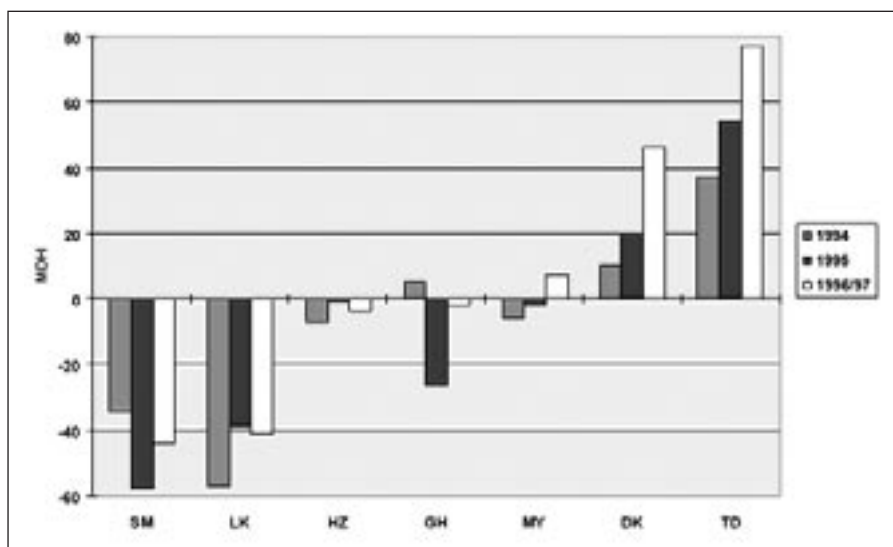


Fig. 2: Balance of the O&M account for each ORMVA (MDH)

In fact, in the early stages of development of irrigation in LSI, water charges were kept purposely low as part of a general price policy in the agricultural sector. At present water charges, most ORMVAs still need Government financing to close the gap between billed charges and actual direct costs of water. Figure 2 shows the balance between the amount recovered from water charges and the total O&M expenditures.

In addition to budget transfers, the consequence of under pricing of irrigation water is differed maintenance of the infrastructure which leads to increasing needs of rehabilitation.

THE NEW CONTEXT

Since the mid-1980 the irrigation sector has entered into a new era marked by two major changes. The first change relates to the Agricultural Sector Adjustment reforms. The second change is linked to the growing concerns about impeding water shortages and the need of conserving water and managing demand.

1. The Agricultural Sector Adjustment Reforms

In parallel to a macro-economic restructuring, a number of reforms in the agricultural sector have taken place to liberalize agriculture and food prices, reduce subsidies and restructure public expenditures in the sector. A long term

program has been also initiated to restructure public enterprises across the economy including the agricultural sector.

In this context, the reforms in the LSI perimeters have included more specifically (i) ORMVA divestiture from commercial activities, (ii) liberalization of cropping patterns, (iii) promotion of farmer associations, (iv) reduction of budget transfers to the ORMVAs with increased autonomy.

In addition, input (fertilizer, improved seeds, etc..) and agriculture prices have been progressively liberalized. A comparison between 1979-80 and 1995-96 shows that prices of fertilizers, seeds and treatments for sugar beet have more than trebled, while the producer price has been multiplied by a factor of 2.41 (see Table 3). As a matter of fact, sugar beet and sugar cane producer prices

have been formally "liberalized" only in 1996. But, the prices negotiated between

the producers and the sugar factories are kept almost at the same level to avoid increases in the consumer prices or in the budgetary burden for compensation.

Of course, these important reforms have substantially changed the terms of the "contract" that the code used to represent by providing a comprehensive framework for conclusion of crop contracts and for price supports and subsidies.

2. Meeting the Challenge of Growing Water Scarcity

In Morocco, the consequence of increased industrialization and a rapidly growing population, accentuated by a progressive shift from rural to urban living is the growth of requirements for the quantity and quality of water resources, their more intensive and comprehensive use.

The emphasis in Moroccan development planning has been for the last three decades on maximizing the capture of the country's surface water resources and providing for their optimal use in irrigated agriculture, potable water supplies, industrialization and energy generation. Enormous capital resources have been invested in the essential infrastructure to control surface water flows. Infrastructure to capture and utilize about two-third of surface water potential is in place and a number of major infrastructure projects are in advanced stages of planning and/or construction to capture most of the remaining potential.

Table 3: Evolution of producer and input prices for sugar beet production

Designation	Prices 1979-80	Prices 1995-96	Rate of increase
• Sugar beet producer price (DH/T)	135	325	2,41
• Fertilizer (N, P, K) (DH/Q)	85,36	265,3	3,11
• Fertilizer (urea) (DH/Q)	93	254,86	2,74
• Seeds (DH/Kg)	24	87,38	3,64
• Irrigation (DH/m ³)	0,064	0,22	3,47
• Treatment (DH/l)	126	460	3,65
• Labor (DH/day)	10,15	37,43	3,64

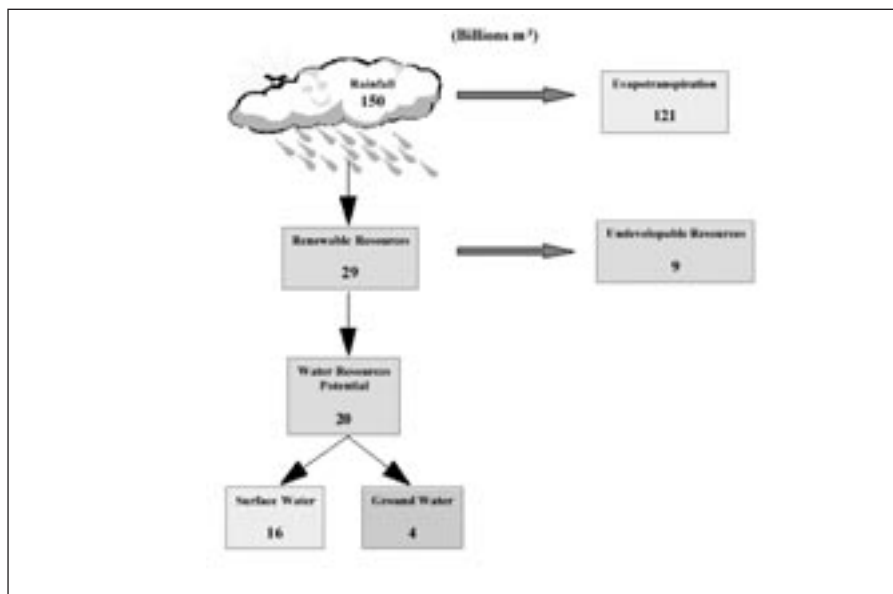


Fig. 3: Morocco's water resources

As Morocco nears the end of the infrastructure phase of its national development plan, emphasis is beginning to shift to the more sophisticated and difficult task of ensuring socially and technically efficient allocation of the existing water resources among competing consumer groups on a sustainable basis. This task is ever more complex given Morocco's relatively high population growth (2.06 % per annum), the higher rate of immigration from rural to urban areas (urban population has increased from 42.7 % in 1982 to 51.4 % in 1994) and the great spatial and temporal variability in annual rainfall with droughts of frequent occurrence.

Despite remarkable achievements, Morocco faces a growing challenge in the water sector. One of the main issues is the decline in available water resources. The mean annual rainfall across Morocco under average seasonal conditions is estimated to total 150 billion cubic meters (Fig. 3). However, the renewable water resources do not exceed 29 billion cubic meters (BCM). Taking into account potential storage sites and groundwater development possibilities only 20 BCM are divertible annually, 16 BCM from surface water and 4 BCM from groundwater.

Some 88 large dams have been built increasing the storage capacity from 2.3 billion cubic meters in 1967 to 14 BCM in 1997.

Morocco is also endowed with groundwater resources. Some 32 deep aquifers and more than 46 shallow ones scattered all over the country have been inventoried. Groundwater withdrawals have increased from 1.5 BCM in 1960 to 3.6 BCM in 1997.

Some 11 BCM are now committed to agriculture, domestic and industrial uses. As population numbers increase, coupled with demands for high per capita domestic and industrial consumption resulting from improved standards of living, the sustainable upper limit or "carrying capacity" of water resources utilization will be approached by the year 2020 (Fig.4). Thus, a growing scarcity is anticipated as a result of rising demands resulting from expansion of irrigated areas and urban development and a slowing of the growth in available supplies, the depletion of aquifers and the pollution of available resources per capita renewable water resources are expected to fall from 850 cubic meters to 410 cubic meters in 2020, when all renewable resources are projected to be mobilized. That is in 2020 Morocco will move from being defined as a "water stressed" to being a "chronically water stressed" country. A number of river basins are already experiencing water shortages which will impose costly interbasin transfers (Fig. 5). Some of the more intensively used aquifers are now

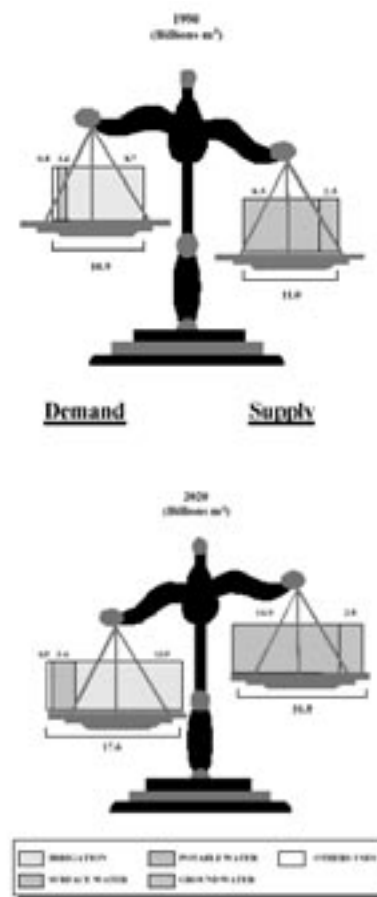


Fig. 4: Morocco's water Balance 1990 - 2020

considered to be under stress with serious draw downs with salt water intrusion in the coastal ones.

Increasing water resources development costs, along with severe financial constraints and competition for scarce public funds have fostered a substantial change in attitudes to water conservation and serious questions have been directed towards water use efficiency in the irrigation sector while recognizing its strategic role in the economic and social development of the country.

Morocco's water economy is now characterized by sharply rising costs of supplying additional water and more direct and intense competition among different kind of water users and uses. In this context, a better mix of increasing supply and demand management can be considered as the most rational response to water scarcity.

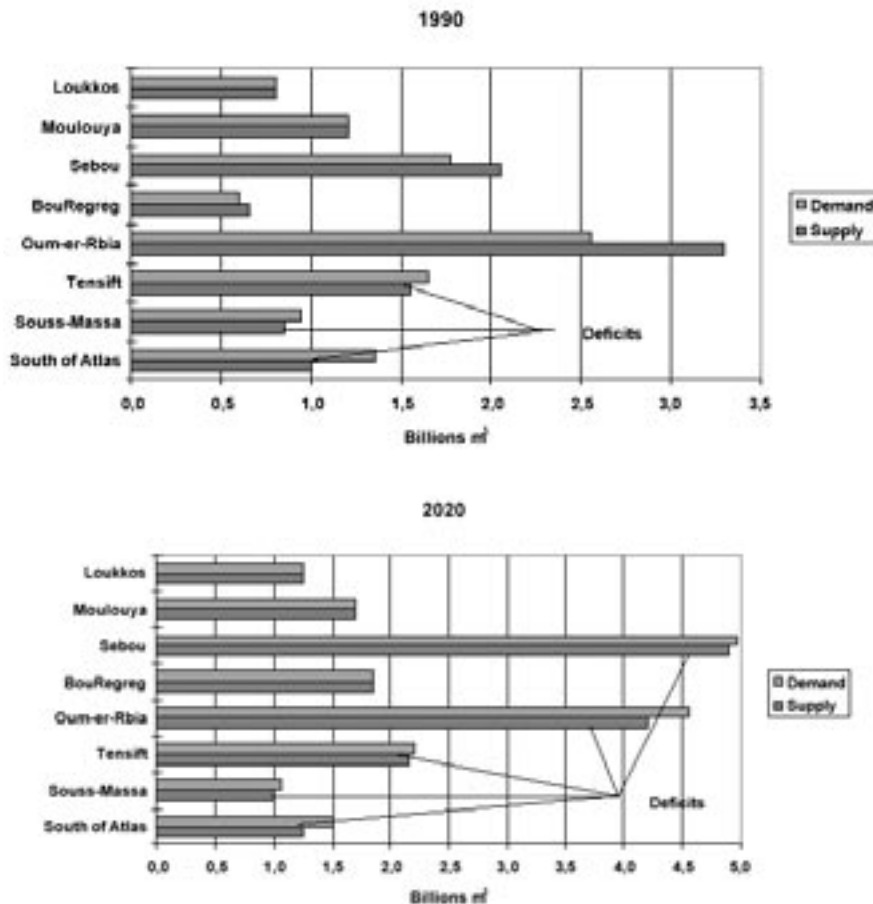


Fig. 5: River basins' water Balance

To meet the challenges posed by the growing water scarcity, Morocco has adopted an integrated approach to water resources management through mutually reinforcing policy and institutional reforms. The major policy reforms adopted are the following:

- The adoption of a long term strategy for an integrated water resources management. The National water Plan will be the vehicle for strategy implementation and will serve as the framework for investment programs until the year 2020;
- The development of a new legal and institutional framework to promote decentralized management and increase stakeholder participation;
- Introducing economic incentives in water allocation decisions through rational tariff and cost recovery;
- Taking capacity enhancing measures to meet institutional challenges for the management of water resources; and
- Establishing effective monitoring and

control of water quality to reduce environmental degradation.

All these policy features are inbeded in the new water law promulgated in 1995. It provides a comprehensive framework for integrated water management. Some of the salient features of this law are:

- Water resources are public property;
- The law provides for the establishment of River Basin Agencies (RBA) in individual or group of river catchments. It clarifies the mandates, functions and responsibilities of the institutions involved in water management. In particular, the status and the role of the High Water and Climate Council has been enhanced as the higher advisory body and a forum on national water policies and programs. All the stakeholders from public and private sectors including water users associations seat in this council;
- The law provides for the elaboration of national and river basin master plans;

- It has established a mechanism for recovery of costs through charges for water abstraction and introduction of a water pollution tax based on the principle “user - pays” and “polluter-pays”.
- The law reinforces water quality protection by defining environmental mandates and enforcing sanctions and penalties.

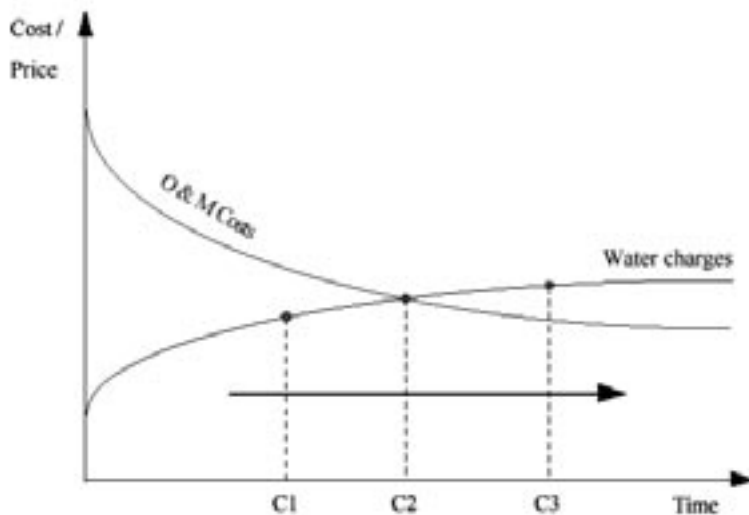
Concerning the institutional set up, the major change is the establishment of River Basin Agencies empowered to manage individual or groups of river basins. The three principal responsibilities of these agencies consist of the development of water resources, the allocation of water as defined by the master plan and the control of water quality. The agencies reinforce the network of existing institutions in charge of different water management functions.

NEW IRRIGATION WATER RATE SETTING

Irrigation water pricing is now being revised in response to water savings requirements and reduced budget transfers to ORMVA.

An in - depth water pricing study has been carried out. A major conclusion of this study is that LSI systems have to evolve toward financial self-sufficiency through cost-effective O&M, improved water use efficiency and, above all, increased cost recovery. Water pricing policy has been reconsidered with the basic principle that farmers should be progressively forced to incur O&M costs themselves.

In application of this principle, target O&M costs have been pragmatically worked out for each ORMVA. They take into consideration forecasted volumes of water to be annually delivered and a set of measures to optimize O&M costs. Then, a plan has been established for each ORMVA to increase water charges in order to meet O&M costs over a number of years which varies according to the existing gap and the farmers' ability to pay. Figure 6 shows the process followed for balancing O&M costs and recovery of O&M expenditures from water charges. The progressive increase of water prices is accompanied Three categories of



C1: Energy intensive ORMVAs, with remaining budget transfers to pay partly the energy bill.
 C2: ORMVAs recovering recurrent O & M charges.
 C3: ORMVAs with a surplus that can be invested in rehabilitation or to cover other public services provided to farmers.

ORMVAs can distinguished. The first category is made of highly energy intensive ORMVAs where, despite reasonable increases of water prices, a gap will remain and will be covered by budget transfers. For the second category

varying from one irrigation sector to the other and among LSI projects depending on the crops, the yield and type of irrigation and the resulting water price. In terms of gross income the

irrigation bill represents 6 to 68 %. Figure 7 gives an example from the Moulouya and Souss Massa LSI projects.

Furthermore, some crops, mainly sugar beet, cannot be economically cultivated beyond a certain level of water prices . Given the existing productivity gaps the farmer ability to pay can be reduced . The situation is often aggravated by the important fluctuations of prices of high value cash crops as shown in Figure 8 for potato in the Loukkos project for example. Therefore, substantial increases in water prices can pose serious questions about the sustainability of irrigation in some cases.

In this context, it is important to mention that Morocco's agricultural strategy has moved from the food self sufficiency objective to the food security objective. This means that food domestic needs will be met through strategic levels of national agricultural production and the gap will be covered by relying on the international market in order to make the best use of the

SOME POLICY ISSUES

Since the inception of the LSI policy, the principle of recovery of full recurrent costs of irrigation has been adopted. It was partly implemented for the reasons discussed above. Now, the new restructuring of the irrigation water tariff to better reflect the trend to water scarcity in Morocco and the growing economic competition from other sectors and to cover the entire estimated O&M costs has raised some issues related to macroeconomic policies with regard mainly to agricultural commodity prices and energy prices.

1. Agricultural Commodity Prices

As mentioned earlier, despite the liberalization of the producer prices for all the crops grown in LSI projects, the prices of strategic crops such as sugar beet and sugarcane were kept at politically acceptable levels to prevent substantial increase in consumer prices and/or in budget expenditures to compensate the prices.

Water charges represent on the average 8 to 34 % of the production costs

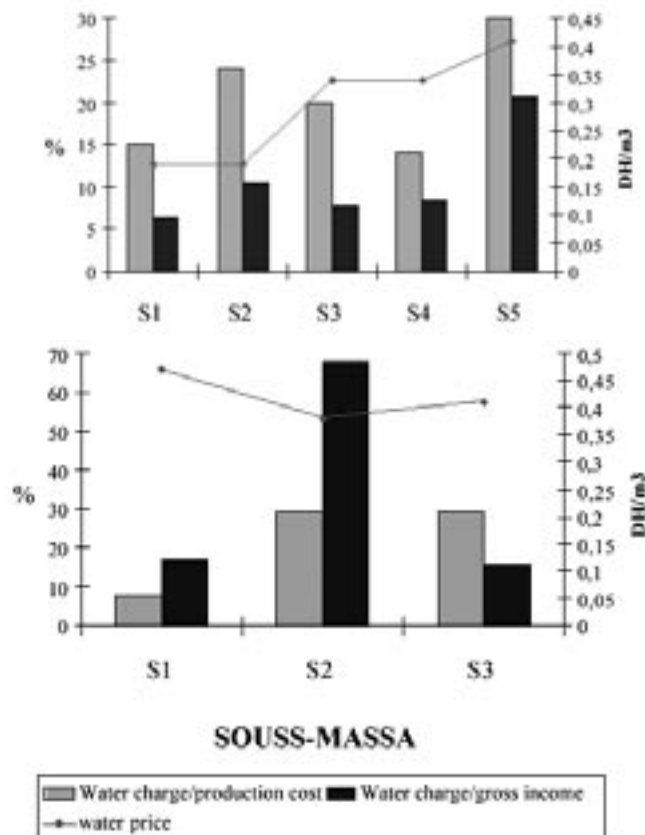


Fig. 7: Example of Variations water Charges/Production Costs and Gross Income Ratios

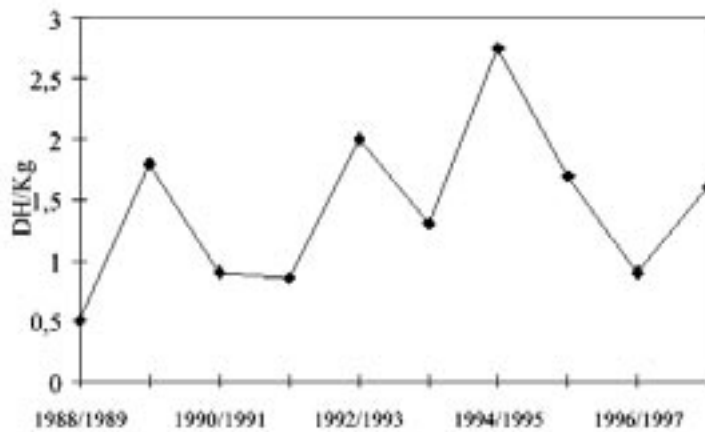


Fig. 8: Potato Prices in the Loukkos Project

country's competitive advantages given the water resources constraint.

Of course, the liberalization of agricultural trade widens the entire spectrum of economic possibilities offering countries like Morocco the potential to make efficient allocation of their water resources and to make the most of their comparative advantages. The challenge for them is to identify agricultural opportunities and start moving forward. Morocco is already on this track as shown by the evolution of its agricultural foreign trade (fig. 9).

But appropriate trade policies require astute understanding of the underlying

economic competitiveness in any agricultural sector in liberalized world markets and strong government policy that encourage its development. The other essential ingredients are immense investments in infrastructure and technology to increase productivity and improve quality. It is also important to realize that there are transitional difficulties and adjustment costs both economic and human as in Morocco, agriculture has still an important role in the national economy. Although it contributes only 20% of GDP its performance strongly influences the performance of the whole economy as depicted in (figure 10) which represents

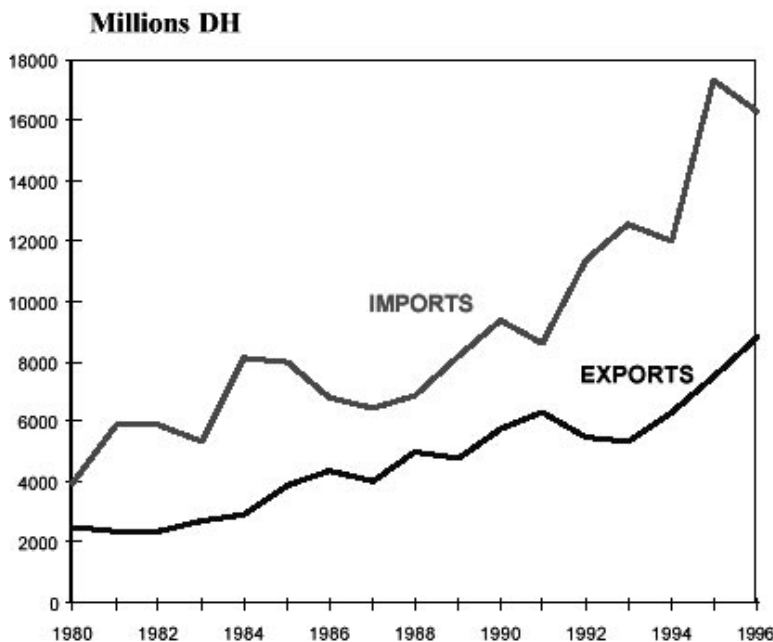


Fig. 9: Morocco's agricultural trade

the fluctuations of the agricultural gross production and those of GDP.

Furthermore, agriculture still provides employment to a large portion of the rural population. But the most limiting factor is that the agricultural trading system is not yet neither truly global nor truly free. Difficulties experienced with the European Union market which represents more than 70% of agricultural exports of Morocco lead to pessimistic prospects for the future.

2. Energy prices

Morocco is not an oil producer country . Energy imports represent more than 16,5% of the total value of the country's imports. Thus, electricity is expensive and its price is continuously increasing as depicted in (fig. 11) . Despite the fact that the agricultural sector enjoys a "green tariff" for electricity, i.e. about 20% bonus, energy is still very high and poses serious challenges to the sustainability of irrigation in areas relying on pumping. The debate on this issue is part of a general debate on the fiscal policy as it relate to the competitiveness of the economy as a whole.

A HOLISTIC APPROACH FOR IMPLEMENTATION

It appears from the discussion above that irrigation water pricing cannot be considered simply as a "commercial affair". The implementation of the pricing reforms requires a holistic approach. Hence, in Morocco it is part an integrated program called the Large Scale Irrigation Improvement Program whose main objectives are efficiency, cost effectiveness and sustainability of the large scale irrigation subsector. As depicted in fig. 12 improvements are carried out in three major and interrelated areas:

- Improving hydraulic performance of irrigation systems through:
 1. rehabilitation of old systems;
 2. strengthening ORMVAs water management capacities through introducing modern O&M practices to provide reliable, flexible and equitable water supply to farmers at optimal costs involving as much as possible the private sector;
 3. improving on-farm water management through the reinforcement of irrigation

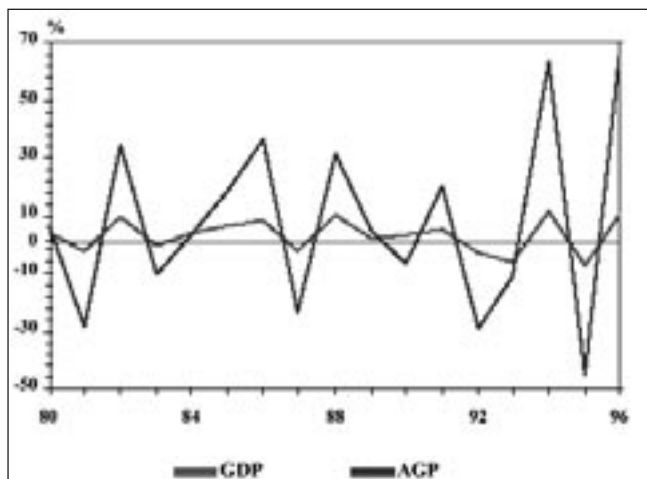


Fig. 10: Fluctuation of Morocco's agricultural gross product (AGP) and GDP

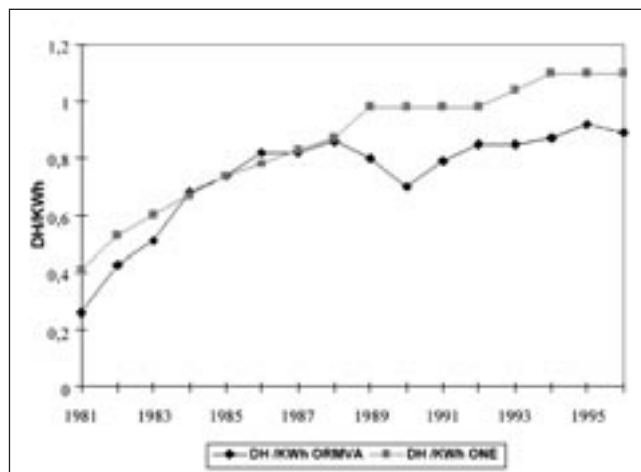


Fig. 11: Energy Cost

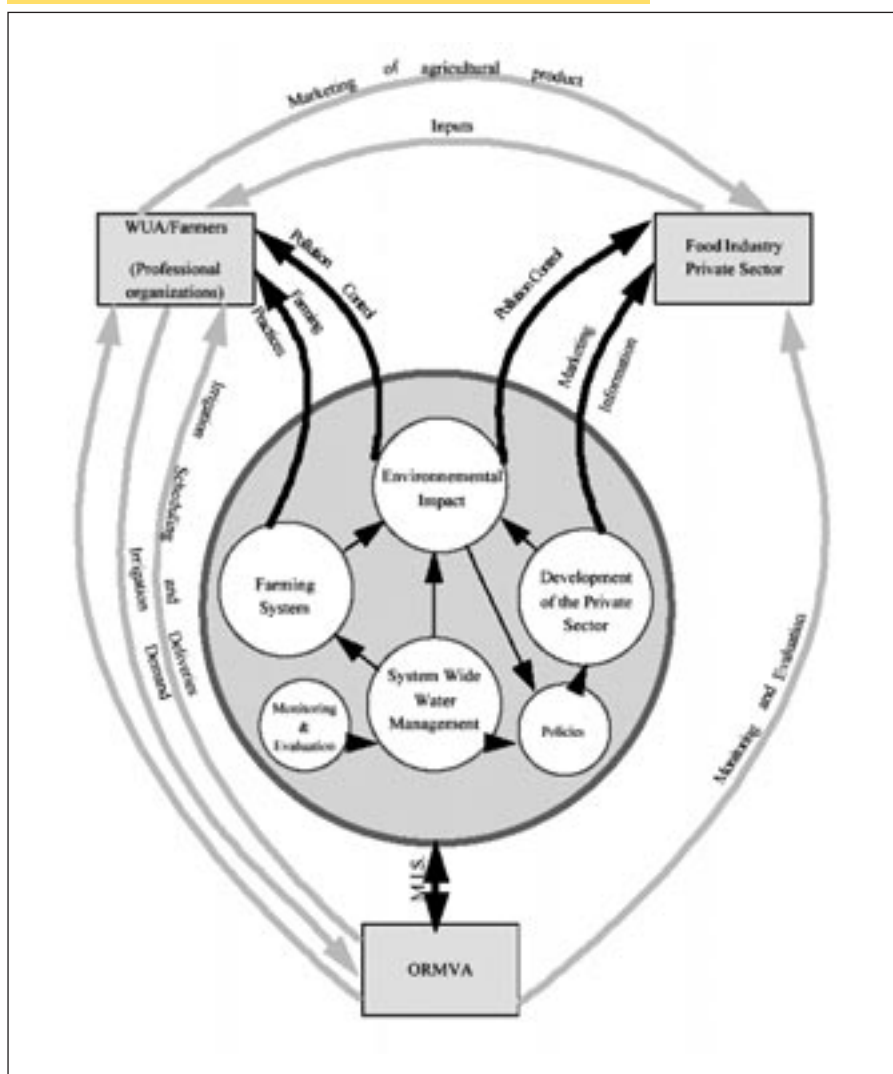


Fig. 12: Holistic approach for implementation of the pricing reforms

management extension services and on-farm investments to introduce water saving irrigation technologies;

4. developing Water User's Associations that are able to effectively participate in the management of their irrigation systems.

- Increasing cropping intensities and yields whose corollary is increasing farmers' ability to pay through:

1. providing appropriate agricultural extension services to farmers;

2. strengthening farmers' capacity to market their products through organizing professional commodity associations and enhancing the role of the private sector;

3. optimizing cropping patterns in each irrigation schemes in terms of competitive advantages with regard to maximizing water use efficiency .

- Strengthening ORMVAs managerial capacities to make them more client oriented and cost conscious through:

1. revising the organizational structure of the ORMVAs and introducing appropriate management information (MIS) mainly for better financial control including cost accounting systems;

2. reinforcing human resources development programs.

This comprehensive set of actions is completed by policy and institutional reforms to clarify and formalize relations between Government, ORMVAs, farmers and the private sector.

VALORISATION DU METRE CUBE D'EAU OU ECONOMIE DE L'EAU ? A LA RECHERCHE D'UNE COHERENCE

F. Alioua¹

PREAMBULE

L'eau facteur de développement local, de dynamisme économique régional, de stabilité de la population et de création d'emploi, de manne de devises, de mise à disposition sur le marché de produits participant à l'autosuffisance alimentaire (maintenant sécurité alimentaire), donc facteur important dans le développement économique et social du pays est une ressource de plus en plus rare.

La rareté de l'eau conjuguée avec l'augmentation de la population, la multiplicité des usagers de l'eau et de l'usage de l'eau font prendre conscience que des mécanismes et des dispositifs mis en place pour sa gestion découleront de la coexistence de ces usages et de leur articulation pour sa préservation.

Plus que la croissance démographique, l'augmentation de la demande de l'eau est le corollaire du niveau de développement d'un pays : plus le PNB par habitant tend à croître plus la pression sur l'eau augmente. Aussi, les exigences du développement induisent-elles une croissance de la consommation et la multiplicité des usages de l'eau.

La pénurie de l'eau dans d'autres systèmes d'organisation (PmH) a été un élément déterminant dans la gestion de cette ressource. Cependant on constate dans certaines zones que la communauté d'usage et la solidarité exigée des intérêts liés à l'eau cèdent le pas aujourd'hui aux antagonismes et aux conflits d'usage.

Cette raréfaction de l'eau, et son corollaire sa gestion optimale, torpille notre confort administratif, bouscule notre savoir-faire professionnel, déstabilise nos agriculteurs et nos chercheurs et, en fin de parcours, dérange les certitudes bien séantes de nos politiques.

Mes réflexions s'articulent autour de cette recherche de cohérence du discours et de l'action autour de deux thématiques: "Valorisation du m³ d'eau" et "économie de l'eau".

Deux concepts qu'il s'agira avant tout de mettre au débat car il va falloir s'entendre sur la portée de chaque mot pour en extraire la substance de sa signification et surtout en mesurer, ou tout au moins appréhender, la portée de sa mise en action.

1- Lorsque je recherche à valoriser l'eau consommée suis-je en même temps entrain d'économiser de l'eau ? D'évidence non.

2- De même l'économie de l'eau à la parcelle me conduit-elle vers une meilleure valorisation du m³ utilisée ? D'évidence non.

On assiste à une tension entre l'argument sécuritaire (économie de l'eau ressource rare, gestion de l'eau à la parcelle) et l'argument mercantile (valorisation, circuit général de la valeur). Cette tension est soutenue, alimentée par le tout économique (valoriser le m³ d'eau) qui passe encore une fois par les solutions, par les réponses techniques (goutte à goutte).

Ainsi assiste-t-on à deux démarches qui coexistent, s'épaulent mais ne sont pas nécessairement imbriquées de façon linéaire. Mais chacune procède d'une logique (d'une idéologie : économie du marché ?) ; il s'agit (1) de la valorisation du mètre cube d'eau et (2) de l'économie de l'eau .

Sommes-nous en présence d'une recherche de la pérennité économique ou de la pérennité de la ressource ? ou les deux ?

Pour asseoir mon raisonnement je prendrais comme référence et en toile de fonds deux situations contrastées (de disponibilité et de pénurie de l'eau)

□ Périmètre du Loukkos où l'eau est relativement disponible mais avec des tarifs élevés rendant la ressource " moins disponible " au niveau de l'exploitation.

□ Périmètre de Sous massa où l'épuisement de la nappe se fait dramatiquement sentir.

DE L'ECONOMIE DE L'EAU A LA PARCELLE

Je ne m'attarderais pas sur ce que les agronomes nous enseignent : l'eau facteur de production n'est qu'un maillon de la chaîne (Itinéraire technique) . L'eau mais aussi le climat d'une façon générale, le sol (sa qualité, sa profondeur, sa texture), les apports minéraux, les travaux du sol, les luttes contre certaines adventices.... agissent de façon notoire sur le rendement.

Les besoins en eau d'une plante n'est qu'un élément parmi d'autres de ce processus du développement de la plante.

Les économistes eux s'intéresseront aux marchés (prix des intrants, prix à la production, tarification, financement, investissement, subvention...). Les socio-économistes évoqueront la compréhension qu'ont les agriculteurs de l'économie de l'eau: attitudes, comportement, mais aussi les contraintes et les blocages à la reconversion, aux changements, à l'innovation, les difficultés de s'organiser autour d'AUEA et les problèmes relationnels avec l'administration.

A mon niveau, permettez-moi de poser cette question basique :

L'eau est économisée pour qui ?

- Pour l'agriculteur, pour les autres agriculteurs,
- Pour la collectivité, pour l'Etat,
- Pour les générations futures ?....

1. DSH, IAV Hassan II
f.alioua@iav.ac.ma.

Si l'agriculteur économise de l'eau, il a ainsi la possibilité de l'utiliser pour d'autres usages. L'économie d'eau de façon absolue ne serait pas l'objectif recherché; celle-ci n'est donc que relative.

Les différentes techniques mobilisatrices et économes de l'eau vont de fait entraîner une disponibilité (momentanée) de l'eau à d'autres usages, peuvent être plus consommatrices d'eau.

Plusieurs situations se profilent marquant ainsi le transfert de cette " économie " d'eau à d'autres utilisations. J'en citerais quelques-unes :

- Un changement du système de culture en optant pour des cultures plus exigeantes en eau mais peut être plus rémunératrices. C'est le cas de la fraise, de la pomme de terre ;
- Plus la technologie évolue, plus on s'oriente vers la mise en valeur de certaines terres jusque là marginales; Ceci entraîne un gain vu sous l'angle de la production;
- De même que cette économie peut être affectée à des terres prises en location ou en association...

Cette situation n'est pas condamnable en elle-même, mais pose la problématique de l'économie de l'eau pour quoi faire? pour que d'autres l'utilisent, voir la gaspillent?

Autrement dit Que faire de l'eau économisée?

Notons de suite que ceux en dehors de l'agriculture, d'autres utilisateurs seraient en droit de revendiquer cette économie de la ressource nationale.

L'eau possède plusieurs usages aussi une économie de l'eau si elle n'est pas mise à disposition de l'agriculture (soit réinjectée dans l'exploitation existante, soit par l'extension des superficies, soit allouée à d'autres agriculteurs), elle sera utilisée à d'autres usages autres qu'agricoles.

Nous savons que la pénurie d'eau n'est qu'en rapport avec les usages et les modes de gestion de cette eau. Et partant, cette utilisation et cette gestion de l'eau devient le facteur limitant du développement.

DE LA VALORISATION DU M³ D'EAU

Afin de valoriser le m³ d'eau il faut d'abord dresser la ou les valeurs de l'eau. Nous savons que l'eau, du fait de ses plusieurs usages, à des valeurs d'usage différenciées. L'eau de ce fait se constitue en capital, qu'il faut gérer en tant que tel. Il faut alors créer une logique d'allocation avec les arbitrages nécessaires pour la préserver et la transférer aux autres usagers et, d'une façon générale, aux générations futures. L'économie d'eau permettrait ainsi de réguler la " balance globale de l'eau" entre les différents usagers de l'eau.

L'absence d'interconnexion des réseaux (Loukkos et Sous-Massa) confirme la spatialisation de la problématique. Aussi, la valeur de l'eau sera différente, du fait d'abord des infrastructures de la mobilisation, des caprices climatiques et des différents usagers et des divers usages de l'eau.

Les conflits naîtront de cette compétition et de l'absence de réponses institutionnelles en terme de gestion des allocations et de transfert de l'économie réalisée par un secteur à un autre secteur ou de ré affectation de la dotation propre d'un secteur à un autre.

Pour valoriser le m³ d'eau les développeurs pensent à des actions dont:

- La tarification constitue l'un des instruments utilisés avec comme corollaire une action sur les prix qui est supposée infléchir la demande. Il est clair que cette option, qui semble évidente , car basée sur l'utilisateur payeur, est plus complexe au fait et ne peut qu'être une parmi d'autres solutions dont le contrôle des prix sur le marché avec une baisse en terme réel des prix des autres intrants et la garantie des prix minimums des différents produits proposés sur le marché.
- L'encadrement et l'organisation des agriculteurs en AUEA et les producteurs en associations professionnelles constituent le second type d'intervention.

Cet encadrement devrait inciter à (1) une application rationnelle des

fertilisants par type de sol...(2) une utilisation raisonnée des produits phytosanitaires (Spécificité, respect des modes d'emploi...), (3) au choix du matériel végétal et (4) à assurer l'écoulement des produits par une organisation des conditions de commercialisation et d'approvisionnement permettant une économie d'échelle.

- Subvention du matériel nécessaire à l'irrigation dite localisée

Le coût de la reconversion du système n'est pas à la portée de tous les agriculteurs. Nous constatons que ce soit dans la zone de rareté de l'eau (Sous Massa) ou dans le cas d'abondance relative de la ressource (Loukkos) ce sont les privés qui les premiers ont montré le chemin. La recherche de l'optimisation de l'investissement nécessaire à la reconversion et / ou à l'amélioration du système existant, est toujours présente.

Aussi l'appropriation de nouvelles technologies d'irrigation, suppose -t-elle que les conditions de financement de celles-ci, sont réunies. De même que l'organisation du marché. Si aujourd'hui certains peuvent prétendre à l'augmentation de leur production avec une réduction des charges nécessaires à la production, il ne faut pas surtout occulter l'effet pervers du marché.

N'accéderont à ces nouvelles techniques d'irrigation que ceux qui seront en mesure (1) de s'approprier la technologie, (2) ceux qui sont capables de déboursier les sommes nécessaires entre 10 000 et 20 000 dh, (3) ceux qui auront assez d'audace pour affronter les aléas du marché.

Mais en tout état de cause il ne semble pas (pour le moment) admis que cette reconversion a pour motivation la prise de conscience de l'existence de systèmes d'irrigation qui occasionnent plus de perte d'eau ou bien une pratique individuelle gaspilleuse d'eau. Il semble que la règle soit une inconscience généralisée quant à la problématique de l'eau.

L'absence d'intérêt commun entre les agriculteurs entravant le bon fonctionnement des AUEA est aussi à inscrire dans le passif de l'économie de l'eau.

AU BOUT DE CETTE ESQUISSE DE REFLEXION

Cette nouvelle offre va s'insérer dans un système localisé et préexistant de pratiques de la conduite de la parcelle. Elle va élargir le champ possible d'intervention de l'agriculteur tout en s'additionnant à la gamme de choix qu'il détient et qu'il protège.

Chaque agriculteur a recours à une combinaison évolutive de solutions. L'amélioration de l'irrigation à la parcelle cherchant l'optimisation ne sera, pour le moment, qu'une réponse parmi la panoplie de réponses en accord avec ses propres stratégies.

“En fonction des caractéristiques de cette nouvelle offre, les agriculteurs vont, en fonction de leur situation et de leurs propres critères de choix, faire évoluer leurs stratégies, et modifier leur façon de recourir à telle ou telle solution”.

Nous avons à développer des efforts en terme de travail de proximité pour que notre discours (économie de l'eau et valorisation du m³ d'eau) puisse avoir un sens traduisant les inquiétudes des

agriculteurs en terme de marché en amont et en aval.

De même que nous avons à faire évoluer notre discours et notre pratique pour une meilleure crédibilité des actions concernant l'éthique de l'eau (cf piscines, arrosage de gazon ...).

Le désinvestissement individuel récurrent, la culture d' " après moi le déluge ", l'onde de choc des sécheresses successives, les caprices du marché, le tout mercantile, nous obligent à plus de prudence dans le traitement des luttes contre la rareté de l'eau et pour la préservation de cette ressource.

L'Eau, bien commun de la collectivité, doit faire l'objet d'une véritable “ front de résistance” pour une véritable et réelle logique de ré appropriation publique. Un contrôle citoyen des ressources en eau est plus que jamais d'actualité. Cette démarche s'oppose donc à toutes les différentes prétentions financières du libre marché qui se profilent et menacent.

Sommes-nous conscients des limites de notre capacité à produire d'autres schémas ? Sommes-nous conscients que

notre résignation à reproduire d'autres schémas est encore plus fatale pour la pérennité de la ressource ?

“Une nouvelle” éthique “de l'eau est de plus en plus réclamée afin de permettre sa gestion rationnelle et durable”.

L'incertitude dans laquelle on baigne depuis 2 décennies maintenant, induirait-elle une dynamique de décision nouvelle, une démarche nouvelle ?

Cette interrogation sous tend une autre question: l'infléchissement vers des pratiques précautionneuses présagent-elles d'actions correctives ou est-ce la poursuite de la même logique “équipementière” ?

Nous sommes encore une fois au cœur des éternels conflits de rationalité que l'administration marocaine a le chic de produire et de reproduire. Conflits de rationalité entre celle des acteurs individuels (agriculteurs, tourisme), celle des individus regroupés en Associations/coopératives et celle des différents acteurs institutionnels (ORMVA, ONEP, MTP).

LES ORMVA, LES AUEA ET LA GESTION PARTICIPATIVE DE L'IRRIGATION

A. Herzenni*

1. INTRODUCTION

Les ORMVA, outils principaux de la politique de l'irrigation à l'échelle régionale, sont appelés depuis un vingtaine d'années à de gros efforts de mise à niveau. Comment alléger, voire supprimer, les subventions publiques grâce à la promotion d'un nouveau management de l'irrigation fondé sur la participation effective des irrigants et sur la rationalisation de la gestion des ORMVA? Jusqu'à quel point des établissements publics tels que les ORMVA, conçus au départ essentiellement comme des outils de déconcentration, peuvent-ils aussi devenir pour ainsi dire outils de "privatisation" de la gestion des eaux? Comment parviendront-ils, étant donné le poids des dépenses de fonctionnement (600 à plus de 1000 employés par ORMVA) à assurer un service convenable à un moindre coût et à des niveaux de redevances d'eau d'irrigation acceptables par les agriculteurs? Dans quelle mesure la participation de ces derniers contribuera-t-elle à un meilleur coût-efficacité?

Telles sont les questions qui continuent de se poser dans un contexte où la déconcentration, la décentralisation et la participation sont considérées aujourd'hui encore plus qu'il y a vingt ans, comme des outils essentiels de bonne gouvernance.

Après un aperçu rapide sur les caractéristiques générales de la politique de l'irrigation (ch.1), sur les principes de mise en oeuvre de la stratégie d'appui à la grande irrigation (Ch.3), on examinera les résultats obtenus jusqu'à présent (ch.4). Une analyse de la situation actuelle sera esquissée (ch.5), suivie d'éléments de réflexion sur les perspectives futures (ch.6).

2. LES DEFIS DE LA POLITIQUE DE L'IRRIGATION

2-1 Caractéristiques générales de la politique de l'irrigation

Le Maroc compte un potentiel de surface irrigable de 1.353.000 ha en eau pérenne et de 300.000 ha en eaux occasionnelles et de crue (18% de la surface cultivable du pays). Etant donné la vulnérabilité de l'agriculture pluviale face à l'aléa climatique et aux sécheresses fréquentes, l'irrigation constitue un facteur essentiel de développement agricole malgré les limitations en surface et en ressources en eau. Son poids est d'autant plus important que le Maroc fonde pour une large part son développement économique sur l'agriculture.

La politique agricole a constamment visé, depuis l'indépendance du pays, des objectifs tels que la couverture des besoins alimentaires (ou la "sécurité" alimentaire) d'une population qui double tous les 25 ans, l'atténuation de l'exode rural grâce à l'augmentation des revenus et à la création d'emplois, une intégration poussée de l'agriculture dans l'économie nationale et mondiale grâce aux effets d'entraînement de l'hydraulique agricole : industries et services à l'amont et à l'aval de la production agricole, exportations... etc.

La politique des grands barrages, lancée dès les années 60, consolidée par des mesures juridiques et institutionnelles d'importance¹, et appliquée aux grands périmètres d'irrigation est renforcée à grande échelle par l'aménagement des périmètres de PMH (petite et moyenne hydraulique) à partir du début des années 80.

Les résultats et effets de la politique poursuivie sont encourageants. La

couverture des besoins alimentaires du pays est en progression sensible (cas notamment du maraîchage, du sucre, des produits laitiers, des viandes). Les périmètres de grande irrigation ont enregistré une augmentation et une stabilisation sensibles des revenus et du nombre d'emplois. Ils apportent une forte contribution à la valeur ajoutée agricole (45%) et aux recettes d'exportation agricole (plus de 75%). Les effets d'entraînement de la production irriguée sont tangibles, qu'il s'agisse du développement des secteurs des travaux publics, de l'industrie et des services à l'amont ou des unités de transformation (sucreries, laiteries), de conditionnement, de conserverie et autres à l'aval. L'amélioration des conditions de vie des agriculteurs n'est pas en reste, qu'il s'agisse du désenclavement des zones rurales, de l'amélioration de l'habitat, de l'électrification, des adductions en eau potable et autres actions de développement rural etc... Autre apport essentiel de la politique de l'irrigation, bien que peu évoqué d'ordinaire, la contribution à l'aménagement du territoire, notamment à l'essor de villes moyennes et petites jouant à leur tour un rôle de développement régional et local.

2-2 Problèmes et solutions envisagées

L'effort déployé pour le développement de l'hydraulique agricole a été supporté par des investissements publics considérables, plus des 2/3 du total des investissements agricoles publics dont une partie substantielle consacrée au fonctionnement. Les structures d'intervention sont constituées de 9 ORMVA (Offices régionaux de mise en valeur agricole)², créés à partir de 1966 dans un but de déconcentration, après la dissolution de l'ONI (Office national de l'irrigation). Ces organismes publics sont chargés de l'application de l'ensemble de la politique agricole dans

*. Professeur de Sociologie à IAV

1. Le CIA en particulier, code des investissements agricoles (juillet 1969 et textes ultérieurs de modification ou d'amendements).

2. Les ORMVA s'occupent de la grande irrigation et de la PMH (petite et moyenne hydraulique) dans leurs périmètres d'intervention : Loukkos, Moulouya Gharb, Doukkala, Haouz, Tadla, Souss-Massa, Ouarzazate, Errachidia.

toutes ses composantes dans leurs périmètres d'intervention respectifs³. Pour faire face à ces responsabilités, ils comptent des effectifs importants, une dizaine de milliers d'employés, au niveau de leurs sièges et à l'échelle locale (subdivisions, CMV – centres de mise en valeur ...etc.). Bien que dotés de l'autonomie financière et que la loi ait prévu une contrepartie sous forme de redevances d'eau à toutes les dépenses d'exploitation et d'entretien des réseaux d'irrigation ainsi qu'à une partie de l'amortissement des équipements, ces dernières continuent d'être supportées, pour plus de la moitié, par le Trésor public.

Déjà au lendemain de la crise des finances publiques des années 70, une commission nationale est chargée d'examiner les moyens de rééquilibrer le budget de divers établissements publics maintenus à flot grâce aux subventions de l'Etat⁴. Des reconversions de statut, y compris des privatisations, sont envisagées. Le statut d'établissement public des ORMVA est maintenu, mais à charge pour ces organismes de couvrir leurs dépenses de fonctionnement, en particulier celles relatives au service de l'eau d'irrigation (exploitation et maintenance des ouvrages d'irrigation), grâce aux redevances d'eau dues par les agriculteurs.

L'on peut se demander si les préoccupations financières, celles relatives en particulier au déficit des ORMVA, constituent l'essentiel des problèmes de l'irrigation. En effet, les autres problèmes fréquemment évoqués relèvent de registres à première vue différents, qu'il s'agisse du décalage entre les surfaces équipées et les surfaces mises en valeur, de la faible

efficience des réseaux, des défaillances en matière de service de l'eau et d'entretien des équipements, des efforts à déployer pour l'amélioration de la productivité des cultures et de la faible participation des agriculteurs à la gestion des eaux d'irrigation. En fait, l'intérêt porté aux aspects financiers, et notamment à l'autonomie financière des ORMVA autorise une approche de management qui recouvre l'ensemble des problèmes évoqués et les repose en termes d'efficience économique. C'est cette approche qui a été introduite depuis une vingtaine d'années, comme le montrent les objectifs du PASA (programme d'ajustement structurel agricole à partir de 1983), ceux du PAGI I (programme d'appui à la grande irrigation, à partir de 1986), du PAGI II (1993, en cours d'exécution), ainsi que ceux du PNI (plan national de l'irrigation, 1993)⁵.

De même, les principes de GPI (gestion participative de l'irrigation), consacrés par le colloque national de novembre 1995, s'inscrivent pleinement dans ce cadre. Ils visent la concrétisation du transfert de prérogatives de gestion du service de l'eau des ORMVA aux agriculteurs appelés à se constituer en AUEA (associations d'usagers des eaux d'irrigation). Un tel transfert devrait permettre :

- d'assurer un meilleur service de l'eau et la durabilité des ouvrages grâce à la participation des AUEA à la gestion ;
- de réduire en conséquence le coût de l'eau ;
- d'assurer l'autonomie financière des ORMVA, et en conséquence une plus grande liberté de manœuvre, y compris celle de contracter directement des prêts,

- de créer les conditions d'un partenariat fructueux entre les ORMVA et les AUEA, ainsi qu'avec d'autres partenaires, non seulement en matière d'irrigation mais aussi dans d'autres secteurs d'intervention de l'ORMVA tels que l'aménagement des terres et la mise en valeur agricole.

L'application des programmes évoqués s'inscrit dans une optique de gestion privée, alors que les ORMVA sont appelés à maintenir leur mission de service public, non seulement dans les autres secteurs d'intervention (aménagements hydro - agricoles, aménagements fonciers, production agricole et animale, formation ... etc.), mais aussi dans celui de la gestion de l'irrigation proprement dite. En effet, le service public devrait continuer de s'imposer dans ce secteur, si l'on en juge par sa complexité, qu'il s'agisse de l'aléa interannuel et saisonnier des fournitures d'eau en fonction des niveaux de retenue des barrages, des relations de coordination avec les usagers non agricoles (industries, énergie électrique, et consommation d'eau potable), de la veille nécessaire à une bonne efficience de l'irrigation à divers niveaux : transport, distribution, application de l'eau à la parcelle, effets environnementaux, ou des conditions juridiques et administratives d'une bonne gestion (acquittement des redevances d'eau par les usagers, conditions de fonctionnement des AUEA, police des eaux, formation des irriguants ...).

Tels sont les défis que les ORMVA sont appelés à relever. On examinera le degré de pertinence de la stratégie arrêtée, les difficultés rencontrées et les perspectives d'amélioration possibles.

3. *Gestion des eaux d'irrigation, aménagements hydro-agricoles, mais aussi planification, restructuration foncière, mise en valeur agricole, production animale, vulgarisation, gestion administrative et formation professionnelle.*

4. *Un ministre délégué auprès du premier ministre est désigné en 1978 pour évaluer les activités et la gestion des entreprises publiques. Cette mission est à l'origine de la création d'une commission ministérielle chargée d'étudier la révision de certaines dispositions du CIA (code des investissements agricoles, juillet 1969) en 1979.*

5. *Les PAGI sont financés sur prêts importants (BM et autres bailleurs). Objectifs du PAGI I : tirer le meilleur parti des ressources en eau, favoriser le développement de la production agricole, améliorer le management des ORMVA, transférer certaines responsabilités des ORMVA aux agriculteurs. Objectifs du PAGI II : améliorer l'entretien et la maintenance des réseaux, améliorer le réseau d'irrigation et les services de vulgarisation, améliorer les revenus, améliorer l'efficacité des ORMVA et leur autonomie financière. Objectifs du PNI : étendre l'aménagement hydro-agricole, promouvoir l'économie de l'eau (réhabilitation des équipements, renforcement des capacités des ORMVA, organisation des agriculteurs en AUEA, réduction des pertes d'eau, mise en place d'un système de tarification rationnel), améliorer la productivité, améliorer l'efficacité opérationnelle des ORMVA.*

3. PRINCIPES STRATEGIQUES

Ces principes arrêtés dans les programmes cités d'amélioration de l'irrigation reposent sur quatre axes concomitants : l'amélioration et la gestion des ORMVA, la gestion participative de l'irrigation, l'amélioration du service de l'eau et l'établissement d'un coût de l'eau objectif et équitable.

3-1 L'amélioration de la gestion des ORMVA

La pièce maîtresse des transformations visées concerne l'amélioration de la gestion des ORMVA, outils principaux des politiques régionales de l'irrigation. Il suffirait, sans bouleversement juridique, d'accorder pleinement à ces établissements le caractère commercial autorisé par leur statut, à l'instar d'organismes tels que l'ONE ou l'OCP. C'est à ce prix qu'ils parviendraient à gagner leur autonomie financière et managériale.

Des modèles de protocoles d'accord sont établis. Ce sont des contrats-programmes appelés à régir les relations entre les ORMVA et leur ministère de tutelle. Appliqués à deux Offices à titre d'expérience, ils visent essentiellement l'octroi d'une plus grande autonomie aux ORMVA grâce à l'utilisation de budgets pluri-annuels. Mais cette tentative fait long feu. Le même objectif est poursuivi, avec un plus grand soin apporté aux procédures et aux moyens et mesures, grâce à l'instauration d'un SIG (système d'information de gestion). Le but poursuivi est l'établissement d'états financiers de type "Entreprise", moyen incontournable pour la recherche du meilleur rapport coût-efficacité, et partant, de la viabilité des Offices.

La mise en place de la comptabilité générale, de la comptabilité analytique, de la planification informatisée, constitue une base indispensable à l'approche "Entreprise". Les activités de contrôle de gestion et l'audit sont instaurés. Désormais, il est possible de procéder aux facturations externe et interne.

La facturation externe s'applique aux prestations réalisées au profit d'opérateurs extérieurs, privés et

publics, dont l'Etat. Des projets et des sous-projet doivent être établis, évalués et facturés sur la base de négociations conclues par des contrats-programmes avec les partenaires. Ces derniers jureront au résultat.

La facturation interne devra permettre, grâce à un système d'imputation de temps, d'évaluer les charges exactes de personnel par projet et sous-projet.

Munis de ces outils, et grâce à la qualité du travail des cellules de comptabilité, de contrôle de gestion et d'audit, grâce également à la collaboration de tous les concernés, les ORMVA devraient être en mesure de se conduire en véritables entreprises. Bien que l'on soit au début du processus, il faut noter qu'on est loin de la période où seule la comptabilité de caisse et de trésorerie était utilisée dans ces établissements.

L'amélioration de la gestion des ORMVA devrait se traduire par la diminution de leur déficit d'exploitation, la réduction des subventions de l'Etat et la rentabilisation des lourds investissements hydrauliques. Aussi sont-ils invités à assurer leur équilibre budgétaire en procédant à la récupération des arriérés de redevances d'eau, à l'actualisation des tarifs de l'eau et à l'amélioration de la facturation et du recouvrement des redevances.

3-2 La GPI (gestion participative de l'irrigation)

L'amélioration de la gestion des ORMVA, c'est aussi et surtout une gestion plus efficiente de l'irrigation grâce à l'amélioration de l'exploitation et de la maintenance. C'est même cette volonté d'amélioration qui devrait constituer le facteur principal de progrès dans la gestion des Offices. Or, il semble acquis aujourd'hui que de telles avancées, comme le prouvent diverses expériences, ne peuvent être obtenues sans une association étroite des agriculteurs irriguants et des autres partenaires concernés. D'où le concept à l'ordre du jour de GPI, la gestion participative de l'irrigation.

Des efforts dans ce sens ont été d'ores et déjà accomplis dès les années 80 et se poursuivent dans les secteurs de PMH (petite et moyenne hydraulique). Ce sont du reste les mêmes textes législatifs

qui fondent au stade actuel la démarche GPI dans les périmètres de GH (grande hydraulique).

La GPI s'est traduite jusqu'à présent essentiellement par la constitution d'AUEA (associations d'usagers des eaux d'irrigation) dans les périmètres d'irrigation. Le processus est en cours et connaît un certain essor, consacré par le séminaire national de novembre 1995. Les recommandations élaborées dans ce cadre ont retenu le principe d'un transfert progressif de prérogatives des ORMVA aux AUEA, sur la base de contrats de partenariat. Des plans d'action par ORMVA arrêteront les conditions et les modalités de mise en oeuvre de ce transfert et les premières opérations seront lancées dans des secteurs-pilotes. Il en sera tiré les enseignements utiles à une extension appropriée à l'ensemble des AUEA.

Depuis les assises de novembre 1995, le processus de création d'AUEA se poursuit, des secteurs-pilotes ont été créés dans les ORMVA, et les plans d'action sont en cours de préparation en vue d'une nouvelle rencontre nationale sur la GPI.

L'évaluation de l'expérience des dernières années a conduit à quelques recommandations relatives à l'approche GPI et aux conditions institutionnelles et administratives de sa mise en oeuvre. Si le processus de création d'AUEA est positif, il ne constitue pas un objectif en soi, mais un moyen - et un moyen nécessaire - pour atteindre une meilleure efficacité de l'irrigation, au sens à la fois technique, économique, financier et social du terme. Occulter ou négliger l'objectif d'efficacité, c'est créer des institutions peu efficaces parce que leurs membres n'auront pas été sensibilisés au préalable pour se l'approprier eux-mêmes. La nuance est donc d'importance. Une telle recommandation résulte en fait d'un constat de déficit en matière "d'animation participative". Les gestionnaires sont invités à développer une méthode participative adéquate, susceptible de mener à un partenariat authentique les deux protagonistes principaux, les ORMVA et les agriculteurs.

Une telle méthodologie requiert une organisation adéquate. Les structures opérationnelles à divers niveaux de

responsabilité devraient être dotées de personnel qualifié en matière d'animation et de communication. Ces structures devraient être de véritables outils de promotion de la GPI, grâce à des actions telles que le suivi des négociations avec les agriculteurs et la formation à la démarche participative. Elles devraient également contribuer à l'affinement de la stratégie GPI et à la réflexion sur le cadre législatif et institutionnel de sa mise en oeuvre.

Autre domaine à privilégier, celui de la formation. Les grandes lignes en ont été tracées lors du séminaire de novembre 95 sur la GPI. Il reste à préciser les besoins spécifiques des irriguants et des préposés des ORMVA à la gestion de l'eau, à établir les plans de formation, à organiser la formation et à l'évaluer.

Les mutations requises au niveau des Offices et des irriguants doivent s'étendre également au secteur privé. Ce dernier participe essentiellement aux études et partiellement à la maintenance. Il est suggéré de procéder à des comparaisons de coûts d'intervention de ce secteur et de la régie des ORMVA, afin d'en tirer des enseignements à l'avenir, ces derniers étant dans tous les cas de figure appelés à assurer le suivi des interventions du privé et le contrôle de qualité.

3-3 L'amélioration du service de l'eau

Les objectifs poursuivis devraient concourir à une minimisation des coûts d'exploitation et de maintenance et à une meilleure valorisation de l'eau d'irrigation. Des résultats optimaux ne pourraient être atteints sans des relations de confiance entre l'ORMVA et l'irrigant, considéré comme "usager-client".

Des études de réhabilitation à long terme sont prévues. Elles devraient définir les besoins futurs en réhabilitation, en entretien et en maintenance, et leurs coûts. Elles enrichiraient de ce fait les études de tarification et leur apporteraient une base de simulation et de prospective.

Le développement de la GPI est considéré comme essentiel en matière de service de l'eau. Les associations d'irriguants existantes ou à créer devraient concourir à une plus grande efficacité de la programmation des irrigations, de la distribution des eaux, de leur facturation, et même de la perception des redevances, grâce à leur implication étroite dans ces opérations. En attendant qu'elles soient pleinement opérationnelles, des "contrats d'eau" sont établis entre les ORMVA et leurs "clients". Ils définissent les droits et obligations des partenaires, et comportent ainsi une dimension pédagogique non négligeable.

Le même souci d'efficacité a conduit à des études d'amélioration des systèmes d'exploitation et de drainage dans l'ensemble des Offices. Elles devraient aboutir à des recommandations dans des domaines prioritaires tels que les modes de relations à établir entre les ORMVA et les irriguants, l'amélioration du comptage des volumes d'eau livrés, l'optimisation managériale des opérations.

Il est préconisé d'accorder la priorité à la maintenance préventive, alors que les interventions courantes portent plutôt sur la maintenance curative, ce qui est un indice de gestion défailante. En outre, une comptabilisation stricte devrait intégrer exclusivement ce qui a trait à la maintenance, afin d'éviter de surcharger ou de sous-estimer ce poste, selon les cas.

Autre chantier capital, l'économie de l'eau à la parcelle. Au-delà des essais et des démonstrations de techniques, il est prévu de mettre l'accent sur les possibilités et les modalités d'adoption massive de ces dernières, grâce à des investigations sur les coûts des équipements, des études des filières (fabrication, approvisionnement et réparations), et aux possibilités de crédit et de bonification pour l'acquisition du matériel.

L'ensemble des opérations préconisées relèvent ainsi de registres différents,

plus ou moins aisés à maîtriser, mais qui se complètent pour concourir efficacement à l'amélioration du service de l'eau.

3-4 L'établissement d'un coût de l'eau d'irrigation objectif et équitable

Cette composante est essentielle : ce sont les déficits financiers permanents des Offices qui ont conduit pour une bonne part aux options de l'ajustement structurel agricole. Au début des années 90, malgré les efforts déployés, le déficit moyen annuel représente environ 55% des dépenses de fonctionnement de ces organismes.

Les subventions publiques contribuent à l'éponger, mais elles sont en baisse constante en raison des restrictions budgétaires. Cette situation a des effets négatifs sur l'état des ouvrages et du matériel, les dépenses d'entretien et de maintenance étant nettement insuffisantes par rapport au niveau requis.

Aussi l'objectif de recouvrement total des coûts d'exploitation et de maintenance, grâce aux redevances d'eau d'irrigation est-il primordial. Il constitue l'une des conditionnalités majeures du PAGI II⁶. Malgré les efforts de redressement concentrés sur la réactualisation des coûts⁷ et sur la récupération des arriérés des redevances, le déficit demeure.

Des études d'une ampleur considérable sont menées sur la tarification. Elles devraient conduire à des options tarifaires par ORMVA, à des imputations intersectorielles des coûts, et à des propositions de cadre institutionnel de mise en oeuvre des options choisies. Les résultats de ces études devraient offrir une base sérieuse de discussion ou de négociation sur les clés de répartition des coûts à appliquer aux divers partenaires concernés, au premier rang desquels il faut ranger les irriguants et les ORMVA. Il est inutile d'insister dans cette optique sur l'apport du SIG (système d'information de gestion) notamment les données de base qui seront fournies grâce à la facturation des prestations de l'Office par projet et

6. C'est d'ailleurs ce qui est prescrit par le CIA (art. 16 du dahir n°1-69-25 : la redevance pour usage d'eau d'irrigation est annuelle et permanente. Elle comprend l'amortissement et les dépenses d'exploitation et d'entretien du réseau externe d'irrigation.

7. Voir décret n°2-96-297 du 30 juin 1986 relatif à la distribution et à l'utilisation des eaux d'irrigation.

sous-projet. Ces éléments nouveaux sont également essentiels au regard de la GPI: on disposera enfin d'outils de mesure et d'évaluation fiables de la participation actuelle des irriguants et de leurs associations en matière d'exploitation et de maintenance, ainsi que des hypothèses de participation future. Il sera plus aisé, sur la base de données de ce type, d'envisager des formules de partenariat fondées sur l'objectivité du calcul et sur l'équité⁸.

4. ASPECTS DE LA SITUATION ACTUELLE : QUELS RESULTATS OBTENUS ?

4-1 La gestion des ORMVA

La mise en oeuvre du SIG connaît des progrès variables selon les Offices, mais on peut considérer que, de manière générale, les ORMVA n'en sont pas encore au stade d'un travail systématique de contrôle de gestion, de planification informatisée et d'audit. Les efforts de constitution de "projets" et de "sous-projets", la facturation externe ou interne par prestation, l'imputation des frais généraux à chaque prestation constituent des tâches essentielles qui n'ont pas encore abouti.

Elles sont indispensables dans une optique d'autonomie financière et managériale. Elles le sont également dans l'optique de la GPI car elles constituent la base incontournable de négociations conséquentes pour un partage équitable des tâches et des coûts entre les irriguants et les ORMVA.

Les ORMVA ont connu ces dernières années une campagne intense de récupération d'arriérés de redevances, susceptibles de contribuer au rééquilibrage de leur budget et donc à une ponction moindre sur le budget de l'Etat. Le déficit, bien que sensiblement réduit, demeure néanmoins important: 55% environ du budget global des ORMVA. Il serait encore plus important sans le relèvement du "taux d'équilibre", et si les recouvrements de la

"participation directe" revenaient au Trésor et non aux ORMVA.

En tout état de cause, les subventions publiques continuent de baisser. La priorité est forcément accordée au budget de fonctionnement (les ORMVA comptent une dizaine de milliers d'employés) et le niveau de la maintenance ne peut qu'en pâtir. Or une dégradation plus rapide des ouvrages requiert des interventions plus coûteuses⁹.

4-2 La tarification

Les études de tarification n'ont pas encore abouti. Des relèvements de tarifs ont pourtant lieu, bien que les calculs de base n'intègrent pas toutes les données nécessaires. Il semble a priori difficile de mener ces études à leur terme si quelques conditions ne sont pas réunies:

- la disponibilité des données spécifiques à chaque Office (et à ses secteurs spécifiques d'irrigation) en matière de facturation externe et interne; des imputations équitables de coût sur chaque tâche; une saine distinction entre les coûts propres au service de l'eau et les autres coûts (coûts de service public, de vulgarisation, de recherche-développement etc...);
- une volonté réelle de concertation entre les agents des Offices à divers niveaux pour la fixation de normes tangibles d'évaluation de leurs prestations et une normalisation nécessaire entre les Offices;
- la prise en compte, grâce à des hypothèses de tarification, de l'impact de cette dernière sur les diverses catégories d'exploitation, en particulier les plus vulnérables dans le contexte actuel de libéralisation et de globalisation,
- la nécessité d'arbitrages en haut lieu en raison du caractère stratégique de la tarification.

4-3 L'amélioration du service de l'eau

Le souci de l'amélioration du service de

l'eau, notamment la recherche d'une meilleure efficacité de l'exploitation et de la maintenance, est à l'origine du lancement d'études volumineuses, axées au demeurant plutôt sur l'exploitation et le drainage. Les résultats de ces études ne seraient pas à la hauteur des attentes.

Leur apport technique est certes appréciable, en termes de diagnostic et de solutions relevant de ce registre. Il en est ainsi du potentiel et des contraintes en matière de ressources en eau, des mesures d'amélioration de la distribution et du comptage volumétrique, ou de l'avertissement à l'irrigation. Mais en revanche, elles ne formulent pas (à une ou deux exceptions près) de recommandations opérationnelles sur l'organisation de l'irrigation au niveau de l'Office et des irriguants, ni sur les relations qui devraient s'établir entre ces deux partenaires.

Une autre préoccupation majeure concerne l'économie de l'eau à la parcelle, domaine qui relève pour une bonne part du savoir-faire et du degré d'initiative de l'irriguant. Des essais et des démonstrations sont menés par des services spécialisés, en particulier dans les domaines de l'aspersion et de l'irrigation localisée. Mais il n'existe pas de conception d'une méthodologie d'extension des nouvelles techniques: quelles conditions financières d'acquisition? quelle organisation de la filière technique, de la fabrication au contrôle de qualité? quelles conditions institutionnelles de développement de la filière?

En fait, les études n'ont pas été réalisées dans une optique de GPI. Elle aurait pourtant permis d'examiner la faisabilité réelle, économique, financière et sociale de divers scénarios techniques possibles, susceptibles d'aider le décideur à retenir les plus appropriés, en fonction des aptitudes locales de participation et d'adaptation progressive des irriguants et des préposés des ORMVA à la gestion des réseaux.

8. Une clause du CIA prévoit une ristourne sur la redevance d'eau lorsque des groupements d'irrigants participent à l'entretien du réseau.

Depuis 30 ans, la concrétisation de cette clause constitue un casse-tête pour les décideurs. Il faut espérer que les études de tarification ont résolu la question

9. Les interventions principales des PAPI I et II concernent des réhabilitations. C'est précisément pour éviter de nouvelles réhabilitations à très court terme, au coût rédhibitoire, que ces programmes insistent dans leurs recommandations sur une gestion saine, en partenariat avec les irriguants, susceptible d'assurer une exploitation et une maintenance plus rationnelles et à moindre coût.

4-4 La GPI

4-4-1 Les réalisations

Depuis novembre 1995, date du séminaire national sur la GPI, des efforts ont été déployés pour mettre en application les recommandations issues de ces assises. Le nombre d'AUEA créé dans les périmètres de GH est passé de 158 en 1995 à près de 250 courant 1998, le nombre d'irriguants et les surfaces conc ernées ont doublé durant cette période (de 40 000 à 80 000 irriguants et de 84 000 à 166 000 hectares)¹⁰. Les comités techniques et les conseils d'administration des ORMVA ont été ouverts aux AUEA. Le CNCGPI (comité national de coordination de la GPI) a contribué à la formation des cadres concernés par l'irrigation et par les relations avec les AUEA et à l'engagement d'échanges internationaux. Des BRU (bureaux des relations avec les usagers de l'eau d'irrigation) ont été créées au sein de quelques services de gestion des réseaux. Des coordinateurs de GPI ont été parfois désignés sur le terrain.

Un mouvement a donc été amorcé dans une perspective de GPI, mais il semble que la participation effective des irriguants n'a pas évolué par rapport à ce qu'il en était il y a quelques années.

Certes, en réseau gravitaire, les irriguants participent à l'entretien des canaux. Dans certains cas (exemple de la Tessaout-Amont), ils prennent en charge l'entretien courant et la surveillance des canaux et des drains secondaires et tertiaires, ainsi que la distribution de l'eau entre les tertiaires et quaternaires, ou l'ensemble de la gestion du réseau non équipé à l'aval du primaire (cas des périmètres du Tafilalet et du Drâa).

De même, en secteur aspersion, les irriguants, organisés ou non en AUEA, s'occupent du gardiennage du matériel mobile et de son entretien ainsi que de la répartition de l'eau. Dans certains secteurs, des membres des conseils d'AUEA jouent un rôle précieux de

facilitateurs pour la récupération des arriérés de redevances d'eau ou pour des activités d'entretien courant. Selon les périmètres et selon les AUEA, des initiatives nouvelles sont envisagées, par exemple l'extension de leur champ d'intervention à l'approvisionnement en intrants ou à l'écoulement des produits agricoles.

4-4-2 Les insuffisances

Ces exemples montrent qu'il y a des acquis certains, en particulier dans les secteurs de niveau technique relativement simple, comme le gravitaire partiellement modernisé ou réalimenté. Mais lorsqu'il s'agit de participation à des niveaux supérieurs de gestion, les irriguants invoquent leur absence de maîtrise des techniques propres à l'irrigation moderne, le coût prohibitif des redevances d'eau, leur hausse "exorbitante" ainsi que celle de la "participation directe", la hausse du prix des intrants, la fluctuation des prix des produits agricoles et leur corollaire, celle des revenus, et donc l'incapacité de faire face à toutes les charges induites par l'irrigation moderne. Ils invoquent également la non application des mesures incitatives promises par les ORMVA, telles que les ristournes sur redevances d'eau en cas de participation des usagers à l'entretien des équipements¹¹, l'éligibilité des AUEA au crédit agricole, les exonérations sur TVA, les rabais sur frais d'énergie.

Malgré la bonne volonté des ORMVA, telle qu'elle se traduit par le processus soutenu de création des AUEA, l'application de plans d'action de GPI et de protocoles de partenariat avec les associations et la mise en oeuvre effective de la GPI risquent de ne pas avoir lieu tant que les requêtes et réclamations des irriguants ne trouveront pas de réponses. Or il est évident que ces dernières ne sont pas à la portée des ORMVA, elles dépendent des instances supérieures et de l'environnement institutionnel à u niveau national.

Cette situation explique le manque de détermination quant à l'organisation ou à la consolidation des structures de dialogue avec les irriguants tant au niveau du siège des Offices que sur le terrain, une formation adaptée et systématique des préposés à ce dialogue ainsi qu'à celle des membres des AUEA, et à une véritable professionnalisation de l'animation sociale de la GPI telle qu'elle est souhaitée dans le cadre du PAGI II.

5. ESSAI D'ANALYSE

5-1 La stratégie du PAGI II et de la GPI et son application

5-1-1 Absence d'articulation entre les actions

Le PAGI II et la GPI contiennent un arsenal imposant de réformes qui se complètent mutuellement pour constituer une stratégie cohérente. L'objectif primordial recherché est le renforcement progressif de l'autonomie financière et managériale des ORMVA. Dès lors, plusieurs registres doivent être impérativement investis: technique, financier, économique, institutionnel, avec la nécessité d'un partenariat authentique avec les irriguants, le tout sous-tendu par la volonté d'une optimisation du rapport coût-efficacité. Cette préoccupation s'impose d'elle-même aujourd'hui dans le cadre de la libéralisation en cours et de la globalisation.

Cette stratégie, claire et cohérente dans ses principes, connaît des difficultés de mise en oeuvre. Ses diverses composantes sont appliquées sans mise en cohérence, sans hiérarchisation des actions et sans articulation entre elles. Les missions et les tâches sont morcelées, cloisonnées, alors qu'une interaction dynamique devrait les animer. Il en résulte des actions "sectorialisées", conduites indépendamment les unes des autres. Cette juxtaposition occulte l'objectif de départ. Quelques exemples peuvent illustrer cette observation.

10. La GPI vise un total de plus de 500 AUEA en 2002.

Il est vrai que dans le cas de la Tessaout -Amont, il s'agit plutôt d'un ancien périmètre intégralement modernisé. Des associations d'usagers de fait ont été constituées rapidement, dès la mise en service du périmètre équipé (1970-1978). Dans le cas du Tafilalet et du Draâ, les aménagements se sont limités au canal primaire dans des périmètres à fort e tradition communautaire.

11. V. CIA (25 juillet 1969).

5-1-2 Le SIG et l'organisation administrative

Le processus d'instauration du SIG est en cours, il se fonde sur une logique d'entreprise, et semble vouloir privilégier l'instauration de projets et de sous-projets, lesquels devraient imposer une coordination intersectorielle et donc la prédominance de rapports horizontaux entre les diverses instances des Offices.

La réorganisation administrative de ces derniers a quant à elle privilégié les rapports verticaux en alourdissant la hiérarchie d'un niveau supplémentaire. Cet aspect a accaparé l'attention et l'intérêt des employés des ORMVA bien plus que d'autres aspects plus importants. La conciliation entre la structure de projet et la structure verticale actuelle ne sera pas aisée.

5-1-3 Quel contenu aux protocoles d'accord ORMVA-AUEA ?

Il est prévu dans le cadre de la GPI l'établissement de protocoles d'accord entre les AUEA et les ORMVA. Cette tâche est poursuivie indépendamment des travaux sur la tarification, alors que certains de leurs résultats devraient constituer la référence essentielle des accords escomptés (exemples du coût des prestations : celles des irriguants, des AUEA et des Offices). Elle est conduite sans que les Offices soient en mesure de donner satisfaction à certaines réclamations des AUEA (ristourne en cas de participation à l'entretien du réseau, accès au crédit, exonération de TVA, rabais sur le prix de l'énergie, appui de l'Office en logistique et autres mesures incitatives), soit parce que leur objet ne dépend pas de prérogatives des ORMVA, soit en raison des restrictions budgétaires.

5-2 Quelles structures d'animation sociale des irriguants et des AUEA ?

En dépit d'exhortations répétées, une organisation adaptée aux objectifs de la GPI tarde à se mettre en place. On observe certes quelques indices de

progrès : un début de création au sein des ORMVA de cellules responsables des relations avec les irriguants, les BRU, l'extension de la constitution des AUEA, la création d'une cellule GPI au niveau central, l'action de coordination instaurée sous forme de rencontres nationales, d'ateliers de concertation, d'échanges internationaux. Mais jusqu'à présent, ces efforts sont demeurés limités. L'organisation des structures de GPI ne concerne qu'un nombre très réduit de cadres, comparé aux besoins.

En fait, et c'est le plus important, il n'existe pas une véritable appropriation de "l'esprit GPI" au niveau des décideurs, ni une prise de conscience de sa place déterminante dans la stratégie adoptée¹². Cette appropriation et cette prise de conscience devraient les inciter à engager de véritables professionnels de l'animation sociale, appelés à jouer un rôle de facilitateurs entre l'ORMVA et les irriguants, de formateurs et d'accompagnateurs de la concertation entre les partenaires. C'est l'absence de ce type de profil¹³ qui est probablement à l'origine de situations peu favorables à la GPI, telles que celles dépeintes ci-après :

- le faible intérêt et l'absence d'impulsion réelle pour inscrire la GPI dans les faits à travers l'organisation d'une concertation constante avec les irriguants, conduite par des profils compétents dans ce domaine et dotés des moyens nécessaires. Une comparaison entre les moyens et l'attention réservés à la réalisation du SIG et ceux consacrés à la GPI est éloquent à plus d'un titre.
- le faible intérêt porté à la formation dans le domaine de l'animation sociale, en faveur des membres des AUEA et de leurs animateurs¹⁴.
- une conception de la démarche de constitution des AUEA biaisée au départ :
- Il n'y a pas d'effort soutenu d'explication de l'ensemble de la

stratégie du PAGI II aux responsables de la constitution des AUEA sur le terrain,

- La taille des AUEA est choisie d'emblée en fonction de contraintes techniques.

Cette option est devenue monnaie courante dans les périmètres aspersifs où il a été décidé de créer une AUEA par station de pompage, soit de grandes surfaces - au delà de 500 et de 1000 hectares - et un grand nombre d'utilisateurs - au delà de 100 et de 200, sans prise en compte des réalités sociales qui peuvent conditionner dans la plupart des cas le devenir de ces associations. Il est reconnu en effet que les ensembles de grande taille sont peu favorables au processus d'association ou de coopération.

- les textes régissant le fonctionnement des AUEA ne sont pas toujours intégralement appliqués. A titre d'exemple, la rotation des membres du conseil d'administration est rarement organisée. Certains usagers se maintiennent dans leur fonction moins dans l'intérêt de leurs collègues que dans le leur.

5-3 Une responsabilisation excessive des ORMVA :

- Comme cela a déjà été évoqué, ces organismes ont la responsabilité de négociations avec les irriguants sans avoir tous les moyens juridiques, réglementaires, administratifs et financiers de les faire aboutir (ex de l'accès au crédit, des mesures incitatives ... etc.)

- Ils ont à jouer vis-à-vis des irriguants plusieurs rôles qui ne sont pas tous compatibles entre eux, à la fois de préposés à la distribution de l'eau, de percepteurs des redevances d'eau, conseils, vulgarisateurs, animateurs d'AUEA et parties d'office à voix délibérative dans leur conseil, pourvoyeurs de subventions et responsables de la police des eaux. Ce cumul de rôles est à l'origine de

12. Les crédits alloués à la GPI et aux mesures incitatives en faveur des AUEA auraient été réduits récemment, ce qui pourrait confirmer cette assertion.

13. Voir l'exemple des "community organizers", entre autres, dans l'expérience des Philippines.

14. Un effort appréciable a été déployé dans le cas des PMH, avec une grande attention portée à l'analyse des besoins de formation, au plan d'action de formation et au suivi. Une action pilote de 3 ans est financée par la KFW.

rapports complexes entre les ORMVA et les irriguants peu favorables à l'engagement du partenariat escompté.

L'option a été prise de maintenir le statut d'établissement public des ORMVA, mais avec une volonté déterminée de leur imprimer une puissante dimension commerciale. L'expérience montre qu'il n'est pas aisé de se délester des pesanteurs de l'Etat – providence. Mais, il ne s'agit pas seulement de force d'inertie, volontaire ou non. A supposer que les Offices atteignent leur autonomie financière, la nature même de l'enjeu, à savoir l'eau, et l'aléa de la production agricole et de sa valeur marchande, devraient imposer en tout en état de cause le maintien d'un service public. Le tout est qu'il sera certainement différent de l'actuel. Les ORMVA sauront-ils assurer la transition?

6. QUELLES PERSPECTIVES ?

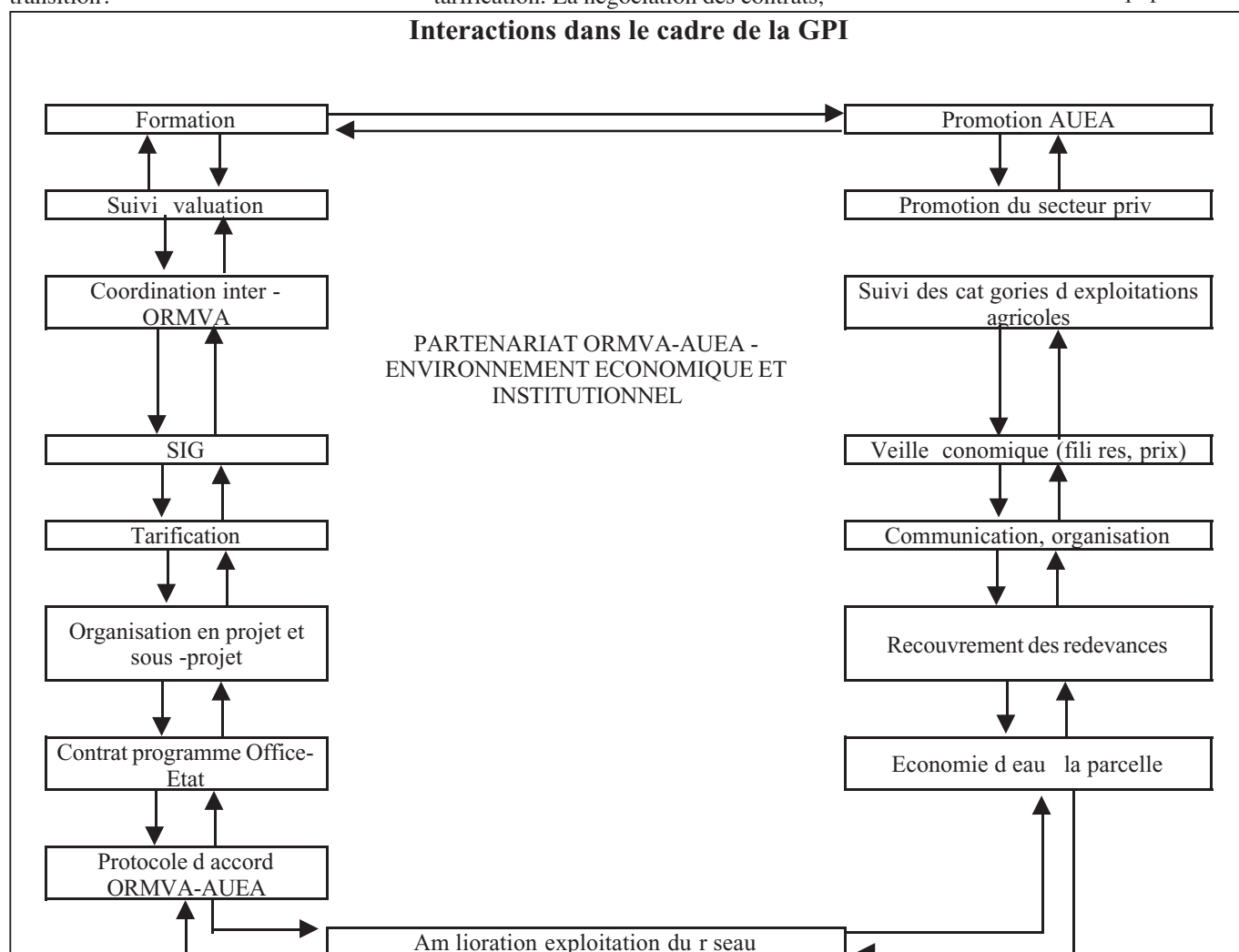
6-1 La GPI comme concept fédérateur

En termes de gouvernance et de management stratégique, la GPI devrait devenir le concept fédérateur, unificateur, des réformes entreprises. Comme l'indique le schéma ci-dessous, le concept implique une interaction des diverses activités, une concomitance qui les inscrit dans une même dynamique. Il y a certainement à tel ou tel moment, au gré de la conjoncture, des aspects prioritaires à traiter, mais toutes les actions s'inscrivent dans le même mouvement d'ensemble.

La préparation des contrats-programmes ORMVA-Etat et des protocoles d'accord ORMVA-irriguants (AUEA) devrait tirer profit de la mise en oeuvre du SIG et des études sur la tarification. La négociation des contrats,

le contenu de ces derniers, les relations entre ORMVA et AUEA, entre ces dernières et leurs membres et avec les autres acteurs du secteur privé, seront en effet redevables de l'objectivité apportée par le SIG (facturation externe et interne, organisation en projets et sous-projets) et par les études de tarification dans l'établissement des clés de répartition des coûts. C'est là une base de référence essentielle pour l'ensemble des acteurs concernés, afin que des questions essentielles ne demeurent plus en suspens. A titre d'exemple :

- Faut-il inclure l'ensemble des services de l'ORMVA dans les charges d'exploitation et de maintenance du réseau ou seulement les services affectés à ces fonctions ? Dans ce dernier cas, selon quels critères affecter les frais généraux ? Comment affecter les activités d'équipement et



de soutien à la production au service de l'eau ?

- Selon quels critères distinguer la maintenance préventive, la maintenance curative et la réhabilitation ?
- Quelle part des réhabilitations imputer sur les irriguants et quelle part sur l'Etat ? (Faut-il appliquer les clauses du CIA ou envisager d'autres formules ?)
- Quel statut des ouvrages et équipements selon leur nature ? public ? privé ? Dans chaque cas, quelle part du coût imputer au service public, celle à imputer aux irriguants ?
- Comment calculer la contribution des irriguants aux travaux dans le cas où ils seraient rétribués dans le cadre d'un partenariat avec l'Office ?
- Comment calculer les "coûts cachés" (sous-performance, faible rendement) de l'ORMVA, ou de l'AUEA, afin d'éviter ou d'atténuer leur hypothèque sur les niveaux de redevances d'eau ?
- Comment réduire ces coûts cachés ? (meilleures rationalisation des tâches, compression du personnel ? ...),

Ce type de questions n'a pas qu'un caractère technique. Elles requièrent certainement des négociations avec les irriguants, et des arbitrages d'ordre politique.

6-2 La promotion des AUEA en tant qu'organisations professionnelles

Les actions suivantes devraient être entreprises en vue d'une réelle existence autonome et efficace des AUEA :

- Etoffer les structures d'intervention en GPI au niveau du siège et du terrain des ORMVA, notamment en compétences en communication et en animation sociale,
- Créer une ou des structures de pilotage de la GPI, de préférence sous forme

contractuelle, formée de compétences professionnelles en communication et en animation, ayant pour missions (voir exemple des "community organizers" aux Philippines)¹⁵ :

- Concevoir et suivre la démarche participative
- Veiller à une approche appropriée de constitution des AUEA
- Contribuer à la réorganisation des AUEA le cas échéant (exemple de la taille trop grande en secteur aspersion, du degré d'application des textes législatifs....)
- Former et suivre les animateurs de pilotage de la GPI,
- Former (et contribuer à la formation de formateurs) des membres d'AUEA, en synergie dans l'immédiat avec la formation pilote réalisée au profit des AUEA des secteurs de PMH.
- Contribuer à la formulation de propositions d'amendement et d'adaptation des textes législatifs et réglementaires sur les AUEA, sur l'utilisation des eaux, à la lumière de l'expérience et des spécificités locales.
- Contribuer à la préparation des négociations sur les protocoles d'accord entre ORMVA et AUEA.

6-3 L'économie de l'eau à la parcelle

Cet aspect est étroitement lié à la GPI car la contribution à l'économie de l'eau dépend pour beaucoup de l'utilisateur, de l'irriguant. Une baisse substantielle des coûts en termes relatifs est entre ses mains. Mais, il lui faut aussi consentir des investissements importants, avoir la possibilité de recourir au crédit, compter sur quelques incitations publiques. Il faudrait aussi et surtout que la valeur ajoutée obtenue grâce à l'économie de l'eau ne soit pas enrayée par la fluctuation ou la hausse des prix des

intrants et des produits agricoles. Ainsi, la contribution des techniques d'économie d'eau à un bon rapport coût-efficacité dépend des conditions d'acquisition des techniques améliorées, des politiques adoptées par filière de culture, et plus généralement, d'un cadre macro-économique adéquat.

7. CONCLUSION

La cohérence de la stratégie développée par le PAGI II et contenue dans les principes de la GPI a été mise à mal dans sa mise en oeuvre pour cinq raisons essentielles :

- L'émiettement des activités, leur juxtaposition, leur cloisonnement, sans prise en compte des interactions nécessaires entre elles¹⁶,
 - L'action monolithique attendue des ORMVA, alors qu'ils ne disposent pas de tous les moyens nécessaires, en particulier les moyens juridiques, institutionnels et financiers pour la faire aboutir.
 - L'insuffisance ou l'absence d'une animation sociale professionnelle, seule susceptible de maîtriser avec l'efficacité nécessaire, dans les conditions actuelles, le processus de GPI.
 - La faible prise en compte des spécificités régionales et locales, de la diversité des types d'exploitation, des besoins spécifiques propres à chacun d'eux et de leur capacité réelle de participation financière, technique, managériale.
 - La focalisation de la démarche générale tant au niveau du PAGI que de la GPI sur l'offre plutôt que sur la demande sur l'outil de gestion plus que sur l'utilisateur.
- Un accompagnement hors ORMVA de la GPI, notamment en ce qui concerne l'animation sociale, est nécessaire au stade actuel. Une mise en oeuvre appropriée de la GPI, en tant que concept fédérateur de l'hydraulique

15. Il va de soi que les guides et manuels ne suffisent pas à eux seuls, si les animations ne sont pas entreprises par des professionnels qualifiés. Sinon, ce seraient des recettes appliquées mécaniquement sans capacité d'analyse, de diagnostic, et donc sans capacité de propositions de changement approprié et de maîtrise de ce changement.

16. Par exemple, le colloque national de novembre 1995 s'est focalisé sur la constitution des AUEA, sans se préoccuper des conditions nécessaires à leur bon fonctionnement, (données objectives de tarification, données de SIG, restructuration des services, animation professionnelle).

Le 2ème séminaire sur la GPI (1-2 décembre 1999) ne semble pas avoir emprunté une voie différente.

agricole, requiert une approche de type " management stratégique " qui tienne compte à la fois des impératifs nationaux et des spécificités locales. Cette approche devrait être développée à l'échelle nationale mais aussi au

niveau des ORMVA et des AUEA, afin d'adapter la GPI à la riche diversité existante. Une telle intervention devrait aboutir, à ces trois échelles, à une planification opérationnelle fondée sur la demande, et à laquelle bien entendu

doivent participer les irrigants et aux mesures d'accompagnement nécessaires (suivi-évaluation et formation continue en particulier).

ABREVIATIONS

- AUEA : Association des usagers des eaux d'irrigation
- BRU : Bureau des relations avec les usagers (des eaux d'irrigation)
- BM : Banque mondiale
- CIA : Code des investissements agricoles
- CMV : Centre de mise en valeur (une des antennes locales de l'ORMVA)
- GH : Grande hydraulique (ou grande irrigation)
- GPI : Gestion participative de l'irrigation
- ONI : Office national de l'irrigation
- ORMVA : Office régional de mise en valeur agricole
- PAGI (I ou II) : Programmes I ou II d'amélioration de la grande irrigation
- PASA : Plan d'ajustement structurel agricole
- PMH : Petite et moyenne hydraulique (ou irrigation)
- PNI : Plan national de l'irrigation
- SIG : Système d'information de gestion
- TVA : Taxe sur la valeur ajoutée.

IMPACT DE LA FORMATION DES AUEA SUR L'ECONOMIE DE L'EAU ET LA MISE EN VALEUR AGRICOLE

M. Zahry¹ & M. Moulay Rchid²

Résumé

Les périmètres de Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) au Maroc sont le plus souvent situés dans des zones défavorisées, d'accès difficile et sous dotées en infrastructures. L'irrigation représente dans la plupart des cas, la seule source de revenus des populations. Depuis les années 1980, des programmes de réhabilitation ont été menés sur la PMH ; depuis 1990, un processus de participation active et matérielle des AUEA a été instauré avec un cadre juridique. Or, les Associations d'usagers d'Eau Agricole (AUEA) n'ont pas été préparées à l'exécution de leurs obligations.

Le programme de formation des AUEA, initié par la Direction des Aménagements Hydro-Agricoles (DAHA) et la KfW³ a été précédé d'une phase d'adaptation réalisée entre 1997 et 2001⁴; celle-ci a déjà montré les effets très positifs de la formation sur l'entretien et l'amélioration du réseau, la distribution et la gestion de l'eau, l'économie d'eau, la vie associative et également sur la mise en valeur agricole, bien que son évaluation ait porté sur une période assez courte.

1. LE SECTEUR DE LA PMH AU MAROC

Les périmètres de PMH couvrent au Maroc une superficie d'environ 360 000 ha de manière pérenne, ce qui représente 35% de la superficie totale irriguée pérenne qui est évaluée à plus de 1 million d'hectares. A cela, il faut ajouter les périmètres d'épandage des eaux de crues (irrigations saisonnières) représentant une superficie de 287 000 ha.

Parmi les périmètres de PMH, les 2/3 ont une superficie inférieure à 100 ha. Les périmètres de taille supérieure à 1000 ha ne représentent que 5% du nombre de périmètres pour 53% de la superficie

totale irriguée. Ces périmètres se caractérisent par la petite taille des exploitations agricoles en irrigué (inférieure à 2 ha) morcelées et par des droits d'eau reconnus qui obéissent à des règles coutumières.

Depuis les années 1980, un programme spécifique concernant la Petite et Moyenne hydraulique (PMH) a été lancé pour améliorer la mobilisation de l'eau et sa distribution.

A partir de 1990, les pouvoirs publics et les bailleurs de fonds (Banque Mondiale et KfW) ont montré un intérêt grandissant pour ce secteur qui a permis d'aménager 41 000 ha dans le cadre des projets PMH 1 et PMH 2 et les crédits alloués six fois supérieurs à ceux octroyés auparavant.

Le second projet de développement de PMH, financé par la Banque Mondiale et la KfW, a porté sur la réhabilitation et remise en état des réseaux d'irrigation d'une superficie d'environ 28 000 ha. Les principaux objectifs de ce projet entrepris par la DAHA à partir de 1990 se situaient principalement sur les plans :

- **Socio-économique** avec la réduction des pertes d'eau d'irrigation permise par la remise en état des infrastructures d'irrigation, l'amélioration des revenus des exploitations agricoles grâce à l'accroissement des rendements des cultures et l'intensification de la mise en valeur agricole, la contribution à l'amélioration des conditions de vie des populations en milieu rural (pistes de circulation, emploi agricole, activités connexes).

- **Stratégique** avec :

- La mise en place et consolidation d'un cadre institutionnel d'organisation du secteur irrigué de PMH avec le développement de la Loi sur les Associations des Usagers des Eaux

Agricoles (AUEA) élaborée dans le cadre du projet PMH1 et promulguée en 1990 avec son décret d'application en 1992,

- Le développement d'une approche participative des usagers aux projets d'aménagement avec leur implication aux étapes d'élaboration des projets (tracés, emplacement des prises),
- L'adhésion des bénéficiaires au projet réalisée à travers la Passation d'Accord sur le projet avec l'AUEA et la fixation des modalités de financement de leur participation ainsi que la prise en charge des activités d'entretien et d'exploitation par les usagers.

Toutefois ce projet a rencontré des difficultés avec les retards dans la promulgation de la Loi et son décret d'application, les AUEA ont bien été constituées mais au cours du projet, elles ont connu des difficultés à s'organiser, à exprimer leurs attentes en matière de réhabilitation et n'avaient aucune vie associative.

Concernant les améliorations de production des cultures et de l'élevage, les résultats atteints avec la réhabilitation des périmètres sont restés le plus souvent bien en deçà de ce qui avait été escompté au niveau des études. De plus, les mesures d'accompagnement (appui-conseil de Centres de Travaux...) ciblées dans les études n'ont pu être réalisées dans le cadre de ces projets.

2. LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DANS LES PERIMETRES DE PMH

Les périmètres de PMH sont, au Maroc, le plus souvent situés dans des zones défavorisées, difficiles d'accès, sous-dotées en infrastructures, où sévit la pauvreté. Pour ces populations, l'irrigation est la source de revenus, qui freine encore l'exode rural.

1. Concepteur et formateur lors de la phase d'adaptation de formation des AUEA, chef de département à ADI

2. Ingénieur agro-socio-économiste à ADI

3. Kreditanstalt für Wiederaufbau

4. Réalisée par le Groupement de Bureaux d'études : AHT International, chef de file, BRL ingénierie et ADI

Les pratiques culturales restent dans ces périmètres souvent sommaires : faible mécanisation, travaux du sol réduits, peu d'utilisation d'intrants (engrais, produits de traitement), souvent par manque de trésorerie et / ou de connaissance, absence de taille et de traitements de l'arboriculture avec en conséquence des rendements faibles.

Sur la plus grande part de ces périmètres, l'eau est rare à partir de Mai-Juin jusqu'en Octobre, ce qui limite le choix des cultures et les rendements.

Les constats de terrain montrent que les agriculteurs de PMH produisent essentiellement pour l'autoconsommation et commercialisent le surplus, s'il existe. Les choix de production ne sont le plus souvent pas faits en fonction du marché, mais en fonction des besoins d'autoconsommation de la famille et d'alimentation de l'élevage (céréales, légumineuses, fourrages et sous-produits pour 1 à 2 têtes de bovins). Or, vu la petite taille des exploitations le surplus commercialisable reste très faible et les revenus agricoles minimes.

Par ailleurs, l'éloignement, le relatif isolement des périmètres de PMH durant une partie de l'année et l'insuffisance des routes goudronnées limitent fortement le développement de certaines productions plus rémunératrices pour la vente (maraîchages, arboriculture...)

La commercialisation des produits maraîchers cultivés sur les petits périmètres de PMH s'effectue sur des périodes limitées, en l'absence de moyens de stockage et d'étalement des calendriers de production. De plus, cette production subit la concurrence des fruits et légumes provenant des autres régions du Maroc et transportés par les grossistes, vendus directement sur les souks ou les marchés de gros à des prix compétitifs par rapport à ceux des produits locaux.

3. LE PROGRAMME DE FORMATION DES AUEA

3.1 Objectifs et déroulement de la phase d'adaptation

L'approche d'une institutionnalisation durable de la formation des AUEA a été concertée entre la Direction des

Aménagements Hydro-Agricoles du MADREF (le maître d'ouvrage), sa Cellule Nationale de Coordination (le maître d'oeuvre) et la KfW (le bailleur de fonds).

Le programme de formation des Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA) s'est adressé, dans sa phase d'adaptation réalisée par un groupement de bureaux d'études⁵ entre Juin 1997 et Novembre 2001, aux AUEA gestionnaires des périmètres de la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH). Des méthodes, outils, instruments et approches pédagogiques ont été conçus, testés et mis au point qui intègrent les spécificités des AUEA en PMH et les besoins particuliers d'un public cible adulte et rural et à forte majorité analphabète.

La phase d'adaptation a permis la mise au point d'une démarche de formation qui s'intègre au paysage institutionnel, qui renforce la stratégie voulue par le MADREF de décentralisation et de responsabilisation des irrigants. Elle a créé des méthodes, une approche et des relations institutionnelles pour préparer le montage d'un service général et durable de formation des AUEA, qui constitue un potentiel très important pour le développement des zones rurales du Maroc.

La convention de formation des AUEA, dénommée "phase d'adaptation" du programme de formation s'est déroulée en quatre phases. L'objet de chacune des phases a été le suivant :

- **Phase 1** : Elaboration d'un programme et d'un système de formation adapté aux besoins des AUEA,
- **Phase 2** : Réalisation de la formation-test auprès de 36 AUEA et introduction du système de suivi-évaluation,
- **Phase 3** : Elaboration du programme et du système définitif de formation des AUEA et conception d'un projet d'extension de la formation,
- **Phase 4** : Evaluation et analyse de l'impact de la formation sur les AUEA, puis concertation sur la mise en oeuvre du projet d'extension.

Le programme de formation des AUEA vise le même objectif global que le programme de réhabilitation des

périmètres PMH, à savoir **l'augmentation durable et significative des revenus agricoles réels**. Son objectif spécifique est d'assurer **la mise en valeur durable et efficiente des installations hydro-agricoles**.

Deux approches ont été testées :

La **"formation directe"** s'est adressée aux membres des conseils d'administration (CA) de 18 AUEA sélectionnées et a été exécutée par deux équipes de formateurs-animateurs qui se déplacent sur le terrain. Les formateurs réunissent trois CA d'AUEA d'une région et réalisent pour chaque thème de formation un diagnostic approfondi et un échange d'expériences entre les dirigeants des AUEA. Les sessions tenues en commun sont approfondies au niveau de chaque AUEA individuellement sur leurs périmètres. Le programme de formation directe est regroupé en cinq sessions. A la fin de chaque session, les participants établissent un "mini-plan d'action", qui précise les activités à entamer en période d'intersession. L'intersession sert surtout aux dirigeants de l'AUEA à démultiplier le contenu des modules de formation au niveau des usagers.

La **"formation indirecte"** s'adresse aux 7^{ème} membres de CA d'un autre lot de 18 AUEA. Six membres du CA sont élus par les usagers. Le 7^{ème} membre est nommé par l'Administration et fournit un appui permanent à la gestion de l'AUEA ; il veille sur le respect par l'AUEA des lois et règlements ainsi que sur la sécurité des équipements hydro-agricoles. La formation indirecte renforce la fonction de conseiller d'AUEA du 7^{ème} membre. Le contenu de formation pour les formateurs des AUEA (formation indirecte) comprend, outre les thèmes techniques, administratifs, organisationnels et juridiques, les principes de la pédagogie d'adultes, les techniques de formation et les supports pédagogiques. Pendant les périodes d'intersession, les 7^{ème} membres démultiplient leurs connaissances au niveau des autres membres de leur CA et ils assistent ensuite les CA à démultiplier leur savoir-faire auprès des usagers.

La méthodologie de formation retenue

5. AHT International chef de file, BRL ingénierie et ADI

s'inspire des principes de la pédagogie d'adultes et elle fait usage des techniques de communication avec les analphabètes. Elle vise en premier lieu la valorisation de "la connaissance du groupe" de participants.

Un des points forts de l'approche est l'**orientation systématique des participants à l'action**. Les dirigeants des AUEA, ainsi que les 7^{me} membres apprennent à programmer et à réaliser des activités à leur portée durant les périodes d'intersessions, ce qui leur permet d'avancer progressivement par thème de formation.

3.2 Le contenu de quelques modules de formation

La première phase avec l'élaboration des diagnostics participatifs réalisés sur le terrain a permis une compréhension des contraintes, potentialités et besoins des AUEA, pour identifier la démarche, les outils pédagogiques et les thèmes de formation qui, dans leur ensemble, permettent aux dirigeants des AUEA d'instaurer une vie associative satisfaisante au niveau de leurs périmètres. Bien que les thèmes de formation constituent un ensemble pour parvenir à ce résultat, on s'intéressera plus particulièrement ici aux modules ayant un impact plus direct sur les économies d'eau et la valorisation de l'eau.

• *Module Valorisation de l'eau à la parcelle*

Le Module Valorisation de l'eau à la parcelle a pour objectif de sensibiliser les participants sur les conséquences des situations d'excès d'eau ou d'insuffisance d'eau à la parcelle et de leur apporter les connaissances et les outils nécessaires pour qu'ils puissent :

- sensibiliser et former les usagers à reconnaître : les situations d'excès ou d'insuffisance d'eau sur leurs cultures et leurs conséquences, les types de gaspillage d'eau entre la prise et leur parcelle et leurs conséquences, ainsi que former les usagers sur les notions de variation des besoins en eau des cultures.
- conseiller les usagers pour améliorer le plan de culture sur leur exploitation, réduire les pertes d'eau au niveau de leurs parcelles (techniques du siphon, nivellement de la parcelle, longueur

des raies et taille des robots).

La formation est organisée en 4 séances en salle sur : la mise en commun et l'approfondissement des diagnostics participatifs de terrain, un travail en commission inter-AUEA sur l'échange d'expériences et le rôle des bureaux d'AUEA pour améliorer la valorisation de l'eau à la parcelle. Sur le terrain, plusieurs séances permettent d'approfondir le diagnostic, d'explicitier la méthode de mesure du débit et les techniques à développer à la parcelle : siphon, planage....

• *Module Distribution de l'eau*

Ce Module concerne principalement les fondements sociaux de la répartition et distribution de l'eau en fonction des droits d'eau, des besoins des plantes et des possibilités offertes par les réseaux réhabilités, en particulier la réduction du tour d'eau, qui permet d'introduire des spéculations tel que le maraîchage. Une place importante est faite à la situation après réhabilitation qui permet une évolution de l'organisation de la distribution de l'eau, liée à l'augmentation des quantités d'eau disponibles pour l'irrigation ainsi qu'une meilleure distribution de l'eau entre l'amont et l'aval.

Ce module met à la disposition des participants des outils de gestion et des méthodes de travail leur permettant la mise en oeuvre les améliorations possibles et souhaitées.

La formation pour ce module est organisée en 4 séances en salle sur : la mise en commun et l'approfondissement des diagnostics participatifs, l'étude de cas sur les échanges de droits d'eau, l'échange des techniques et expériences concernant l'adaptation de la répartition et la distribution de l'eau aux besoins des cultures et aux demandes des usagers, le rôle des bureaux d'AUEA pour améliorer celles-ci. Les séances de terrain permettent de valider le calendrier d'irrigation et de préparer l'élaboration du mini-plan d'action.

• *Module gestion technique des réseaux*

Ce Module Gestion technique des réseaux se propose de former les participants au fonctionnement et à la manipulation des principaux ouvrages

du réseau réhabilité ainsi qu'aux conditions de manipulation de ces ouvrages pour qu'ils puissent :

- Sensibiliser et former usagers sur le rôle et l'intérêt des principaux ouvrages du réseau réhabilité sur les conséquences des mauvaises manœuvres d'ouvrages, sur l'intérêt d'avoir, sur le réseau, un opérateur d'ouvrage spécialisé
- Elaborer les consignes de manipulation d'ouvrages, et également, conseiller, guider et contrôler l'opérateur d'ouvrage spécialisé et l'aiguadier.

La formation pour ce module est organisée en séances de salle consacrées à: l'approfondissement du diagnostic participatif, l'échange des connaissances et d'expériences, la notion de qualité du service d'eau et les responsabilités de l'AUEA dans la fourniture d'un service d'eau de qualité. Les séances de terrain permettent un diagnostic détaillé et un apport de connaissances en matière de manipulation des ouvrages, et d'élaboration du mini-plan d'action.

• *Module entretien des réseaux*

Ce module entretien du réseau a pour objectifs de :

- sensibiliser les participants sur les conséquences d'une insuffisance d'entretien et sur l'intérêt d'un entretien correct et régulier,
- faire définir par les participants les types d'entretien à réaliser sur un réseau et les outils nécessaires pour définir les meilleurs moments d'intervention et la périodicité des opérations d'entretien.
- identifier les avantages et inconvénients des organisations d'entretien des réseaux pratiquées par les différentes AUEA et mettre à la disposition des participants des outils de gestion et des méthodes de travail leur permettant une organisation rationnelle des travaux d'entretien des réseaux.

Les séances de salles pour ce module portent sur l'approfondissement du diagnostic participatif, l'échange des connaissances et d'expériences, le rôle du bureau pour l'amélioration de l'entretien des réseaux.

Sur le terrain, la formation se concrétise

par la démultiplication des travaux en salle en présence des formateurs, la reprise de la liste des travaux d'entretien à réaliser par l'AUEA, le rôle des membres du bureau, la réalisation d'un avant-métré et l'estimation des travaux à réaliser, ainsi que l'établissement du mini-plan d'action.

4. LE SYSTEME DE SUIVI-EVALUATION

Au cours de la formation test, un système suivi-évaluation a été mis au point ; il se base sur la participation active des AUEA et, pour la plupart, sur l'auto-suivi des AUEA, réalisé par leurs dirigeants. Le système distingue trois niveaux.

- **Niveau 1:** suivi de l'efficacité du programme de formation : évaluation participative des sessions de formation, évaluation de l'utilité de la progression pédagogique, évaluation des connaissances des participants, évaluation de la volonté d'agir (réalisation des mini-plans d'action).
- **Niveau 2:** évaluation de l'efficacité du programme de formation : Evaluation du progrès des AUEA (suivi des indicateurs d'évolution par AUEA), analyse de la qualité et de l'avancement des plans d'action à moyen terme.
- **Niveau 3:** suivi de l'impact de la formation: amélioration de la disponibilité en eau au niveau des périmètres (mesures de débit), augmentation de l'intensification de l'occupation des sols et amélioration des rendements des cultures principales (indicateurs approximatifs des revenus agricoles).

Dans la conception initiale du programme, le suivi des AUEA devait être confié aux services extérieurs du MADREF et, plus particulièrement, aux coordinateurs régionaux. Or, vu la participation très active des AUEA dans le programme-test, une approche participative au **suivi-évaluation** a été mise au point, qui s'appuie sur l'intérêt des dirigeants des AUEA de connaître le progrès de leur AUEA et d'en tirer les conclusions pour une meilleure gestion de la vie associative. Aussi, un module **suivi-évaluation** a été ajouté au programme de formation et a servi particulièrement à :

- Instaurer au niveau des AUEA les outils de suivi (du plan d'action, des indicateurs d'évolution des AUEA, des indicateurs d'impact)
- Renforcer le partenariat entre AUEA et les services extérieurs du MADREF sur la base d'une planification solide d'actions.

5. IMPACTS DE LA FORMATION-TEST

La phase 4 du programme a débuté par l'évaluation de la démultiplication des acquis de la formation. Les membres des Conseils d'Administration (CA) des AUEA, formés directement par les formateurs du projet, devaient améliorer le fonctionnement et l'activité de leur association en démultipliant auprès des adhérents les acquis de la formation. Les 7^{ème} membres, techniciens, membres du Conseil d'Administration (CA), formés comme formateurs pour l'AUEA dont ils sont administrateurs de droit, devaient organiser la formation des autres membres du CA. A leur tour, les membres formés du CA devaient démultiplier les acquis en formation auprès des adhérents de l'AUEA.

• Suivi de l'impact de la formation test

Un suivi de la formation des AUEA et des 7^{ème} membres ayant bénéficié de la formation test a été mené régulièrement par le Consultant-Formateur et par le Coordinateur National du programme de formation avec des entretiens structurés, portant sur l'avancement des plans d'action à moyen terme, l'actualisation des indicateurs d'évolution des AUEA et sur la mise en oeuvre du système de suivi-évaluation par les AUEA.

Ce suivi semestriel des indicateurs d'évolution des AUEA a confirmé les observations des phases antérieures : une adoption très satisfaisante du programme de formation par les participants et une amélioration significative et mesurable du degré d'organisation et de mobilisation des AUEA.

• Analyse globale - Les indicateurs d'évolution des AUEA

L'impact de la formation-test sur les AUEA a été suivi et analysé pendant toute la période d'exécution de la phase

d'adaptation. Entre autres, le suivi semestriel des indicateurs d'évolution des AUEA a permis de constater un progrès significatif et continu des AUEA qui se sont mobilisées au cours de la formation-test. Une batterie de 43 indicateurs décrit pour chaque AUEA les tendances concernant : le degré d'organisation et la volonté d'agir des AUEA, l'évolution du cadre social (composition et présence du CA, conflits), l'évolution de la gestion et l'entretien des réseaux, la pérennité des réseaux, la mise en valeur des périmètres et la prise d'initiative complémentaire des AUEA.

En situation "avant-formation", deux tiers des tendances observées auprès des 36 AUEA sélectionnées pour le test ont été négatifs. A la fin de la phase d'adaptation, cette situation a été réduite à 15%, constituée essentiellement par des tendances conflictuelles à l'intérieur d'AUEA qui ont provisoirement renoncé à la résolution de leurs conflits. La fréquence d'observation des tendances positives est passée de 11% en situation "avant-formation" à 65% à la fin de la phase d'adaptation.

Les différences entre la formation directe et indirecte sont peu significatives. Au départ, la formation directe a eu un impact plus rapide que la formation dispensée par les 7^{ème} membres. Ceux-ci ont pris plus de temps pour s'organiser matériellement, pour mobiliser les membres des AUEA, pour acquiescer de l'assurance dans la fonction qui leur a été confiée.

Parmi les indicateurs d'évolution des AUEA, on s'intéressera ici particulièrement aux impacts sur **la gestion de l'eau, l'entretien et la mise en valeur des périmètres**.

Plusieurs missions ont été effectuées dans le but d'analyser en détail l'impact de la formation-test sur la consolidation des AUEA ; le suivi réalisé par l'AUEA elle-même est prévu pour se poursuivre au delà de l'achèvement du programme.

• Impact sur la distribution et la gestion de l'eau

Trois indicateurs servent de référence à l'appréciation de l'impact de la formation sur la gestion de l'eau : la prise en charge de l'aiguadier par

Type de formation	AUEA formées	Aiguadier sous contrôle	Echange droits d'eau	Mesures d'économie d'eau à la parcelle	Culture moins consommatrice
Directe	18	13	3	9	11
Indirecte	19	12	3	7	15
Total	37	25	6	16	26
% sur 37 AUEA ⁶	100	67	16	43	70

l'AUEA, le tableau des échanges de droits d'eau, l'application de mesures d'économie d'eau à la parcelle.

L'échange temporaire de droits d'eau entre deux membres permet de mieux utiliser l'eau à la parcelle en partant du principe que l'un des membres n'ayant plus besoin d'irriguer peut accorder à un autre membre la part qui lui reste en échange d'un droit réciproque pour une autre parcelle ou une autre période de culture.

Le cycle de sécheresse, que certaines régions ont subi durant le programme, a contribué à la prise de conscience de la valeur de l'eau et à l'adoption de mesures d'économie et de contrôle d'eau. Les techniques pour une meilleure économie de l'eau et pour l'introduction de plantes moins consommatrices d'eau ont été discutées au sein des AUEA (par exemple : la suppression de la culture de maïs, trop exigeante en eau, dans les périmètres de PMH du Sud).

Mais le cycle de sécheresse a également provoqué la multiplicité des creusements de puits dans les périmètres, avec des pompes individuels dont les propriétaires se sont souvent désolidarisés de la vie de l'AUEA.

• **Impact sur l'entretien et l'amélioration du réseau**

L'entretien du réseau d'irrigation est la principale activité de l'AUEA. Toutes les AUEA actives et même celles qui ont des conflits internes assurent l'entretien de leur séguia, qui est réalisé, soit par paiement de la totalité des interventions, soit par investissement humain uniquement, soit en combinant le paiement des services et

l'investissement humain. Ceci dépend en grande partie de la trésorerie des adhérents.

En Septembre et Octobre 2001 de fortes crues ont obligé les AUEA à mobiliser les usagers pour réparer les brèches et curer les seguias. Durant ces crues, des ouvrages de captage ont été dégradés et les AUEA ont sollicité l'appui des DPA pour réparer provisoirement certaines prises sur Oued et refaire des protections.

Au cours du second semestre 2001, certaines AUEA avaient épuisé leurs provisions financières d'entretien et ont

dû faire appel à l'investissement humain pour réparer les séguias avant les semis d'hiver.

• **Impact sur la mise en valeur et les initiatives complémentaires**

Les AUEA très actives ont mené des activités d'accompagnement à la mise en valeur du périmètre (approvisionnement, commercialisation et opérations culturales en commun) et ont organisé avec les CT ou les CMV des journées de démonstrations sur la protection des oliviers, des pommiers et autres arbres fruitiers. Des initiatives en matière d'infrastructures et d'action sociale ont également vu le jour : construction d'entrepôts, participation à l'adduction d'eau potable, intervention pour l'amélioration de pistes, constitution de fonds sociaux.

On notera que les AUEA, seules organisations professionnelles dans certaines zones rurales, assurent un rôle d'organisation multi-services pour les activités sociales communes.

• **Exécution des mesures d'impact sur la mise en valeur des périmètres**

Type de formation	AUEA formées	Paiement des travaux uniquement	Paiement et investissement humain	Investist travail humain seulement	Non fonctionnelle
Directe	18	3	9	4	2
Indirecte	19	4	9	4	2
Total	37	7	18	8	4
% sur 37 AUEA	100	19	48	22	11

Type de formation	AUEA formées	Approvisionnement	Opérations culturales	Organisation de démonstration	Autres Initiatives
Directe	18	6	6	6	9
Indirecte	19	6	5	9	10
Total	37	12	11	15	19
% sur 37 AUEA	100	32	30	40	51

Type de formation	AUEA formées	Mesures effectués	Partiellement	Non effectués
Directe	18	4	7	7
Indirecte	19	11	0	8
Total	37	15	7	15
% sur 37 AUEA	100	41	18	41

6. Au cours de la formation un 7^{ème} membre a pris l'initiative d'encadrer une AUEA supplémentaire, soit 37 AUEA formées

Les membres du CA de chaque AUEA ont été initiés à mesurer l'impact de leurs activités et de leurs initiatives sur la mise en valeur du périmètre. Les mesures portent sur les débits d'eau en tête, au milieu et à la fin des seguias principales et secondaires, sur le taux d'occupation des sols et en conséquence le taux d'intensification cultural et sur l'évolution des rendements des cultures principales.

On a pu constater que les AUEA formées par les 7^{ème} membres et suivies par eux se sont plus investies dans cette activité que les AUEA dont les 7^{ème} membres n'ont pas reçu une formation de formateurs. Ces mesures de suivi réalisées par l'AUEA vont se poursuivre au delà de l'achèvement du programme, afin de permettre une évaluation sur une période plus longue que les 12 mois prévus dans la phase d'adaptation.

- ***L'effet démultiplicateur des 7^{ème} membres***

L'évaluation de l'impact de la formation-test a montré que les AUEA en formation indirecte (formées par le 7^{ème} membre) ont évolué plus lentement mais avec assurance. Celles où le 7^{ème} membre a accompli son travail de formation de manière rationnelle et continue sont devenues des AUEA très actives.

Les plans d'action des AUEA, reflétant les attentes des usagers, comprennent des thèmes de vulgarisation concernant les productions végétales et animales, les besoins des agriculteurs en appui-conseil étant importants. Aussi, en tant qu'agent technique de vulgarisation et de conseil, le 7^{ème} membre a pu, dans le cadre de la formation, bénéficier de l'appui du CA pour organiser des actions de démonstration sur la mise en valeur du périmètre, ce qui doit être considéré comme un apport du 7^{ème} membre, en tant que conseiller technique et qui n'était pas prévu au départ dans la formation.

6. CONCLUSION

Au regard des résultats très positifs lors de la phase d'adaptation, des extensions de ce programmes ont été lancés dans les Provinces du Nord et financés par le budget de l'Etat. Deux nouveaux marchés sont lancés pour la formation des AUEA du Dades et des Provinces du Nord, ainsi que la formation des techniciens-formateurs (7^{ème} membre) et des techniciens -gestionnaires des Cellules Régionales et provinciales d'appui.

L'approche de formation s'est avérée fructueuse, faisant appel au dynamisme du groupe qui donne aux participants la possibilité d'exprimer leurs problèmes, contraintes, conflits et difficultés. Un aspect particulièrement fort de l'approche est l'orientation systématique des participants à l'action ; en effet, les dirigeants des AUEA apprennent à programmer et à réaliser les activités à leur portée en périodes d'intersession. Ainsi, les AUEA avancent progressivement par thème de formation. En même temps, les dirigeants d'AUEA et les autres membres apprennent à s'autogérer et à s'administrer.

Le processus de dialogue s'est avéré complet avec l'élaboration du plan d'action à moyen terme de l'AUEA, où les dirigeants des AUEA apprennent à suivre une démarche organisée, concentrée sur les objectifs du groupe.

Ce processus de planification à moyen terme des actions de l'AUEA améliore sensiblement **les relations entre l'AUEA et l'Administration**. Le plan voté, déposé au niveau des DPA ou des Offices concernés, permet d'identifier les actions dont les AUEA se chargeront elles-mêmes et celles nécessitant l'appui de l'Administration. La discussion des plans d'action avec l'Administration instaure, en général, un climat de partenariat, dans lequel chaque partie assume désormais son rôle, ses obligations légales et statutaires.

L'intervention de la formation est presque toujours liée à **la résolution de conflits** inter-, intra- ou extra-AUEA. Un module de formation a d'ailleurs été ajouté au programme de formation mais son application s'est arrêtée au niveau des 7^{ème} membres en formation indirecte et au niveau des formateurs-animateurs en formation directe.

La démultiplication du programme de formation par les membres des CA et par les 7^{ème} membres est le facteur essentiel pour la généralisation des connaissances techniques, juridiques et organisationnelles auprès des usagers. Les actions de démultiplication ont été systématiquement intégrées dans les "mini-plans d'action" et dans les plans d'action à moyen terme. Certains indices montrent que la démultiplication a été assurée et réalisée avec différents degrés d'intensité et par différents démarches, surtout en formation directe.

Le programme conçu en phase d'adaptation est un cycle de formation initiale. Les AUEA ont néanmoins un besoin permanent en formation. La rotation des membres du CA est imposée par la loi ; ainsi, les membres des CA peuvent être changés lors des élections. L'évolution des expériences rend nécessaire un élément de **recyclage** de la formation initiale, avec des séances orientées vers la solution de problèmes rencontrés et la diffusion systématique des conclusions tirées dans des cas similaires.

Quant au **suivi sur la mise en valeur agricole**, il sera poursuivi par les AUEA avec l'appui du 7^{ème} membre durant plusieurs années et analysé par les cellules Nationale et Régionales, afin d'en tirer les conclusions sur l'augmentation des rendements et l'intensification permises. L'impact sur l'augmentation des revenus mérite également d'être évalué pour permettre au CA de disposer d'arguments pour le paiement des cotisations des membres et également pour le bailleur de fonds afin de comparer ces résultats avec d'autres projets.

BILAN HYDRIQUE ET BESOIN D'IRRIGATION DE LA CERÉALICULTURE EN RÉGION SEMI-ARIDE.

D. Smadhi¹, B. Mouhouche², M. Mohamedou² & M. Semiani¹

Résumé

L'évapotranspiration potentielle évaluée par la méthode Penman-Montheil, à l'échelle annuelle et mensuelle en région semi-aride représentée par les hauts plateaux de la zone de Sétif et Bordj Bou Arreriedj, a permis de déterminer la proportion d'eau de pluie évaporée sur une période de 27 ans (1970-1996). Cette proportion est évaluée par rapport à la précipitation reçue durant la période considérée et par rapport aux besoins en eau de la culture céréalière.

Les résultats obtenus montrent que la demande climatique moyenne évaluée à 1248 mm et 1345 mm du total annuel, montre un déficit hydrique climatique répartie de façon inégal et irrégulier au cours de l'année agricole.

Ainsi, la connaissance du déficit hydrique climatique de l'ordre de -210 mm et -213 mm respectivement à Sétif et Bordj Bou Arreriedj, a permis de mettre en évidence la quantité d'eau qui manque à la culture en rapport avec des sécheresses intermittentes et aléatoires enregistrées dans la région considérée, impliquant ainsi, la nécessité de l'irrigation de complément dans la région d'étude semi-aride.

Mots clés : Semi-aride; Evapotranspiration potentielle; Bilan hydrique climatique; Sécheresses; Irrigation; Céréaliculture.

Des travaux de recherches combinant les précipitations annuelles et les températures, classent la zone d'étude dans le climat méditerranéen de l'étage semi-aride (Seltzer, 1949; Emberger, 1955).

La zone ainsi définie, connaît des fluctuations importantes de certains facteurs climatiques, à savoir les précipitations et les températures au cours du cycle agricole.

Ces facteurs cités conditionnent le bon développement de la céréaliculture dans la zone considérée, et dont les aléas provoquent de lourdes conséquences sur les rendements agricoles. Les rendements moyens enregistrés ces dernières années ne dépassent pas 7 q/ha.

La mise en évidence de la dépendance des facteurs climatiques sur l'évolution de la céréaliculture, peut être perçue à travers les paramètres les plus déterminant pouvant définir les besoins en eau de la culture (blé d'hiver) le long du cycle végétatif, notamment durant les périodes déficitaires. Parmi les paramètres choisis, nous avons porté l'accent sur l'évolution de l'évapotranspiration potentielle dont la connaissance est d'un intérêt pratique certain.

Il existe plusieurs formules de base permettant de calculer indirectement

l'évapotranspiration d'un lieu, lorsque ne nous disposons pas de mesures directes. Nous rappelons les formules de Thornthwaite; Turc et Penman citées et appliquées par plusieurs auteurs dans différentes régions (Brochet et Gerbier, 1975; Seguin, 1975).

Cependant, ces formules acquièrent l'utilisation de plusieurs paramètres climatiques dont les mesures ne sont pas tous pris en considération dans l'ensemble des stations, ce qui pose une contrainte à leur utilisation. Ainsi, nous retenons, la formule de Penman-Monteith (1990) qui a donné de bons résultats dans la zone d'étude et dont les paramètres restent généralement mesurés dans les stations synoptiques (Baldy, 1974 ; Daoud, 1991 ; Smadhi, 2000).

L'estimation et l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle permet ainsi, une étude du bilan hydrique dans la zone, ce qui complèterait la description et l'analyse des précipitations et des températures dans la zone (Mohammedou, 2000 ; Smadhi et al, 2001).

MATERIELS ET METHODES

Evapotranspiration potentielle (ETP)

L'analyse de l'évapotranspiration potentielle porte sur les deux stations principales représentatives de la zone d'étude (BBA et Sétif). Les paramètres

climatiques utilisés sont représentés sur une période allant de 1990-1998. Il est à noter que la restriction de la période d'étude de l'évapotranspiration est due au manque de certaines données utilisées à savoir, la température °C, et autres facteurs climatiques (vent m/s, humidité %, insolation h/j), qui rentre dans le calcul de l'ETP. Ce calcul est effectué à l'aide de la formule de Penman-Montheil (1990) qui reste la référence, par l'intermédiaire du logiciel Cropwat.

La détermination des besoins en eau des cultures qui dépend strictement de l'ETP est calculé également, pour les deux stations principales par manque d'informations dans la, période (1990-1998).

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Etude de l'évapotranspiration

L'étude de l'évolution de ce facteur durant les périodes critiques de la culture, a montré que les valeurs de l'évapotranspiration potentielle moyennes mensuelles obtenues durant la période (1990-1998) sont très variables selon la figure 1; en effet, nous constatons une élévation de l'ETP liée à la saison automnale, puis diminue au début de la saison hivernale où elle est à son minimum en décembre avec respectivement 29,4 mm à Sétif et 34,1mm à BBA, puis elle

1. INRAA;CRP Mahdi Boualem, station de Baraki, Alger

2. Institut National Agronomique (INA , Génie-rural).

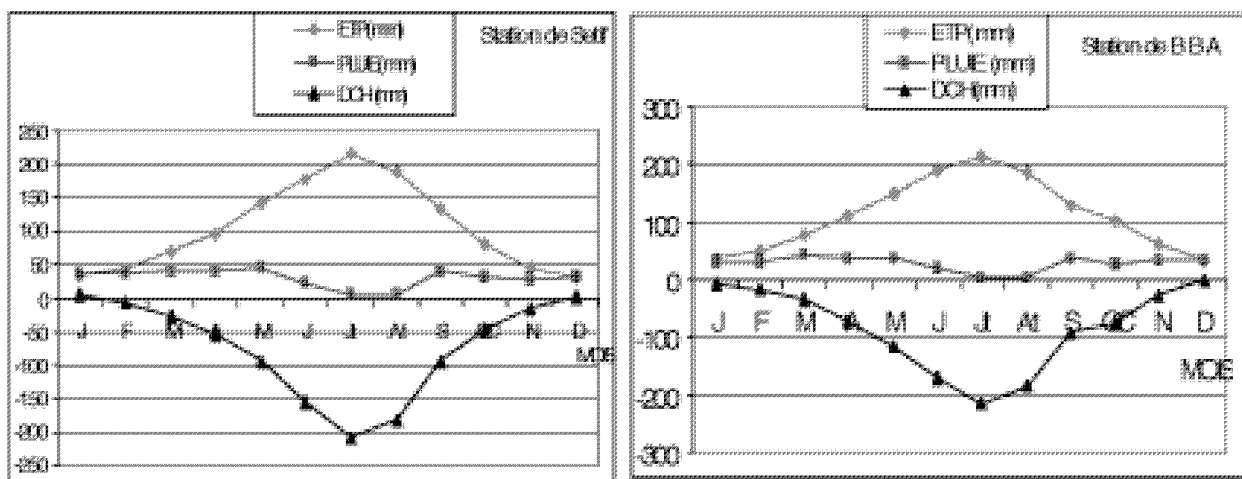


Fig 1: Evolution des précipitation, évapotranspiration potentielles et déficits hydriques climatiques moyens (en mm) au cours du cycle agricole des deux stations principales de la zone d'étude, période (1990-1998)

augmente avec la saison printanière pour atteindre le maximum en été au mois de juillet avec respectivement 213,9 mm à Sétif et 216,2 mm à BBA (tableau 1). Cette fluctuation coïncide avec les phases sensibles de la plante, avec un total moyen annuel compris entre 1248 mm et 1345 mm respectivement à Sétif et Bordj bou arreridj.

L'augmentation des valeurs de l'ETP en automne et au printemps pourrait s'expliquer par la faiblesse des moyennes mensuelles des précipitations obtenues sur la période considérée d'une part et d'autre part par les températures élevées enregistrées durant la même période conduisant à la baisse de l'humidité (Mohammedou, 2000; Smadhi et al, 2001).

Déficit climatologique hydrique (DCH)

Il représente la différence entre les précipitations et l'ETP pour la période (1990-1998) et sur les deux stations principales de la zone d'étude.

L'étude de la figure.1 montre que l'évolution du déficit est proportionnelle à celle de l'ETP; il augmente progressivement du mois de janvier où il est au minimum pour la station de Sétif (+3,2 mm); pour la station de Bordj bou arreridj, ce minimum est atteint pour le mois de décembre avec (+0,9 mm) au mois de juillet où il atteint son maximum avec respectivement -209,8 mm pour la station de Sétif et de -213,2 mm pour celle de BBA (Tableau 1).

Ain, nous constatons que DCH est considérable durant la saison automnale et printanière, il coïncide avec la saison de semis et le remplissage du grain. Ces résultats sont en concordance avec les résultats d'analyses des précipitations et confirment les résultats obtenus par certains chercheurs dans la région (Sétif)(Baldy, 1974; Kehal, 1974; Oudina, 1986; Daoud, 1991).

La connaissance du DCH permet d'évaluer la quantité d'eau qui manque

à la plante au cours de la saison de croissance, donc permet d'estimer les besoins théoriques en eau de la culture.

Besoins en eau des cultures

L'estimation des besoins en eau est déterminée pour le blé d'hiver (blé dur et blé tendre) et l'orge qui font partie des céréales stratégique dans la zone d'étude. Le calcul est effectué à l'aide du même logiciel Cropwat qui ajuste théoriquement le coefficient cultural (Kc) d'après la longueur du cycle végétatif de la culture.

Le choix de la date de semis est porté selon les résultats bibliographiques effectués dans la région (Oudina et Bouzerzour, 1986; Smadhi et Mouhouche, 2000).

Pour cela nous avons retenu les dates suivantes pour nos calculs :

- Le 15 novembre pour le blé d'hiver.
- Le 15 octobre pour l'orge.

Les résultats obtenues à la suite du

Tableau 1. Précipitations, Evapotranspirations potentielles et déficits hydriques climatiques moyennes mensuelles (en mm) des deux stations principales de la zone d'étude, période (1990-1998).

Stations		J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	Oc	N	D	Total
Sétif	ETP	32,8	43,8	67,7	95	141	177,6	213,9	188,8	134	79,9	44,1	29,4	1248
	PLUIE	36	36	39	41	47	21	4	6	39	32	27	30	358
	DHC	3	-8	-28	-54	-94	-156	-210	-183	-95	-48	-17	1	-890
B B A	ETP	38	50	77	111	150	191	216	187	130	102	60	34	1346
	PLUIE	31	32	43	38	36	21	3	4	37	27	34	35	341
	DHC	-7,4	-18	-34	-72,9	-114	-170	-213	-183	-92,8	-74,5	-26	0,9	-1005

Références bibliographiques

- Baldy Ch., 1974 . Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie (Rapport, ITGC; 72p).
- Brochet P.et Gerbier N., 1975. L'évapotranspiration. Aspect agrométéorologiques. Evaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle. (Mono., n° 65., Météo., Nat., 103 p).
- Daoud K., 1991. Evaluation de l'évapotranspiration potentielle et des besoins en eau des céréales dans les hautes plaines sétifiennes (Thèse, Doct, Uni, Montréal, 158 P).
- Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. (Trav., Inst., Bot., montpellier, 3-43 p).
- Kehal N., 1974. Etude agroclimatique des zones céréalières des hauts plateaux de l'Est Algérien. (Sétif, Constantine, Guelma) (mémoire d'ingénieur en agronomie département phytotechnique, INA, El Harrach, Alger, 94P).
- Mohamedou M., 2000. Evaluation et Caractérisation des facteurs agroclimatiques. Cas de la céréaliculture pluviales en zones semi-arides (BBA, Sétif, Mila). (mem., Ing., Dept., G.R ., INA, Alger., 59 p).
- Oudina M. et Bouzerzour., 1986. Effets des dates et densités de semis sur le rendement du blé et de l'orge dans la région de Sétif. (ITGC, revue céréalière n°15, Alger, 38P).
- Penman-Montheil (1990). Evapotranspiration de référence Penman - Montheil : Méthode Révisée et recommandée (F.A.O., doc., trad., Angl., par M.Elosmani; Memb., C.M.A de l'O.M.M; Octobre 1994; 10p).

Tableau 2. Besoins en eau, Pluies Efficaces et Besoins d'Irrigation moyenne (en mm) du blé d'hiver durant le cycle végétatif des deux stations principales de la zone d'étude période (1990-1998) (semis : 15 novembre).

Stations		N	D	J	F	M	A	M	J	Total
Besoins	SETIF	12,4	17,7	20,7	45,7	82,7	114	146	77	116
	BBA	13,7	21,3	23,9	48,1	87	127	166	86,9	774
Pluies efficaces	SETIF	10,8	21,9	31,7	27,4	23,3	25,8	38,2	10,1	189
	BBA	12,1	23,7	25,6	21	30,1	35,4	36,3	9,01	193
Besoins d'irrigation	SETIF	4,52	3,51	4,14	23,7	59,4	86,9	10,7	67,1	357
	BBA	5,39	4,38	5,56	26,1	87,7	126	126	80	338
Kc		0,6		1,20		0,7				

Tableau 3. Besoins en eau, Pluies Efficaces et Besoins d'Irrigation moyenne (en mm) de l'orge durant le cycle végétatif des deux stations principales de la zone d'étude période (1990-1998) (semis : 15 octobre).

Stations		O	N	D	J	F	Total
Besoins	SETIF	16,6	24,6	31	36,8	37,7	147
	Borj bou arrereidj	18,6	27,2	37,4	42,7	39,9	166
Pluies efficaces	SETIF	14,8	22,7	21,9	31,7	27,5	119
	Borj bou arrereidj	12,5	24,4	23,7	25,6	21	107
Besoins d'irrigation	SETIF	7,18	8,18	12,1	12,1	16,1	55,7
	Borj bou arrereidj	8,29	8,11	15	17,4	21,6	70,4
Kc		0,4		1,15		0,4	

calcul des besoins en eau de la culture de blé d'hiver d'une part (tableau 2), et de l'orge de d'autre part (tableau 3), ont permis de mettre en évidence la variation très nette de la consommation en eau en fonction des stades végétatifs.

Ces besoins augmentent graduellement à partir des mois d'automne aux mois de printemps avec une diminution durant les mois d'hiver.

Ces besoins qui sont faibles pendant l'installation de la plante, peuvent s'accroître jusqu'à atteindre un maximum en moyenne au mois de mai qui sont respectivement de 146 mm à Sétif et de 166 mm à Bordj bou arrereidj pour la culture de blé.

Pour l'orge le maximum de la consommation coïncide avec le mois de février pour Sétif avec 37,7 mm et le mois de janvier pour Bordj bou arrereidj avec 42,7 mm.

Cette augmentation coïncide donc, avec l'apparition des stades physiologiques particulièrement sensibles (dévelop-

pement, floraison, grossissement du grain).

En fin, cette consommation diminue jusqu'au stade fin maturité.

L'évolution des apports d'eau (pluies efficaces) suivent la même évolution que la consommation.

Par conséquent, les besoins totaux moyens sont évalués à 516 mm (Sétif) et à 574 mm (Bordj bou arrereidj) pour ce qui est du blé d'hiver; et sont en moyenne évalués à 147 mm (Sétif) et 166 mm (Bordj bou arrereidj), en ce qui concerne l'orge.

CONCLUSION

L'évolution des besoins en eau des cultures céréalières durant le cycle végétatif sont définis, à travers l'évaluation quantitative de l'évapotranspiration potentielle qui traduit donc, la demande climatique de la zone d'étude.

Les résultats obtenus ont montré que la variation et l'augmentation de

l'évapotranspiration potentielle à l'échelle annuelle et mensuelle, de la station de Bordj bou arrereidj à la station de Sétif est fonction des régimes de précipitations essentiellement, et des autres facteurs climatiques qui couvrent la zone d'étude.

En rapport avec la variation et l'élévation de l'évapotranspiration de l'extrême

Ouest (Bordj bou arrereidj) au centre de la zone (Sétif), il en découle des besoins en eau distincts en relation avec la répartition des facteurs climatiques, intimement liés aux irrégularités topographiques et la position géographique des stations d'études.

Références bibliographiques

- Seguin B., 1975. Etude comparée des méthodes d'estimation d'ETP en climat méditerranéen du sud de la France (région d'Avignon). (Ann., agro., 671-691 p).
- Seltzer P., 1949. Climat de l'Algérie. (Alger, p 219).
- Smadhi D., 2000. Evapotranspiration potentielle et besoins en eau de la culture de blé dur dans la région de Sétif (Cas du bassin versant de Bousselam). (Rev., n°6 ; I.N.R.A.A., 29-40p).
- Smadhi D. et Mouhouche B., 2000. Etude comparée de l'évapotranspiration et des besoins en eau des cultures céréalières de trois étages bioclimatiques. (Actes., Prem., Symp., Intern., filière Blé, O.A.I.C., 239-246 p).
- Smadhi D., Mouhouche B., Mohamedou M et Semiani M., 2001. Variabilité des précipitations et conséquence sur la céréaliculture en zones semi-arides. (sémin., Ass., Maroc., "AMAECO", Rabat; 10-19 p).

EFFICIENCE PRODUCTIVE DE L'EAU EN IRRIGUE AU MAROC*

A. Bouaziz¹, K. Belabbes²

Résumé

L'objectif de ce travail est de proposer une méthodologie et des procédures d'estimation de l'efficience productive de l'eau à partir des données de terrain disponibles en irrigué sous différents systèmes de culture et dans différentes zones agro-écologiques du Maroc. Il s'agit de définir et de quantifier les paramètres des efficacités hydraulique, agronomique et économique dans différentes conditions climatiques et de production.

A titre introductif, nous rappelons la nécessité de l'intensification de la production agricole pour faire face à la poussée démographique au Maroc ainsi que les objectifs assignés à ce travail.

La deuxième partie traite de la méthodologie d'estimation des paramètres de l'efficience productive de l'eau: efficacités hydraulique, agronomique et économique. L'étude s'est limitée aux principaux systèmes d'irrigation (gravitaire et aspersion) et aux cultures principales des systèmes de culture irrigués notamment blé, betterave, canne à sucre, tournesol, etc. En tenant compte de la disponibilité des données, de la diversité des facteurs agro-écologiques et du contexte socio-économique.

Dans la troisième partie, on présente les résultats relatifs aux efficacités de l'eau pour différents systèmes d'irrigation et pour différentes cultures et zones agro-écologiques du Maroc. Un diagnostic global est présenté.

En terme d'efficience de l'eau, des différences existent entre les différents périmètres irrigués de grande hydraulique (GH), et au sein d'un périmètre entre secteur d'irrigation et d'une catégorie d'exploitation agricole à l'autre.

Pour les modes d'irrigation gravitaire et aspersion les efficacités globales (parcelle et réseau) sont actuellement de 40 et 60%. Elles peuvent atteindre des valeurs potentielles de 60 et 80% respectivement. L'un des gros problèmes actuellement du système d'irrigation gravitaire est le non maintien du nivellement des parcelles alors que pour l'aspersion les agriculteurs se plaignent du coût de l'eau plus élevé. Les efficacités d'application de l'eau sont supérieures pour l'aspersion comparativement au gravitaire: 76 à 85% contre 52 à 70%.

Au niveau des cultures, pour le blé irrigué, l'efficience d'Utilisation de l'eau (EUE) varie de 3.9 à 16.7 kg/mm/ha. Ceci s'explique par la non maîtrise de la conduite technique de la culture notamment l'irrigation, le désherbage chimique, la fertilisation azotée et le contrôle des maladies cryptogamiques. De même, pour le tournesol, en conditions pluviales l'EUE moyenne est de 8.2 kg/mm/ha.

Pour l'amélioration de l'EUE en irrigué sur le blé, on propose d'appliquer 3 à 4 irrigations en moment opportun, de contrôler les mauvaises herbes et d'apporter les doses convenables de fertilisants. Pour la betterave sucrière et le tournesol en irrigué, le régime 80% de l'ETM permet d'aboutir aux meilleures efficacités. une maîtrise du timing d'apport d'eau et de la dose sont également nécessaires. Le riz consomme jusqu'à 18400 m³/ha soit 1840 mm en moyenne. La contrainte majeure est le non nivellement des parcelles.

Par ailleurs, on montre que la valorisation économique de l'eau varie d'un périmètre irrigué à l'autre et d'une culture à l'autre. La valeur ajoutée moyenne de l'eau est de 1.7 dirhams/m³ (environ 0.17 US Dollars/m³). Elle varie de 2.4 pour le Souss-Massa à 1 Dirhams au Loukkos. Les cultures de primeurs et l'arboriculture (clémentine, vigne,...) sont celles qui valorisent le plus l'eau (22 Dirhams/m³), les autres cultures ne dépassent pas 3 Dirhams/m³.

INTRODUCTION

Depuis le début du 20^{ème} siècle, la population du Maroc est en constante augmentation. Elle est passée d'environ 4.6 millions d'habitants en 1900 à près de 30 millions en 2000. Le nombre d'habitants a donc été presque multiplié par 6.5 entre 1900 et 2000. Les taux d'accroissement naturel étaient faibles pendant les quatorze premières années du 20^{ème} siècle, ensuite grâce au progrès de l'encadrement sanitaire, il y

a eu une explosion démographique accompagnée de l'urbanisation et de l'exode rural (tableau 1). En 1900, les villes du Maroc ne comptaient que pour environ 10% de la population. Aujourd'hui, moins de la moitié des marocains sont des urbains.

Ce qu'il faudra retenir, c'est que le nombre des ruraux, qui en principe produisent de la nourriture pour eux-mêmes et pour les citadins est en constante diminution. Il va donc falloir que ceux qui restent dans le

monde rural intensifient plus et produisent plus pour eux-mêmes et pour ceux qui émigrent en ville. Ce phénomène est général et universel. Il a été observé dans tous les pays du monde.

En matière de sécurité alimentaire, on constate que pour les produits d'origine animale les évolutions ont été positives. Les taux de couverture atteints actuellement sont de 87% pour le lait, et de 98% et 100% respectivement pour les viandes rouges et blanches. Pour les

* Les auteurs remercient la FAO qui a assuré le financement de cette étude et particulier Messieurs Tanja. Van Der Bergen et Jean Claude Faures de l'AGLL (FAO-Rome)

1. Prof. Au Département d'Agronomie de l'IAV Hassan II, Rabat (Email : a.bouaziz@iav.ac.ma)

2. Prof. Au Département de Génie Rural de l'IAV Hassan II, Rabat (Email : k.belabbes@iav.ac.ma)

Tableau 1: Evolution de la population du Maroc au cours du 20ème siècle

Année	1900	1914	1936	1952	1960	1971	1982	1994	1998
Population (*)	4.600	5.050	7.040	9.342	11.626	15.379	20.419	26.073	27.775
TAN (%) (**)	-	0.7	1.5	1.8	2.8	2.8	2.6	2.1	1.6
Ruraux	4.150	4.450	5.677	6.948	8.214	9.969	11.689	12.666	12.821
Ruraux/total	90.2%	88.1%	80.6%	74.4%	70.7%	64.8%	55.9%	48.6%	46.2%

(*): Population en millions d'habitants (Reffas, 1987)

(**): TAN : Taux d'accroissement naturel de la population

Tableau 2 : Evolution du taux de couverture pour les denrées

Période	Céréales	Huiles	Sucre
1970-74	85%	25%	50%
1975-79	74%	22%	53%
1980-84	62%	17%	60%
1994-98	62%	20%	51%

céréales, les huiles et le sucre, en revanche, les taux de couverture stagnent ou décroissent. Le tableau 2 ci-dessous présente l'évolution de ces taux au cours des trente dernières années (Ait Kadi, 2000; FAO, 2000).

Les conditions climatiques du pays ont toujours fait de l'irrigation un impératif technique et économique (El Gharbaoui, 1987) qui a acquis au fil des années des dimensions socio-économiques très importantes. L'irrigation s'est imposée comme une voie incontournable pour le développement agricole et de ce fait elle a bénéficié d'une attention particulière de la part de l'Etat. L'agriculture irriguée contribue significativement à satisfaire les besoins alimentaires croissants de la population et notamment en matière de productions sucrière, laitière et maraîchères. Bien qu'elles ne concernent qu'environ 10% de la superficie agricole utile, les zones irriguées contribuent à hauteur de 45% dans la valeur ajoutée agricole et 75% des exportations agricoles et permettent d'assurer plus du tiers de l'emploi en milieu rural. De ce fait elles jouent un rôle de véritables pôles de développement local.

Compte tenu du potentiel hydraulique mobilisable estimé à 21 Milliards de m³, dont la part réservée à l'agriculture est d'environ 17 Milliards de m³, le potentiel irrigable d'une façon pérenne est estimé à environ 1,35 Millions d'hectares qui se répartit entre 843 000 ha en grande hydraulique (Grand périmètres modernes, aménagés généralement à l'aval de grands barrages) et 510 000 ha en Petite

et Moyenne Hydraulique (PMH). A cela s'ajoutent environ 300 000 ha pouvant bénéficier d'irrigation saisonnière ou par épandage des eaux de crues (Source: AGR).

Ce potentiel demeurant relativement limité par rapport aux besoins du pays, sa valorisation au mieux est un impératif qui a animé l'action de l'état, que ce soit en matière d'aménagement ou de mise en valeur.

Cette étude sera centrée autour du facteur "eau". Les objectifs du travail sont de :

- i. proposer des procédures d'estimation de l'efficacité productive de l'eau en incluant les aspects hydraulique, agronomique et économique,
- ii. collecter des données de terrain sous différents systèmes de culture en irrigué et dans différentes zones agro-écologiques du Maroc en vue d'évaluer ces efficacités et de les comparer aux normes de la littérature nationale ou internationale.
- iii. Proposer des voies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation et de valorisation de l'eau à l'échelle des réseaux d'irrigation, de la parcelle cultivée ou de l'exploitation agricole.

METHODOLOGIE ET PROCEDURES D'ESTIMATION DES EFFICACITES

L'agriculture irriguée se trouve donc confrontée aujourd'hui à un double défi : i. le premier qui est d'améliorer l'efficacité globale d'utilisation de

l'eau des systèmes d'irrigation (transport, distribution et application de l'eau à la parcelle) et, ii. Le second qui est d'augmenter la productivité de l'eau utilisée (utilisation et valorisation par les cultures).

L'amélioration de l'efficacité de l'eau passe certes par l'augmentation de l'offre (plus grande mobilisation des ressources en eau) mais aussi et surtout par l'amélioration de la gestion de la demande en eau agricole et sa meilleure valorisation. Ce sont là, sans doute, les leviers les plus importants sur lesquels il faut agir pour améliorer les efficacités de l'eau et garantir une utilisation durable de la ressource pour les générations futures.

1. Terminologie et définitions

Les définitions du terme "efficacité" utilisé par la communauté intéressée par l'irrigation diffèrent selon les disciplines scientifiques concernées :

- * **Ainsi, pour les hydrologues et les ingénieurs de l'irrigation**, qui s'intéressent aux volumes et aux débits d'eau, l'efficacité mesure un rendement et des pertes entre deux points (entrée et sortie) le long du système d'irrigation. On définit ainsi par exemple :
 - L'efficacité de stockage au niveau d'une retenue de barrage
 - L'efficacité du transport des canaux à partir du lieu de mobilisation de l'eau jusqu'à la prise de l'exploitation
 - L'efficacité de la distribution d'eau au niveau de l'exploitation depuis la prise de l'exploitation jusqu'à la parcelle;
 - L'efficacité d'application de l'eau à la parcelle ou efficacité de l'irrigation; et
 - L'efficacité globale qui combine ces différentes efficacités du système d'irrigation.

Une efficacité représente le rapport des quantités d'eau utiles qui sont récupérées au niveau du point de sortie par celles injectées au niveau du point d'entrée.

Pour l'efficacité de l'irrigation (E.I.), le résultat au point de sortie est représenté par l'eau utile pour la production de la culture. Cette quantité d'eau utile est divisée par la quantité d'eau injectée en tête de parcelle. L'E.I. traduit essentiellement l'efficacité de la technique d'irrigation adoptée.

* **Du point de vue agronomique**, l'efficacité d'utilisation de l'eau par la culture, EUE, est définie comme étant le rapport entre le rendement récoltable (grain, biomasse totale, sucre, pivot de betterave, etc) et l'eau utilisée pour aboutir à cette production par unité de surface. Il y a donc une transformation ou une conversion de l'eau par les végétaux cultivés en biomasse par le biais de la photosynthèse, qui implique une perte d'eau par évapotranspiration à l'échelle du couvert végétal. Il faut donc diviser le rendement par l'évapotranspiration réelle de la culture. Mais certains auteurs, pour simplifier, divisent aussi par les pluies reçues au cours du cycle de la culture ou par la somme des pluies et de la dose totale d'irrigation.

* **Pour les crop-physiologistes**, l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) est définie comme étant le rapport du gain de carbone à la perte d'eau (Gregory, 1988). Pour ces auteurs, les deux termes du rapport peuvent être définis à différentes échelles. Ainsi le gain de carbone peut être le CO₂ assimilé à l'échelle de la feuille ou du couvert végétal. La perte en eau, peut être la transpiration, à l'échelle de la feuille ou du couvert végétal.

* **Pour les agro-économistes**, l'efficacité est définie par le rapport entre la marge brute ou la marge nette de la production d'une unité de surface et le coût de l'eau d'irrigation nécessaire à la réalisation de cette production. On parle alors de valorisation de l'eau d'irrigation. La question qu'ils posent est la suivante: combien de dirhams rapporte un dirham d'eau (ou l'équivalent en mètres cubes d'eau) investi dans

l'irrigation de telle ou telle culture? (1 US dollar est équivalent à environ 10 Dirhams), en d'autres termes, quelle marge (en dirhams) peut-on obtenir en consommant un mètre cube d'eau?

Etant intéressé par l'irrigation à l'échelle d'un périmètre irrigué, d'une exploitation agricole et de la parcelle cultivée, nous allons donc nous limiter aux aspects qui intéressent les hydrologues, les ingénieurs du génie rural, les agronomes et les agro-économistes.

2. Méthodologies et procédures de détermination

2.1. Efficacité de l'eau dans les différents modes d'irrigation

Les deux modes d'irrigation les plus développés au Maroc sont le gravitaire et l'aspersif. L'irrigation localisée ne concerne encore que les cultures protégées sous serre ou l'arboriculture fruitière dans certaines zones. C'est pourquoi nous insisterons surtout sur les deux systèmes cités auparavant.

a. Efficacité de l'irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire représente le mode d'irrigation le plus répandu dans l'agriculture irriguée marocaine : 87% des terres irriguées le sont par mode gravitaire.

Les critères de performances généralement utilisés pour évaluer une technique d'irrigation gravitaire sont: **l'efficacité et l'uniformité de l'arrosage.**

L'efficacité de l'irrigation dépend de la quantité d'eau stockée dans la zone racinaire, des pertes d'eau en profondeur au-delà de cette zone, des pertes par ruissellement vers la colature, de l'uniformité de l'irrigation et de l'importance du déficit non comblé dans le cas d'une sous irrigation.

L'efficacité de l'irrigation à la parcelle, appelée également **efficacité d'application Ea**, représente le pourcentage d'eau appliquée et stockée dans la zone racinaire par rapport au volume total appliqué :

$$Ea = \frac{Hm \text{ d'eau retenue dans la zone racinaire}}{Hm \text{ d'eau apportée}} \times 100$$

Hm : Hauteur moyenne

Le pourcentage des pertes d'eau d'irrigation dans une planche est représenté par 100-Ea. Ce pourcentage représente la somme des pertes par percolation profondes (PP, %) et vers la colature (PC, %).

Pour calculer PP, il est nécessaire de déterminer le volume d'eau infiltré à la fin de l'irrigation (Vi en m³), le volume stocké dans la zone racinaire (Vs en m³), le temps d'irrigation (tc en min) et le débit d'alimentation (Q, m³/min). Le PP peut être déterminé par l'équation suivante :

$$PP = (Vi - Vs) * 100 / (Q * tc)$$

On définit le pourcentage des pertes par ruissellement comme étant le pourcentage du volume d'eau ruisselé à l'extrémité aval de la parcelle par rapport au volume d'eau total apporté par l'irrigation. Une fois Ea et PP déterminés, PC (%) peut être déduit comme suit:

$$PC = 100 - Ea - PP$$

L'uniformité de distribution (UD)

L'un des objectifs de l'irrigation est d'obtenir la plus grande régularité de la dose d'arrosage sur toute la parcelle. L'uniformité de distribution indique la répartition de la hauteur d'eau infiltrée dans la parcelle. Elle est définie par l'expression :

$$US = 100 \times \frac{Hm \text{ d'eau infiltrée dans 25\% de la surface la moins irriguée}}{Hm \text{ d'eau infiltrée dans la parcelle}}$$

Hm = Hauteur moyenne

La hauteur moyenne d'eau infiltrée dans les 25 % de la surface la moins irriguée est définie comme étant la moyenne des 25 % des valeurs les plus basses de la hauteur d'eau infiltrée (obtenues par estimation ou par mesure). L'uniformité de distribution est une condition nécessaire pour l'efficacité d'une irrigation. Toutefois, elle n'est pas suffisante pour apprécier la qualité de l'arrosage : on peut avoir une irrigation très uniforme qui présente une efficacité d'application très faible.

Coefficient de stockage (Cs)

Ce paramètre reflète également la qualité de l'irrigation. Il est utilisé conjointement avec l'uniformité de distribution et l'efficacité d'application. Il est défini comme étant le pourcentage

du déficit hydrique du sol comblé par l'irrigation :

$$C_s = \frac{\text{Hm stockée dans la zone racinaire}}{\text{déficit hydrique du sol}} \times 100$$

Un travail d'évaluation de cette technique dans le périmètre du Tadla a montré que l'efficacité d'application à la parcelle varie entre 50 et 55%.

b. Efficacité de l'irrigation par aspersion

Pour un système d'irrigation par aspersion, l'efficacité comprend deux termes qui traduisent l'importance des pertes en eau et l'uniformité d'arrosage et qui sont respectivement le Coefficient d'Uniformité (CU) et l'Uniformité de Distribution (UD).

Le Coefficient d'Uniformité de Christiansen est donnée par :

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum (h_i - h_m)}{n \cdot h_m} \right]$$

avec :

n nombre de pluviomètres disposés selon une maille carrée

h_i lame d'eau recueillie au niveau du pluviomètre i

h_m lame d'eau moyenne du réseau des n pluviomètres disposés selon une maille carrée.

Exemple : pour un système d'aspersion qui a un CU de 86%, pour chaque mm d'eau apporté, 80% de la surface irriguée recevra au moins 0.85 mm (les 20% restant recevront moins de 0.85 mm). Autrement dit, si on veut apporter une dose nette, D_n , sur au moins 80% de la parcelle, la dose brute D_b est donnée par :

$$D_b = \frac{D_n}{0,85}$$

Si le CU est de 70%, pour irriguer de manière adéquate 80% de la parcelle, il faut une dose brute de :

$$D_b = \frac{D_n}{0,68}$$

Pour des valeurs de CU supérieures à 70%, le CU peut être valablement estimé par la formule suivante:

$$CU = 100 \cdot (h^{0,5} / h_m)$$

Où $h^{0,5}$ représente la moyenne de la moitié inférieure de l'ensemble des valeurs h_i .

L'uniformité de distribution, UD, est définie comme suit :

$$UD = \frac{I_q}{I_m} \times 100$$

avec :

I_q : moyenne de la pluviométrie sur le quartile inférieur (mm/h)

I_m : moyenne de la pluviométrie sur toute la surface (mm/h)

Le quartile inférieur représente le quart de la surface irriguée ayant reçu le moins d'eau. De faibles valeurs de UD indiquent que des pertes par percolation dues à une mauvaise uniformité peuvent être excessives si le déficit hydrique doit être comblé sur l'ensemble de la parcelle irriguée. Ces pertes peuvent être valablement estimées, en pourcentage, par :

$$PP(\%) = 100 - UD$$

1.2. Efficacité d'utilisation de l'eau par les cultures

a. Méthodes de détermination des besoins en eau

La connaissance des besoins en eau des cultures constitue l'élément essentiel de toute stratégie d'utilisation rationnelle des facteurs de production. Les travaux réalisés depuis plusieurs décennies jusqu'à nos jours sur la détermination des besoins en eau des cultures, s'orientent essentiellement, soit vers des approches expérimentales, soit vers le calcul des besoins en utilisant des formules empiriques (Doorenbos et Pruitt, 1977, Doorenbos et Kassam, 1987)). En ce qui concerne les méthodes de détermination directe des besoins en eau des cultures à la parcelle on peut citer :

- La méthode du bilan hydrique : l'ETR ou ETM de la culture est déterminée en mesurant la variation du stock d'eau dans le profil de sol prospecté par les racines (par gravimétrie, sonde à neutron ou sondes TDR (Time Domain Reflectometry)...) et d'éventuels apports d'eau (pluviométrie, irrigation remontées capillaires) ou pertes par drainage. Elle présente l'avantage d'être facile à

mettre en oeuvre. Cependant, certains termes sont souvent difficiles à approcher avec précision et notamment le drainage.

- Les méthodes microclimatiques basées sur le bilan d'énergie de la surface du couvert végétal. (Hatfield, 1984). Leur mise en oeuvre nécessite un équipement très sophistiqué et coûteux.
- La méthode lysimétrique : le lysimètre à drainage ou pesable permet d'approcher l'ETM de la culture qui y est installée par bilan hydrique de la cuve ou mesure de la variation de poids de celle-ci. Ce sont des dispositifs lourds à installer et à gérer. Ils restent cependant les plus généralement utilisés.

Parmi les méthodes indirectes, l'approche climatique généralement utilisée est basée sur le modèle :

$$ETM = K_c \times ETo$$

Avec :

ETo : évapotranspiration de référence (anciennement appelée ETP !)

K_c : Coefficient cultural qui dépend de l'espèce végétale et de son stade phénologique.

ETo est définie par la consommation d'un couvert étendu de gazon, régulièrement coupé et conduit dans les meilleures conditions de fertilisation et d'alimentation hydrique. Devant la difficulté de respecter ces conditions "standards", différentes formules ont été développées reliant l'ETo et des facteurs climatiques. On dénombre ainsi une multitude de formules avec des degrés d'empirisme variable: Penman, Balaney-Cridle, Hargreaves, Turc.. etc. On distingue au moins une formule pour chaque pays et souvent des formules différentes en fonction des disciplines. On peut également relever pour la même formule des résultats différents suivant la procédure adoptée.

La formule de Penman-Monteith se distingue parmi ces différentes formules par son origine théorique dérivée du bilan des flux énergétiques à la surface du couvert végétal. Dans un souci de normalisation, la FAO à travers son groupe d'experts, opérant dans différents contextes climatiques, a adapté la formule de Penman-Monteith

aux conditions d'un couvert de gazon et propose la formule dérivée comme la nouvelle définition de l'évapotranspiration de référence ou ETo.

Belabbes et Chati (1996) ont mis en évidence la validité de cette formule dans différents contextes climatiques marocains. Un effort de normalisation à l'échelle du pays a conduit à son utilisation actuellement dans pratiquement tous les périmètres irrigués et plusieurs autres régions.

b. Procédures de détermination de l'EUE

On avait dit que cette efficacité (EUE) est définie par le rapport du rendement à l'eau consommée par la culture, c'est à dire l'évapotranspiration réelle (ETR). On peut donc écrire :

$$EUE \text{ (kg/mm/ha)} = (\text{Rdt}/\text{ETR})$$

Où :

Rdt : est le rendement de la culture, en matière sèche totale ou simplement la partie récoltable (grain de blé ou pivots de betterave),

ETR : est l'évapotranspiration réelle de la culture

Pour calculer cette efficacité de l'eau, il faut donc estimer le rendement à la parcelle en suivant les procédures classiques par pesée sur des placettes de surface connue et estimer l'évapotranspiration réelle.

La détermination de l'ETR au champ peut reposer sur :

- la méthode du bilan hydrique en mesurant les humidités du sol par gravimétrie, qui est d'un usage facile et très pratique; mais cela demande des efforts et quelques moyens matériels. La sonde à neutrons peut être aussi utilisée ou toute autre méthode de détermination de l'humidité volumique.
- la méthode lysimétrique est utilisable en station expérimentale (lysimètres

pesables ou à drainage),

- les méthodes utilisant le calcul à partir des modèles d'évapotranspiration, de croissance et de développement des cultures (Ceres, Epic, etc).

1.3. Valorisation économique de l'eau

Généralement, les agro-économistes définissent et calculent à partir des fiches de conduite technique et économique des cultures les termes suivants:

- Le produit brut par hectare (PB), qui est le rendement à l'hectare (Rdt en kg/ha ou Tonne/ha) multiplié par le prix unitaire (PU du kg de produit ou de la tonne). On peut écrire:

$$PB \text{ (Dirhams/ha)} = \text{Rdt (kg/ha)} \times \text{PU}$$

- La valeur ajoutée par hectare (VA) de culture correspond à la différence entre le produit brut par hectare (PB) et les charges à l'hectare (CHfm) de fournitures (intrants: semences, engrais, pesticides...) et de matériel agricole (location de tracteur et du matériel agricole lors des travaux, moissonneuse-batteuse...). Ainsi, on peut écrire:

$$VA \text{ (Dirhams/ha)} = PB - CHfm$$

- Le revenu réel (RR) par hectare, il s'agit de la valeur ajoutée (VA) d'où sont déduites les charges de la main d'oeuvre salariée (CHmos). Le calcul se fait de la manière suivante:

$$RR \text{ (dirhams/ha)} = VA - CHmos$$

- Le revenu net (RN) par hectare, il s'agit du revenu réel (RR) d'où l'on déduit les charges de la main d'oeuvre familiale (CHmof). Le calcul se fait de la manière suivante:

$$RN \text{ (dirhams/ha)} = RR - CHmof$$

La valorisation économique de l'eau peut se calculer en dirhams par mètre cube d'eau utilisée pendant tout le cycle de la culture (Dirhams/m³) ou en

dirhams de produit par dirhams d'eau si les tarifs de l'eau sont connus et différents d'un mode d'irrigation à l'autre.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les notions d'efficacité de l'eau et de valorisation de l'eau peuvent être abordées sous de multiples facettes et requièrent des analyses multidisciplinaires et assez larges. L'objectif est d'aboutir à :

- une optimisation au niveau des systèmes de production;
- une productivité et une rentabilité qui puisse être compétitive;
- et à des systèmes durables, viables et qui puissent sauvegarder le patrimoine productif.

La valorisation de l'eau d'irrigation, notamment par les productions végétales constitue un exemple concret qu'il est important d'analyser afin d'en tirer les enseignements utiles pour une redéfinition de la politique agricole dans le sous- secteur de l'irrigué.

1. Efficacité de l'eau pour les différents systèmes d'irrigation

1.1. Au niveau du transport, de la distribution et de la parcelle

Le tableau 3 ci dessous présente les ordres de grandeur des efficacités actuelles et potentielles des réseaux de transport et de distribution et d'application de l'eau à la parcelle pour les trois modes d'irrigation : gravitaire, aspersion et localisé.

On peut y noter les faibles efficacités enregistrées au niveau de la parcelle et notamment pour l'irrigation gravitaire qui représente 83% des superficies irriguées.

Un gain moyen de 20% en efficacité globale est encore possible pour les deux principaux systèmes d'irrigation (aspersion et gravitaire).

Tableau 3: Efficacités de l'eau : moyennes enregistrées et potentielles

Type de réseau	Mode d'irrigation	EFFICACITÉ (%)					
		Réseau		Parcelle		Globale	
		Actuelle	Potentielle	Actuelle	Potentielle	Actuelle	Potentielle
Ciel ouvert	Gravitaire	80	85	50	70	40	60
Sous pression	Aspersion	85	95	70	85	60	80
Sous pression	Localisée	--	95	--	95	--	90

Pour l'ensemble du secteur de l'irrigation (GH et PMH) ce gain en efficacité des systèmes conduirait à une économie de l'eau de l'ordre de 890 millions de m³ annuellement. Dans certains périmètres irrigués, tels que le Loukkos, la Moulouya, la reconversion des systèmes gravitaire et aspersion en irrigation localisée permettrait des gains encore plus substantiels (Chouraichi et al. 1999).

Il convient toutefois de nuancer car d'un point de vue quantitatif ces pertes en eau dues à la mauvaise efficacité des systèmes de transport, de distribution et d'application de l'eau à la parcelle, ne sont pas réellement perdues à l'échelle du bassin hydraulique. Elles vont généralement alimenter les nappes et cours d'eau et sont récupérées à l'aval. Toutefois leur qualité est souvent dégradée.

1.2. Les paramètres de l'efficacité de l'eau pour les différents systèmes d'irrigation

a. pour le gravitaire

Nous avons vu que l'efficacité actuelle des réseaux est en moyenne de 80% et que ce qui est le plus limitant c'est l'efficacité à la parcelle qui est

d'environ 50%. Dans ce qui suit, nous allons présenter les résultats d'un essai d'évaluation de trois techniques d'irrigation gravitaire: la raie, la planche et le bassin, réalisés dans le périmètre du Gharb. Les indicateurs retenus pour cette évaluation étaient:

- L'efficacité d'application (Ea),
- L'uniformité de distribution (UD),
- Le coefficient de stockage (Cs) .

Le tableau 4 ci-dessous présente les valeurs de ces différents indicateurs pour l'année 1999 à la station de Allal Tazi dans le périmètre du Gharb en 1999.

L'efficacité d'application (Ea) est en moyenne de l'ordre de 70% pour les planches, 59,5% pour les raies et 52 % pour le bassin. Un travail d'évaluation de cette technique dans le périmètre du Tadla a montré que l'efficacité d'application à la parcelle varie entre 50 et 55%. L'uniformité de distribution (UD) qui traduit la régularité de la répartition de la dose d'arrosage sur la parcelle est en moyenne de l'ordre de 84% pour les planches, 80% pour toutes les raies et 78 % pour les bassin.

Le Coefficient de stockage (Cs) qui indique le degré de comblement du

déficit hydrique est de l'ordre de 83% pour les planches, 66% pour les raies (tous écartements confondus) et 49% pour les bassins. Le meilleur Cs a été enregistré pour la planche 6m.

Dans les conditions du Gharb, l'irrigation par planche présente les meilleures performances. Les faibles efficacités obtenues pour l'irrigation à la raie et au bassin sont dues essentiellement à l'état de nivellement détérioré des parcelles. Le nivellement constitue généralement une grande contrainte pour la conduite de l'irrigation gravitaire dans les périmètres irrigués au Maroc. Les exploitants ne reprennent pas le nivellement de leur parcelle et se contentent d'un léger surfaçage. Une étude d'évaluation de l'irrigation à la Robta dans le périmètre du Tadla a montré que l'efficacité d'application ne dépasse pas 55 %.

Par ailleurs, on doit préciser que le gros problème pour le gravitaire au Maroc est le non nivellement des parcelles provoqué par les labours notamment à la charrue à soc ou au cover-crop. Des gains d'efficacité sont également possibles en rendant étanche les canaux quaternaires (Film plastique) ou en utilisant des techniques plus adaptées (rampes à vannettes, gaines souples et siphons tubulaires). Yacoubi Soussane et al. (1999) avaient montré que les techniques du siphon tubulaire et de la rampe à vannettes permettait d'aboutir à des bénéfices respectivement supérieurs au témoin (Robta) de 12 et 7% .

D'autres systèmes, notamment le localisé (goutte à goutte ou micro-jet) permettent d'améliorer l'efficacité notamment pour l'arboriculture et le maraîchage. Les ingénieurs du génie rural doivent donc re-réfléchir la question de l'irrigation, notamment au sein de la grande hydraulique afin de pouvoir combiner l'usage de différentes

Tableau 4. Performances de l'irrigation gravitaire

Parcelles	Efficacité Ea(%)	UD(%)	Cs(%)
Planche de largeur 12 m	67	77	75
Planche de largeur 6 m	75	87	87
Planche de largeur 18 m	69	89	86
Moyenne planche	70.3	84.3	82.6
Raie - Ecartement 1 m	55	77	61
Raie - Ecartement 2 m	62	76	69
Raie - Ecartement 4 m	62	89	69
Moyenne raie	59.6	80.6	66.3
Bassin (0.5 ha)	52	78	49
Moyenne générale	63.1	81.9	70.9

Tableau 5. Performances de l'irrigation par aspersion à la Station Allal Tazi, du Gharb

Ecartement	Débit asperseur	Pression	Pluviométrie	UD	CU	Efficacité
Asperseurs	(l/s)	(bar)	(mm/h)	(%)	(%)	Ea (%)
18 x 18m	0.3	3.6	3.36	63	77	76
12 x 12m	0.3	3.6	7.57	78	86	85

techniques d'irrigation au sein d'un même périmètre en opérant les conversions et les adaptations nécessaires.

b. Pour l'aspersif

Des essais de diagnostic de l'irrigation par aspersion à l'échelle de l'exploitant dans les périmètres irrigués du Gharb, des Doukkala et du Loukkos montrent généralement des performances moyennes qui peuvent être améliorées par simple révision des paramètres et pratiques de l'irrigation: pluviométrie des asperseurs, durées et dose d'arrosage, écartement judicieux des asperseurs, arrosage hors période de vent fort, limitations des fuites dans le système de distribution.

Les résultats de l'étude d'évaluation des paramètres d'efficience dans le Gharb, illustrés dans le tableau 5 ci-dessous, montrent le gain possible par simple changement d'écartement entre les asperseurs.

2. L'amélioration de l'EUE, aspects agronomiques

Dans les périmètres de grande hydraulique (GH) situés dans les plaines atlantiques, il y a une dominance des céréales, des cultures sucrières, notamment la betterave à sucre, des fourrages et des oléagineux.

a. La culture du blé

Les niveaux d'efficience obtenus chez

les agriculteurs sont très faibles et variables. Nous présenterons dans ce qui suit les résultats d'une enquête agronomique réalisée dans les Doukkala, par le suivi, au cours du cycle de la culture du blé, de 76 parcelles d'agriculteurs (Etablissement de profils hydriques et mesures in situ du rendement et de ses composantes,...). Bouaziz et Maddahi (1992) avaient montré que l'EUE peut varier de 3.9 à 16.7 kg/mm/ha (figure 1). Les éléments explicatifs de cette variabilité sont liés à la fois à la défaillance des techniques d'irrigation mais aussi et surtout à la non maîtrise des autres techniques de la conduite des cultures, notamment la fertilisation azotée, le désherbage et le contrôle des maladies cryptogamiques (Bouaziz et Elmourid, 1999 ; Ouattar et al. 1993).

Par ailleurs, pour la culture de blé en irrigué, Handoufe et al. (1987) ont rapporté **que trois à quatre irrigations sont largement rentables dans les périmètres de GH** où le prix de l'eau est relativement moins élevé que dans le cas d'une mobilisation individuelle de l'eau, réalisée par le pompage privé à partir de la nappe.

L'irrigation de complément des céréales du blé doit être une pratique courante, notamment dès que l'hydrologie de l'année présente un déficit pluviométrique pendant les phases critiques de la céréale (Ouattar et al., 1993). De nombreuses études ont

montré que l'irrigation de complément peut être très rentable si les autres facteurs de production sont maîtrisés par l'agriculteur (choix de la variété, travail du sol, fertilisation, désherbage et traitement phytosanitaire, etc ; Zahour et al., 1983 ; Bouaziz et Elmourid, 1999).

L'avertissement à l'irrigation de complément peut s'appuyer sur une approche telle que celle préconisée pour l'irrigation pérenne: suivi du déficit hydrique par la méthode du bilan hydrique du sol en fonction des caractéristiques pédo-climatiques. L'avis d'avertissement est émis quand la réserve en eau facilement disponible est épuisée. Une telle approche a été mise en oeuvre au niveau de 22 parcelles de blé (blés tendre et dur) du secteur Ouest 1 du casier Gharbia. Devant l'hésitation des agriculteurs à apporter l'arrosage d'appoint, des campagnes de sensibilisation étaient organisées par les cadres et techniciens de l'ORMVA des Doukkala et l'équipe de l'assistance technique de l'IAV Hassan II. Les figures 2 et 3 présentent les effets du déficit hydrique du sol avant l'arrosage d'appoint sur le rendement et de la marge nette.

Elles appellent les commentaires suivants :

- On peut clairement noter que le rendement est d'autant plus important que le déficit hydrique du sol avant l'arrosage est faible (65 à 80 mm). La relation est pratiquement linéaire.

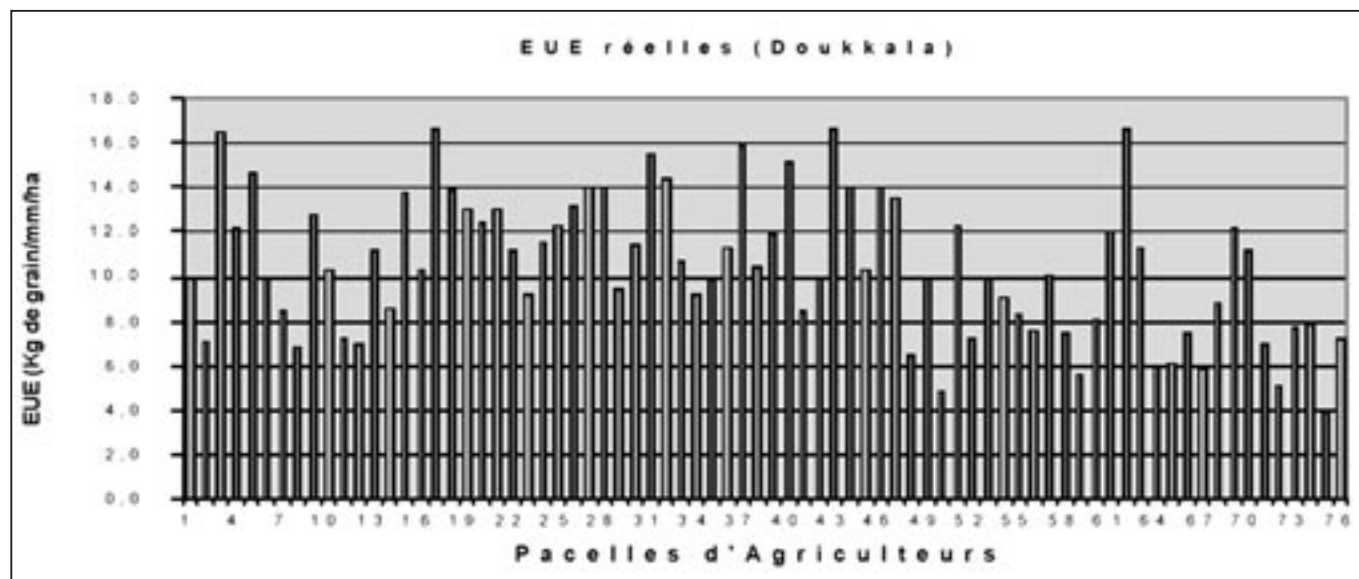


Figure 1: EUE mesurée sur des parcelles de blé chez les agriculteurs des Doukkala

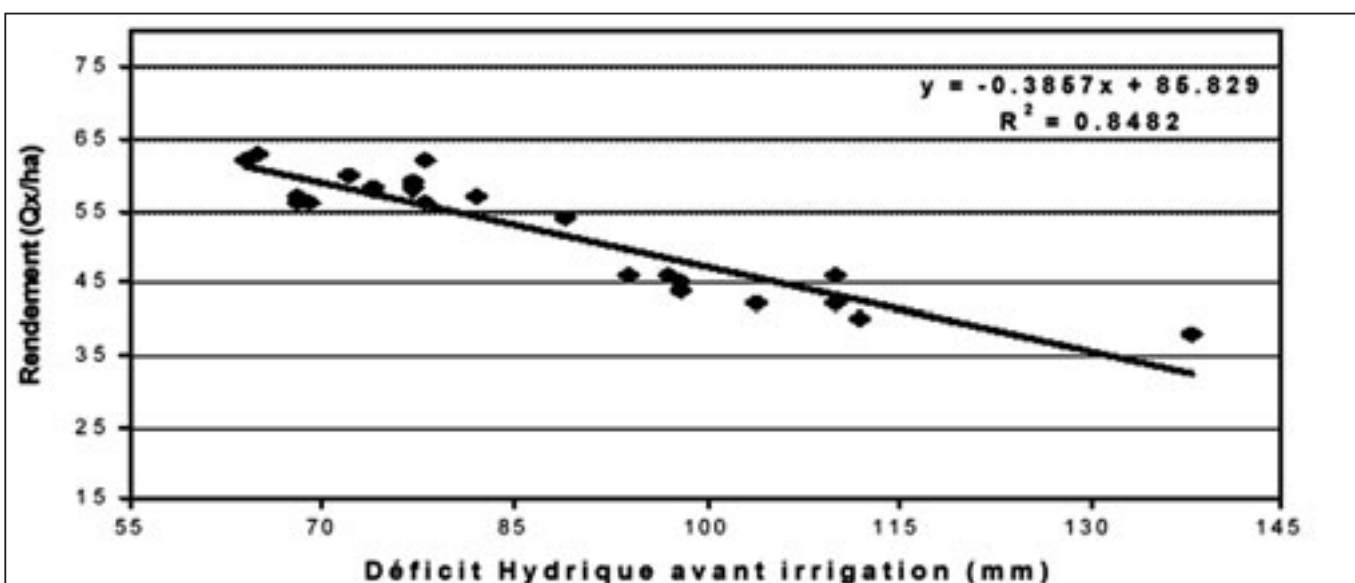


Figure 2: Rendement du blé en fonction du déficit hydrique subi avant l'arrosage d'appoint dans le Secteur Ouest 1 du Casier Tnine Gharbia Doukkala, 1997-98 . (Belabbes & Kaddani, 1999)

- la variabilité du niveau de déficit hydrique avant l'arrosage d'appoint traduit l'hésitation des agriculteurs à irriguer leur blé. En revanche, d'autres étaient suffisamment réceptifs pour irriguer dès qu'on leur a conseillé de le faire.
- Les marges nettes les plus intéressantes (5 000 à 6 900 Dirhams/ha) sont obtenues pour des niveaux bas de déficit hydrique avant arrosage.
- Pour des niveaux poussés de déficit hydrique (> 100 mm) l'apport d'eau au stade grossissement du grain n'est pas valorisé et notamment pour les sols Rmel.
- La variabilité du rendement et de la marge nette pour les niveaux bas du déficit hydrique traduit au fait la différence dans les pratiques culturales. On rappelle qu'ils s'agit de parcelles qui n'étaient pas spécialement encadrés sur les opérations de l'itinéraire technique. Le m³ d'eau apporté en appoint est d'autant mieux valorisé que l'agriculteur est performant (choix de

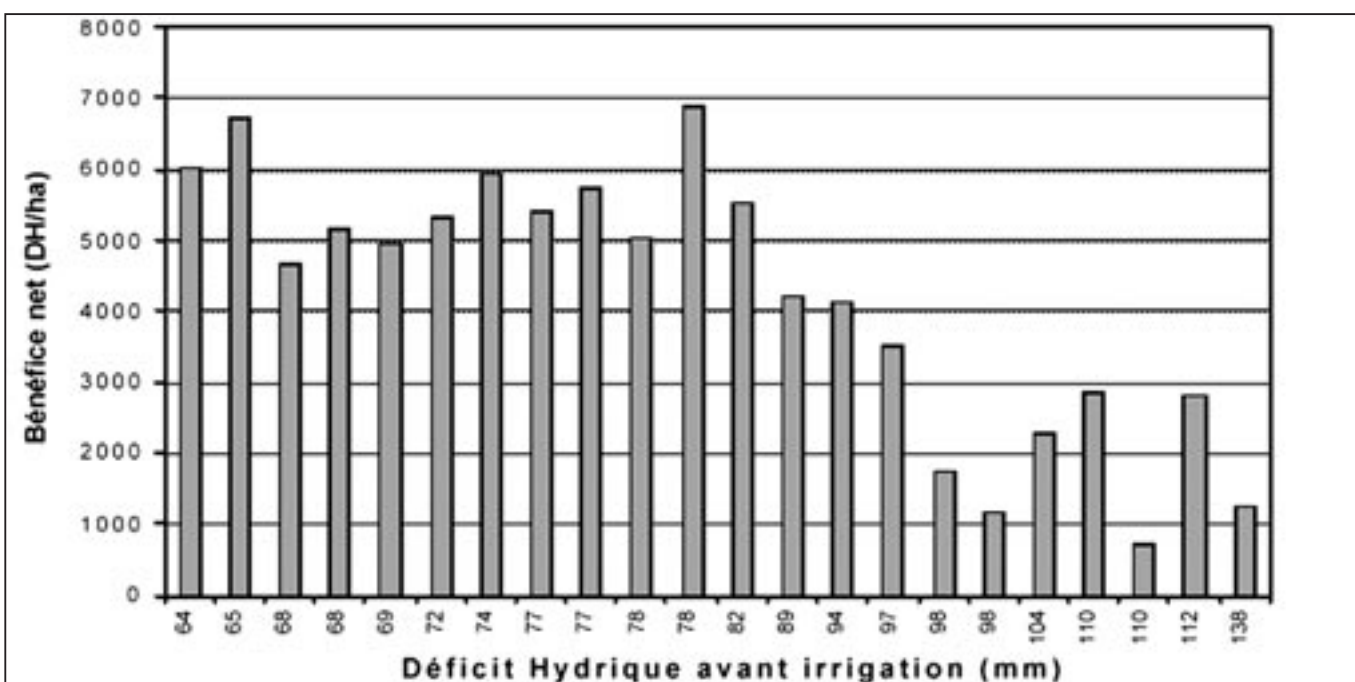


Figure 3: Bénéfice net du blé en fonction du déficit hydrique subi avant l'arrosage d'appoint (Secteur Ouest 1, Casier T.Gharbia - Doukkala, 1998. (Belabbes et Kaddani, 1999)

la variété, fertilisation, traitement phytosanitaire (Bamouh et Bouaziz, 1986; Bah, 1990, Bouaziz et Elmourid, 1999).

Néanmoins, ces résultats confirment l'intérêt de l'irrigation de complément et la possibilité de la gérer selon l'approche basée sur le suivi du bilan hydrique à l'échelle d'un grand périmètre (Figures 13 et 14).

Nous avons relaté ci-dessus l'expérience de conseil à l'irrigation réalisée par une équipe d'assistance technique au niveau du périmètre des Doukkala qui s'est articulée autour des aspects : amélioration des performances de l'irrigation, d'une part, et une gestion rationnelle des arrosages sur la base d'un suivi du déficit hydrique, d'autre part; on a comparé les résultats de

parcelle dite "suivie" avec ceux d'une parcelle "non suivie" généralement chez le même agriculteur. Cette comparaison a porté sur le nombre et doses d'arrosages, le volume d'eau total apporté et l'efficacité d'utilisation de l'eau par la culture.

Pour une culture donnée, les parcelles "suivie" et "non suivie" étaient conduites de la manière du point de vue de l'itinéraire technique (travail du sol, date de semis, fertilisation, traitement phytosanitaire, etc). La seule différence réside dans les paramètres de l'irrigation (durée d'arrosage essentiellement) et le timing des arrosages.

Par ailleurs, il a été démontré chez plusieurs agriculteurs des Doukkala, dans une expérimentation multi-sites que le désherbage précoce aboutissait

aux rendements les plus élevés (Bouaziz et Elmourid, 1999 ; Tableau 6). Les traitements sans herbicides ont donné les plus faibles rendements tandis que ceux du désherbage tardif sont restés intermédiaires. Sur l'itinéraire "agriculteur", le rendement obtenu est resté tantôt similaire au traitement "sans Herbicides" (sites S1, S2, 33.3% des cas), tantôt similaire au désherbage tardif (sites S2, et S3 soit 33.3% des cas) et parfois intermédiaire entre ces deux traitements (sites S4, et S5 soit environ 33.3%).

Le traitement fongicide n'a entraîné cependant aucune amélioration significative du rendement grain au niveau des sites S1, S2, S3, et S6, tandis que sur les sites S4 et S5, les plus infestés (Septoriose), les pertes de rendement étaient statistiquement significatives. En effet, elles se chiffraient à environ 7.6 et 10 qx/ha, soit environ 16.6 et 16.5 % respectivement pour les sites S4 et S5.

L'analyse des relations rendement grain, matière sèche (MS) du blé, matière sèche des mauvaises herbes à l'anthèse (Figure 15) montre que plus la proportion des mauvaises herbes au sein de la matière sèche totale augmente plus leur biomasse est importante. Ce qui traduit une compétition de plus en plus

Tableau 6. Rendement grain en qx/ha (effet du désherbage et fongicides)

Traitements	Sites expérimentaux					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Sans fongicide	54.2	51.9	58.9	37.8	50.7	54.7
Sans herbicide	33.7	30.8	38.1	26.6	30.9	33.8
Désherbage tardif	52.9	46.1	46.0	39.2	51.9	42.2
Agriculteur	34.4	45.7	51.0	34.0	40.1	39.8
Optimum	63.3	61.7	60.1	45.4	60.7	60.2

Source : Bouaziz et Elmourid (1999), PSDA Doukkala

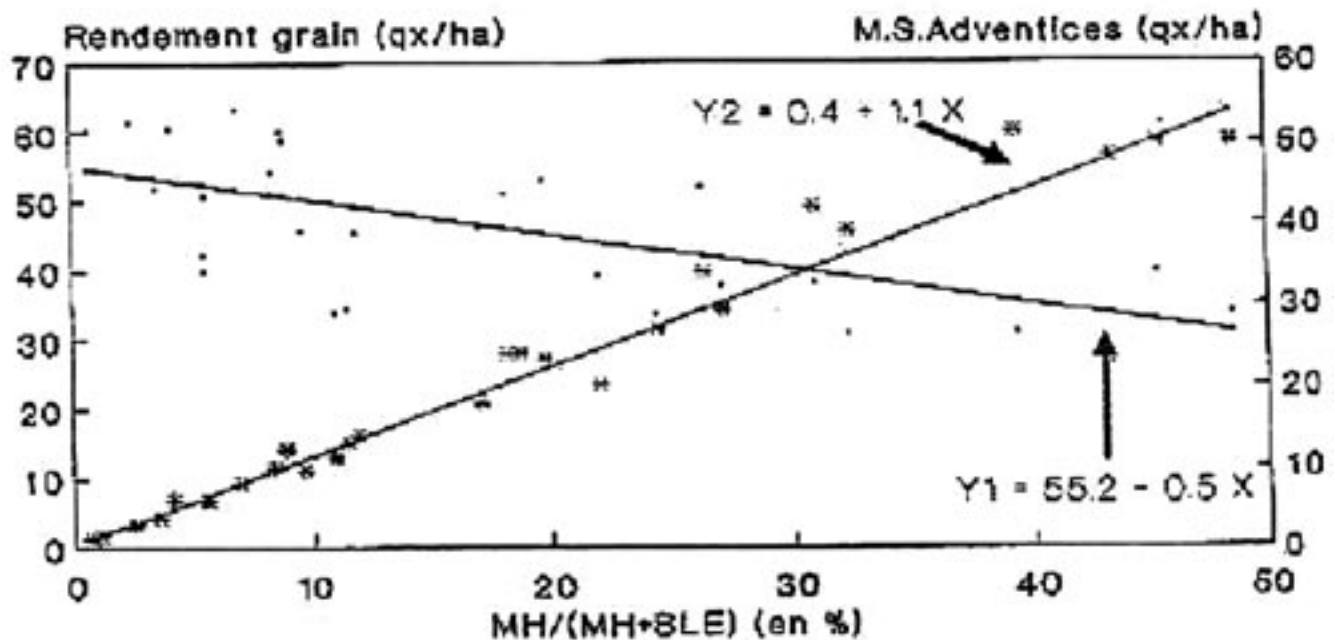


Figure 4: Effet de l'abondance des adventices sur le rendement grain.

Tableau 7. Effet du régime hydrique sur l'EUE pour la betterave à sucre (Semis précoce du 28/10) - S Mtouh, Doukkala 1996

Régime hydrique	Arrosages		Consommation en eau totale (m ³ /ha)	Rendements		Efficience d'utilisation de l'eau	
	Nombre	Volume (m ³ /ha)		Racine (t/ha)	Sucre (t/ha)	Racine (Kg/m ³)	Sucre (Kg/m ³)
T100%	4	2400	5758.6	85.42	13.67	14.83	2.37
T80%	3	1800	5448.6	91.17	14.20	16.73	2.61
T60%	3	1800	5222.6	79.18	11.99	15.16	2.30
T40%	1	600	4968.6	61.30	9.25	12.34	1.86
Traitement	3	1800	5278.6	74.27	10.94	14.07	2.07
Agriculteur							

(Source : Oussaid, 1996, Mémoire de 3^e cycle IAV Hassan II)

forte entre la culture du blé et les adventices envers les facteurs du milieu (éléments minéraux, eau et lumière). En effet, ces mêmes relations révèlent que le rendement grain de blé est affecté négativement avec l'augmentation de la proportion des adventices de la proportion des adventices dans le mélange. Une augmentation de 1 % de la proportion des mauvaises herbes au sein de la matière sèche totale (blé + mauvaises herbes) réduit le rendement grain de 0,5 qx/ha figure 4).

On peut conclure, puisque les consommations en eau ne sont pas limitantes, que l'efficience de l'eau est améliorée par le désherbage précoce, la lutte contre les maladies cryptogamiques.

b. La culture de la betterave à sucre

En vue d'analyser la réponse du couvert de betterave à sucre aux différents régimes hydriques et date de semis on a procédé à l'évaluation quantitative et qualitative de la production en station (PSDA, Doukkala).

Les tableaux 7 et 8 présentent les nombre et volume d'arrosage, la

consommation en eau de la betterave, les rendements racines et sucre et les efficacités d'utilisation de l'eau pour les deux dates de semis et les différents régimes hydriques.

L'effet du régime hydrique sur les rendements sucre et racine est évident. On peut toutefois noter que pour le semis précoce le régime 80%ETM a conduit aux meilleurs rendements racine et sucre (respectivement 91.2 et 14.2 t/ha), alors que pour le semis de saison ce régime hydrique a obtenu le meilleur rendement sucre (14.3 t/ha) et le second rendement racine (77.9 t/ha).

Il apparaît donc que le régime 80%ETM rentabilise le mieux l'eau consommée.

Pour les deux dates de semis, la meilleure efficience d'utilisation de l'eau par la culture, aussi bien pour le rendement racine que sucre, a été obtenu pour le régime 80%ETM.

On peut observer par ailleurs que le régime agriculteur, irrigué au tour d'eau, a conduit à l'une des plus faibles efficacités d'utilisation de l'eau par la betterave pour la production racine et

sucre. En outre ce régime a totalisé 3 arrosages, or avec autant d'arrosages le régime 80% ETM du semis précoce a conduit à un rendement supérieur de 22% en racine et 30% en sucre. Le même constat peut être également fait vis à vis du régime 60%ETM du semis de saison où le rendement sucre est supérieur de 10% et le rendement racine de 2%. Ceci montre qu'il est possible de rentabiliser mieux les arrosages s'ils sont gérés de manière rationnelle, sur la base d'un indicateur fiable tel que le déficit hydrique du sol.

Une étude d'évaluation de cette efficience à l'échelle de l'agriculteur dans le périmètre irrigué des Doukkala a montré que compte tenu la diversité des itinéraires techniques adoptés au niveau des différentes parcelles suivies (choix de la variété, date de semis, désherbage, fertilisation .. etc) et de la nature du sol (texture, RU..), il serait difficile de cerner l'effet de la gestion des arrosages sur le rendement ou l'efficience d'utilisation de l'eau. Néanmoins, on peut relever la forte variabilité des rendements et de l'efficience qui est parfaitement expliquée entre autre facteur, par

Tableau 8. Effet du régime hydrique sur l'EUE pour la betterave à sucre (Semis de saison : 26/11) - SEHA Doukkala 1995-96

Régime Hydrique	Arrosages		Consommation en eau totale (m ³ /ha)	Rendements		Efficience d'utilisation de l'eau	
	Nombre	Volume (m ³ /ha)		Racine (t/ha)	Sucre (t/ha)	Racine (Kg/m ³)	Sucre (Kg/m ³)
T100%	6	3600	5709.0	83.00	14.12	14.54	2.47
T80%	4	2400	5339.0	77.91	14.30	14.59	2.68
T60%	3	1800	5159.0	69.79	12.89	13.53	2.50
T40%	2	1200	4939.0	58.75	8.85	11.90	1.79
Traitement	3	1800	5199.0	68.54	11.73	13.18	2.26
Agriculteur							

(Source : Oussaid, 1996, Mémoire de 3^e cycle IAV Hassan II)

l'irrégularité des volumes d'apports d'eau, d'une part; et l'irrigation souvent déficitaire et le mauvais timing des apports d'eau, d'autre part.

Le tableau 9 ci-dessous présente les résultats pour la culture de betterave à sucre : le meilleur rendement au sein de l'échantillon étudié était obtenu au niveau de la parcelle SBG3-BAS (casier Sidi Bennour, gravitaire). On peut noter que l'agriculteur a procédé à des apports d'eau relativement réguliers, chaque fois que le déficit avoisinait 80 mm. Par ailleurs les doses d'irrigation étaient suffisantes pour combler pratiquement le déficit hydrique.

Ces résultats illustrent, s'il en faut, la nécessité d'une maîtrise de tous les

facteurs de production pour tirer le meilleur profit d'une bonne gestion des arrosages. Nous rappelons à ce sujet les très bon rendements obtenus en station (SEHA Khmis Mtouh et SEMVA Zemamra) pour la betterave à sucre par exemple (90 T/ha, campagne 1995 - 96) quand une maîtrise de la conduite de la culture est couplée avec une bonne planification de l'irrigation (Abdallaoui, 1985).

Par ailleurs, une gestion rationnelle des arrosages ne peut être envisagée sans une maîtrise et une connaissance aussi précise que possible des paramètres de la technique d'irrigation utilisée : dose apportée, débit manipulé, durée, efficacité, uniformité, etc, d'une part; et

du contexte pédo-climatique, d'autre part.

Les nombres d'arrosages et les volume d'eau apportés sont variables d'un périmètre à l'autre et au sein d'un même périmètre. Une évaluation sur des parcelles d'agriculteurs permet d'avoir des résultats comparatifs entre celles qui sont "suivies", c'est à dire bénéficiant du conseil à l'irrigation, et celles "non suivies" pour la culture de la betterave à sucre (tableau 10), pour deux dates de semis et pour les deux types de sol (Tirs et Rmel).

On peut noter que les parcelles "suivies" ont reçu en moyenne **un arrosage de moins** que les parcelles "non suivies". Par ailleurs, les volumes d'eau apportés par irrigation accusent des écarts relatifs

Tableau 9: Efficience d'utilisation de l'eau par la betterave à sucre des parcelles suivies dans les Doukkala (Campagne 1996-97)

Parcelle	Nombre arrosages	Rendement Racine (T/ha)	Rendement sucre (T/ha)	Consommation en eau (m ³ /ha)	EUE racine (Kg/m ³)	EUE sucre (Kg/m ³)
SBG1-BAS	2	32.80	5.91 (18%)	4400	7.38	1.33
SBG2-BAS	2	54.18	9.20 (17%)	5550	9.76	1.65
SBG3-BAS	5	69.52	10.66 (15%)	5780	12.02	1.84
ZMA1-BAS	6	47.60	7.85 (16.5%)	5670	8.39	1.38
ZMA2-BAS	5	41.60	7.66 (18.4%)	5360	7.76	1.42
FHG1-BAS	3	40.00	8.31 (20.7%)	5551	7.20	1.49
FHG2-BAS	4	42.50	7.48 (17.6%)	4790	8.87	1.56
FHA1-BAS	7	53.60	9.14 (17.1%)	5426	9.88	1.68
FHA2-BAS	7	48.70	9.05 (18.6%)	5720	8.51	1.58

(Source : Baharda, 1996, Mémoire de troisième cycle IAV Hassan II)

Tableau 10. Consommation en eau de la betterave à sucre des parcelles "suivies" et "non suivies" Ouest 1 du Casier Tnine Gharbia- Doukkala, 1997-98

Situation & Type de sol	Parcelle	ETR (mm)	Nombre Arrosages	Volume Eau apporté (m ³ /ha)	Economie d'eau (m ³ /ha)	Economie d'eau %
Bloc 14 Sol Rmel	Suivie BR1 (SP)	450	6	3000	3000	50
	Non Suivie NBR1 (SP)	485	7	6000		
Bloc 42 Sol Rmel	Suivie BR4(SS)	515	5	2500	2750	52
	Non suivie NBR4 (SS)	554	6	5250		
Bloc 171 Sol Tirs	Suivie BT2 (SS)	495	3	2550	2250	46
	Non suivie NBT2 (SS)	621	5	4800		
Bloc 122 Sol Tirs	Suivie BT8 (SS)	520	6	4500	2000	30
	Non suivie NBT8 (SS)	580	7	6500		
Bloc 150	Suivie BT11 (SS)	551	6	4500		
Sol Tirs	Non suivie NBT11 (SS)	600	7	5900	1400	24

SP : Semis précoce (20-26 octobre)

(Belabbes et Kaddani, 1999).

SS : Semis de saison (5 novembre- 5 décembre)

qui dénotent **des gains qui ont varié entre 25% et 50%**. Ces écarts importants, notamment pour les sols de type Rmel, sont dus aux doses d'irrigation excessives apportées au niveau des parcelles "non suivies". En effet on assiste à des doses brutes qui varient entre 96 mm (sol Tirs) et 87.5 mm (sol Rmel!). Au niveau des parcelles "suivies" les doses brutes préconisées étaient de 75 mm pour les sols Tirs et 50 mm pour les sols Rmel.

Ceci conforte le fait qu'une économie d'eau appréciable peut être obtenue rien qu'en adaptant les paramètres de l'irrigation au contexte considéré.

On rappelle que notre expérience de conseil à l'irrigation a lieu dans un secteur réhabilité où la pression et le débit sont régularisés.

La même comparaison a été réalisée pour les cultures de tomate et de maïs. Le gain en nombre d'arrosages était en moyenne de deux arrosages entre parcelles "suivies" et "non suivies". L'économie d'eau obtenue est en moyenne de 25%.

Outre l'économie d'eau importante enregistrée grâce au conseil à l'irrigation, on a noté une nette amélioration des rendements quantitatif et qualitatif de la

culture et de l'efficacité d'utilisation de l'eau. A titre d'exemple, nous reproduisons les résultats comparatifs des rendements racine et sucre de la culture de betterave à sucre entre les parcelles "suivies" et celles "non suivies" (tableau 11, ci-dessous).

Nous allons dans ce qui suit présenter quelques résultats d'efficacités d'utilisation de l'eau par les différentes cultures qui s'intègrent dans des systèmes de culture et dans différentes zones agro-écologiques, notamment dans les zones irriguées ou pluviales.

c. Pour d'autres cultures

Dans le périmètre irrigué du Tadla et sur d'autres cultures (blé tendre, betterave à sucre et sésame), nous avons constaté qu'il y a un gap très important entre les niveaux observés d'efficacité chez les agriculteurs et les niveaux potentiels. Entre exploitations bénéficiant du même service de l'eau, les performances en matière de rendement sont marquées d'une forte variabilité. La dispersion importante des rendements n'est pas attribuable seulement au facteur "eau" mais également et surtout à une maîtrise différenciée des facteurs de production. Le tableau 12 illustre ce fait à travers le cas du périmètre du Tadla.

Ces données du périmètre du Tadla, et qu'on retrouve dans d'autres périmètres irrigués du pays, mettent en évidence le champs d'amélioration possible de l'efficacité d'utilisation de l'eau, d'une part, et la nécessité d'une maîtrise de l'emploi des autres facteurs de production.

La consommation en eau en tête de parcelle par hectare se situe autour de 5500 m³/ha en moyenne et varie entre 3200 m³/ha dans le périmètre du Haouz et 9000 m³/ha dans le périmètre du Loukkos. Ceci montre une répartition inégale de la ressource et reflète dans une certaine mesure les performances réalisées dans les différents périmètres de GH.

Cette consommation varie aussi en fonction des cultures pratiquées de 3000 m³/ha pour le blé à 16.000 m³/ha pour la luzerne. Cette variation importante amène à poser des questions fondamentales quant aux choix des cultures dans les périmètres de GH et les mesures prises dans le cadre de l'adéquation entre tes ressources disponibles et le raisonnement de l'assolement dans ces périmètres.

d. La culture du tournesol

Tableau 11. Consommation en eau et rendements de la betterave à sucre des parcelles suivies et "non suivies" du Secteur Ouest 1, casier Tnine Gharbia – Doukkala, 1997-98.

Situation & Type sol	Parcelle	ETR (mm)	Nombre Arrosages	Volume Eau apporté (m ³ /ha)	Economie d'eau (m ³ /ha)	Economie d'eau %
Bloc 14 SOL RME	Suivie BR1 (SP)	450	3000	75	19.2	14.4
	Non suivie NBR1 (SP)	485	6000	59	17.4	10.3
Bloc 42 SOL RME	Suivie BR4(SS)	515	2500	69	20.2	13.9
	Non suivie NBR4 (SS)	554	5250	64	15.8	10.1
Bloc 171 SOL TI	Suivie BT2 (SS)	495	2550	76	18.8	14.3
	Non suivie NBT2 (SS)	621	4800	61	12.9	7.9
Bloc 122 SOL TI	Suivie BT8 (SS)	520	4500	78	19	14.8
	Non suivie NBT8 (SS)	580	6500	61	18	11
Bloc 150 SOL TI	Suivie BT11 (SS)	551	4500	68	17	11.6
	Non suivie NBT11 (SS)	600	5900	54	14	7.6

SP : Semis précoce (20-26 octobre)

Source : Belabbes et Kaddani (1999).

SS : Semis de saison (5 novembre- 5 décembre) ETR : Evapotranspiration réelle

Tableau12. Variabilité du rendement et de la consommation en eau (périmètre du Tadla

Classe de consommation en eau (CW)	Blé tendre		Betterave à sucre (T/ha)		Sésame (Qx/ha)	
	C.W. (m ³ /ha)	Rdt (Qx/ha)	C.W. (m ³ /ha)	Rdt. (Qx/ha)	C.W. (m ³ /ha)	Rdt (Qx/ha)
1 ère Classe	2 011	36,8	4 476	50,1	4 416	5,2
2 ème Classe	3 376	39,7	7 184	55,7	7 218	7,8
3 ème Classe	5 685	36,6	12 704	56,8	8 446	7,3

CW : Consommation en eau

Rdt : Rendement

Tableau 13. Efficience d'utilisation de l'eau par le tournesol pour différents régimes hydriques - SEMVA de Zemamra 1997.

Régime hydrique	Nombre d'arrosage	Consommation en eau totale (m ³ /ha)	Rendement grain ** (qx/ha)	Efficience d'utilisation l'eau (Kg/m ³)
T100%	5	5762.1	52.89	9.17
T80%	4	5500.8	50.25	9.18
T60%	3	5423.3	46.45	8.56
T40%	2	5367.2	45.59	8.49
Agriculteur	4	5477.2	48.46	8.84

Source : Jazouli (1997)

* Consommation en eau déterminée par bilan hydrique sur tout le cycle du tournesol.

** Estimation du rendement réalisé à partir des composantes du rendement.

Une étude sur la réponse du rendement du tournesol au régime hydrique a été réalisée dans les Doukkala (SEMVA Khmis Ezmamra). Le tableau 13 présente le nombre d'arrosages, la consommation en eau, les rendements et les efficacités d'utilisation de l'eau pour les différents régimes hydriques de la culture du tournesol.

Dans ces conditions expérimentales, l'effet du régime hydrique sur le rendement du tournesol est évident. Pour les conditions de cette campagne, il apparaît que les régimes 100% et 80%ETM sont comparables et ont

rentabilisé le mieux l'eau consommée. Les besoins nets du tournesol sont de l'ordre de 5500 à 5700 m³/ha.

Ces résultats montrent qu'avec une gestion rationnelle des arrosages, il est possible de mieux rentabiliser les apports d'eau pour le tournesol, à l'instar des autres cultures.

Le deuxième exemple sur le tournesol sera relatif aux résultats de l'enquête agronomique réalisée par Aboudrare (2000), qui a montré que les EUE, pour le tournesol grain, obtenues en 1996, année de bonne production, sont variables de 3 à 15.2 kg/mm/ha, d'une

parcelle à l'autre (Figure 4); La moyenne étant de 8.2 kg/mm/ha. Cette variabilité est liée à celle du rendement grain (qx/ha) en plus de la consommation en eau des cultures (ETR en mm).

Rappelons que les rendements ont variés dans l'ensemble de 10.5 à 31.6 qx/ha et qu'il s'agit d'une bonne année de production.

e. La monoculture de la canne à sucre dans le Gharb

Les travaux réalisés sur la Canne à sucre dans le périmètre du Gharb (Ziad, 1990; Benmoumen,1988) ont montré qu'avec des besoins en eau moyens annuels de la culture d'environ 1375 mm, les rendements varient entre 105 et 145 T/ha pour des essais où la culture est menée en confort hydrique. L'efficience d'utilisation de l'eau par la culture varie donc entre 7,6 Kg/m³ et 10,5 Kg/m³.

f. La culture du riz dans le Gharb

La riziculture marocaine est exclusivement concentrée dans la plaine du Gharb où elle permet de valoriser les anciennes merjas (zones marécageuses). La superficie totale réservée à cette culture est d'environ 12 500 ha dont 90% sont équipés par l'Etat. Avec des

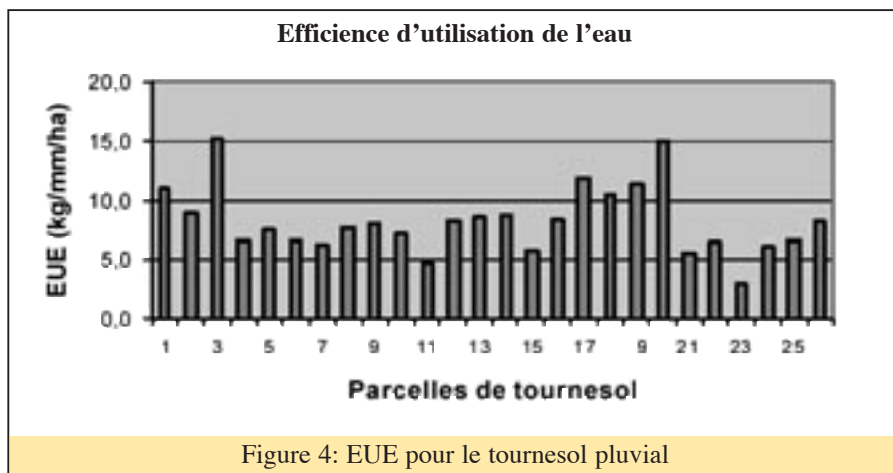


Figure 4: EUE pour le tournesol pluvial

Références Bibliographiques

- Abdallaoui R., 1985. Planification des irrigations. Hommes, Terre et Eaux. 15(16):3 -11.
- Aboudrare A. 2000. Enquête agronomique sur l'utilisation de l'eau pour le tournesol dans la région de Meknes. In : Thèse de Doctorat es Sciences Agronomiques de l'IAV Hassan II.
- Ait Kadi M., 2000. La politique de l'eau et la sécurité alimentaire du Maroc à l'aube du XXI^e siècle. Session de l'Académie du Royaume Maroc. Rabat, 20-21-22 novembre 2000.
- Bah, M. Z. , 1990. Etude du comportement de 24 variétés de blé vis - à-vis du stress hydrique. Mémoire de fin d'études. I.A.V. Hassan II. Rabat.
- Baharda, M. 1997. Eléments de la conduite de l'irrigation dans le périmètre des Doukkala. Mémoire de troisième cycle. Option: Génie Rural. IAV Hassan II.
- Bamouh A. et A. Bouaziz. 1986. Effets du déficit hydrique en début de cycle en interaction avec le niveau d'azote sur l'élaboration du rendement du Blé tendre "Nesma 149". Actes de l'I.A.V. Hassan II 6(2):27-37
- Belabbes K. et Chati MT., 1996. Nouvelle approche de l'évapotranspiration de référence et possibilités de sa mise en oeuvre dans les conditions marocaines. Séminaire national sur le climat et l'agriculture de l'ANA CLIM. Agadir, 18-20 avril.
- Belabbes K., 1997. Etude de diagnostic et des voies d'amélioration de la gestion de l'eau d'irrigation au niveau des secteurs rizicoles du grand périmètre irrigué du Gharb (Plaine de l'Ouest Marocain). Rapport phase III. Projet ORMVA GHARB/IAV HASSAN II, 1993-1996.
- Belabbes K. et Kaddani R., 1999. Le Conseil à l'irrigation : un impératif pour une meilleure valorisation de l'eau à l'échelle du périmètre irrigué: cas du Périmètre des Doukkala au Maroc. Atelier régional sur la valorisation de l'eau d'irrigation dans les Grands périmètres du Maghreb. 20-22 octobre 1999, Ksar El Kébir, Maroc.
- Benmoumen A., 1988. Détermination de l'ETR de la Canne à sucre par la méthode du bilan hydrique : Essai de réduction et comparaison avec la méthode empiriques. Mémoires de 3^{ème} Cycle. Option Génie Rural. I.A.V. Hassan II. Rabat.

rendements relativement élevés (50 qx/ha en moyenne) la production de riz de la région du Gharb arrive en année normale à satisfaire la demande du marché national. Cependant, compte de sa forte consommation en eau, la campagne de riz est souvent compromise quand l'hydrologie de l'année n'est pas satisfaisante.

Belabbes (1997) rapporte dans une étude sur l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau par la culture de riz dans le Gharb une consommation moyenne de 18 400 m³/ha à l'échelle du périmètre alors que les besoins de la culture s'étalent entre 10 500 et 12 000 m³/ha pour des conditions normales.

Cette étude a permis le diagnostic de la conduite de l'irrigation du riz afin d'identifier les contraintes et de proposer des améliorations pour une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau à l'échelle du clos. A ce propos, la détérioration de l'état du nivellement a été identifiée comme étant une contrainte majeure pour une gestion efficace de l'irrigation à l'échelle du clos rizicole.

Sur la base d'un suivi à l'échelle de riziculteurs du périmètre du Gharb, Belabbes (1997) rapporte une efficacité d'utilisation, définie par le rapport de rendement grain paddy au volume d'eau

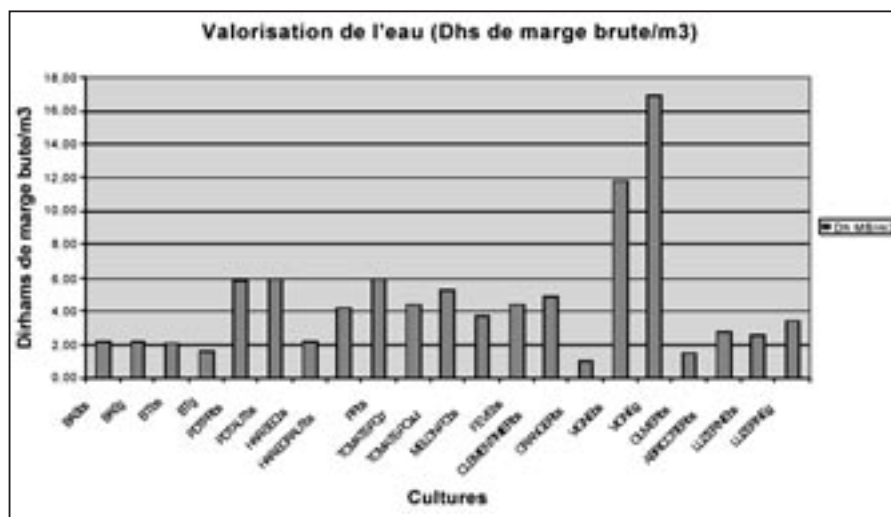
apporté par l'irrigation, qui varie entre 0.300 et 0.750 kg/m³. Cette dernière a été obtenue au niveau d'un clos nivelé au laser avec une conduite de l'irrigation et un itinéraire technique optimal.

Avec des rendements paddy variant entre 3.6 T/ha et 9.3 T/ha et une évapotranspiration maximale de la culture de 6800 m³/ha (période de juin à septembre, campagne 1994) on peut déduire une efficacité d'utilisation de la culture par rapport à l'eau utilisée par évapotranspiration de 0.529 kg/m³ à 1.368 kg/m³.

3. Valorisation de l'eau d'irrigation

Dans une étude réalisée par la DPV, Les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation sont très variables d'un périmètre irrigué à l'autre. La valeur de la production par m³ d'eau d'irrigation consommée est de 22 Dirhams/m³ dans le périmètre du Souss-Massa et n'est que de 1.7 Dirhams/m³ dans le Loukkos (Moghli et Benjelloun Touimi, 2000). La moyenne des ORMVA est de 2,8 Dirhams/m³. La Valeur Ajoutée est de 2,4 Dirhams/m³ dans le Souss-Massa et de 1 Dirhams/m³ dans Le Loukkos. La moyenne des ORMVA est de 1,7 Dirhams/m³.

Les productions végétales valorisent



Légende :

BAS	: Betterave à sucre;	AUT	: Automne
bs	: bas service; g: garet	HAR- SEC	: Haricot sec;
BT	: Blé Tendre;	HAR-EGR	: Haricot à égrener ;
PDT	: Pomme de terre ;	PP	: Petits pois
PR	: Printemps ;	Tomate-PC	: Tomate de Plein Champ

Références Bibliographiques

- Blaney, H.F. et W.O. Criddle. 1950. Determining water requirement in irrigated areas from climatological and Irrigation data. US Dep. Agric. Conserv. Service. Washington DC.
- Bouaziz A. et M. Elmourid. 1999. Validation des acquis de la recherche sur blé en irrigué. Projet PSDA, ORMA des Doukkala. El Jadida, Maroc.
- Bouaziz, A. et M. Maddahi. 1993. Etude Agronomique des à la production céréalière: cas du périmètre des Doukkala. Tome 1, Volume II du Projet Développement et Amélioration de la Production Céréalière en Irrigué. DPV - MAMVA, Rabat.
- Chouraichi M. et Achkar M./ Projet TCP MOR 8822 (1999). Appropriation des techniques d'économie de l'eau à la parcelle dans la zone du Loukkos.
- Doorenbos, J. et A. H. Kassam, 1987. Réponse des rendements à l'eau. Bulletin d'irrigation et de drainage. N°: 33. F. A. O. Rome.
- Doorenbos, J. et W. O. Pruitt, 1977. Les besoins en eau cultures. Bulletin d'irrigation et de drainage. N°: 24. F.A.O. Rome.
- El Gharbaoui, A. 1987. Les climats du Maroc. p : 14-31. In : La grande encyclopédie du Maroc, Volume Géographie physique.
- FAO. 2000. Production et productivité agricoles dans les pays en développement. In : La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, p :243-286.
- Gregory, P.J. 1988. Plant and management factors affecting the water use efficiency of dryland crops. In: Proceedings of the International Conference on dryland farming. August 15-19. Amarillo/Bushland, Texas, USA.
- Handoufe, A. Ben Chakroun et T. Chati. 1987. L'irrigation des céréales. I - Blés. Doc. Roneot. SEHA-AGR- MADREF. Rabat.
- Hatfield, J.L. 1984. Estimation of crop water requirements: present and future. In: "Conférence internationale sur les besoins en eau des cultures". Paris, 11 au 14 Septembre.
- Jazouli M.1997. Conduite de l'irrigation de la betterave sucrière et du tournesol dans le périmètre irrigué des Doukkala. Mémoire de 3^e cycle GR, IAV Hassan II, Rabat.

Tableau 14. Valeurs ajout es et revenus des cultures dans les zones de PMH

Culture	Produit Brut	Valeur Ajout e	Revenu R el	Revenu Net
Pommier	31 500	28838	27588	26485
Rosier	29 960	27140	25890	22968
P. de terre	42200	28853	25178	22875
Carottes	21860	20751	19841	18770
Olivier	20000	19465	18366	17845
Amandier	16200	15427	14637	14175
Luzerne	17688	16561	15116	11014
Tomate	23980	17214	12166	10557
F ve	12338	11731	10531	9848
Bl dur	14273	11411	8911	7791
Bl tendre	10083	7214	5214	4094
Mais	5600	5173	3723	2404
Orge	5763	5127	3262	2275

Source:ORMVA de Ouarzazat

différemment le mètre cube d'eau d'irrigation. L'arboriculture et les cultures de primeurs sont les plus valorisantes avec une valeur de production de 22 Dirhams/m³, dont 10,6 Dirhams/m³ de valeur ajoutée et 11,4 Dirhams/m³ de consommations intermédiaires. Toutes les autres cultures ne dépassent guère 3 Dirhams/m³ de valeur de la production ou 1,7 Dirhams/m³ de valeur ajoutée (Moghli et Benjelloun Touimi, 2000). En matière de création d'emploi, Les productions végétales permettent de créer en moyenne 13 journées de travail par 1000 m³ d'eau d'irrigation consommée.

Certains agro-économistes préfèrent raisonner en terme de marge brute des cultures/ha ou en dirhams de marge brute par m³ d'eau. La figure suivante donne les résultats comparatifs pour différentes cultures dans le périmètre irrigué de la Moulouya. On constate que, grosso modo, on aboutit aux mêmes types de résultats que précédemment, c'est à dire qu'on peut classer les cultures en deux catégories :

- Celles dont la marge **brute dépasse 4 dirhams/m³**, il s'agit de la pomme de terre, du haricot à égrener, des petits pois, de la tomate, des fèves vendus en vert, des clémentiniers et de la vigne.
- Celles dont la marge brute est inférieure à 4 dirhams/m³, il s'agit de la betterave à sucre, des blés, du haricot sec, du melon/pastèque, des oranges, des oliviers, des abricotiers et de la luzerne.

Dans les études des zones de PMH du

Dades à l'ORMVA de Ouarzazate, on constate aussi que l'arboriculture et les cultures maraîchères ont des fortes valeurs ajoutées par hectare et se classent parmi les cultures les plus rémunératrices. Les céréales sont les cultures ayant les plus faibles valeurs ajoutées et revenus (Tableau 14).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'objectif de ce travail était de proposer une méthodologie et des procédures d'estimation de l'efficacité productive de l'eau à partir des données de terrain disponibles en irrigué sous différents systèmes de culture et dans différents zones agro-écologiques du Maroc. Des précisions terminologiques ont été apportées pour clarifier les concepts d'usage notamment les efficacités hydraulique, agronomique et économique.

Il a été noté qu'en terme d'efficacité de l'eau, des différences existent entre les différents périmètres irrigués de GH, et au sein d'un périmètre, entre secteur d'irrigation et d'une catégorie d'exploitation agricole à l'autre.

Pour les modes d'irrigation gravitaire et aspersion, les efficacités globales (parcelle et réseau) sont actuellement de 40 et 60%. Elles peuvent atteindre des valeurs potentielles de 60 et 80% respectivement. Des gains énormes sont donc possibles à ce niveau avec un effort de transfert de technologie et d'éducation des agriculteurs.

L'un des gros problèmes actuellement du système d'irrigation gravitaire est le

Références Bibliographiques

- Moghli E. et M. Benjelloun Touimi. 2000. Valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales dans les grands périmètres irrigués du Maroc. Hommes, Terre et Eaux 30 (116):30-38.
- Ouattar, S., O. Lahlou et T. Amziane. 1993. Etude expérimentale et performances agro-économiques de l'irrigation d'appoint. Rapport de synthèse du Projet "Intensification de la Production Céréalière". DPV-MAMVA, Rabat.
- Oussaid, M. 1996. Besoins en eau et conduite de l'irrigation de la betterave à sucre dans le périmètre des Doukkala. Mémoire de troisième cycle. Option : Génie Rural. IAV Hassan II.
- Reffas, M. 1987. La population du Maroc. p :8-36. In : La grande encyclopédie du Maroc, Volume Géographie humaine.
- Yacoubi Soussane M., Moumen M., Bekraoui A., Khiati D. et Najih A., 1999. Economie de l'eau d'irrigation. Bulletin No. 58 d'information et de liaison du PNTTA "Transfert de technologie en agriculture". MADRPM/DERD, Juillet 1999.
- Zahour, A., O. C. Rasmusson and L. W. Gallagher, 1987. Effect of semi-dwarf stature, head number and kernel number on grain yield of barley in Morocco. Crop Sci. 27(2):161-165.
- Ziad A., 1990. ETR et ETM de la Canne à sucre dans le Gharb et courbe de réponse du rendement à l'eau. Mémoires de 3^{ème} Cycle. Option Génie Rural. IAV Hassan II. Rabat.

non maintien du nivellement des parcelles alors que pour l'aspersif les agriculteurs se plaignent du coût de l'eau plus élevé. Les efficacités d'application de l'eau sont supérieures pour l'aspersif comparativement au gravitaire : 76 à 85% contre 52 à 70%.

Au niveau des cultures, pour le blé irrigué, l'EUE varie de 3.9 à 16.7 kg/mm/ha. Ceci s'explique par la non maîtrise de la conduite technique de la culture notamment l'irrigation, le désherbage chimique, la fertilisation azotée et le contrôle des maladies cryptogamiques. De même, pour le tournesol, l'EUE moyenne est de 8.2 kg/mm/ha.

Pour l'amélioration de l'EUE en irrigué sur le blé, on propose d'appliquer 3 à 4 irrigations en moment opportun, de contrôler les mauvaises herbes et d'apporter les doses convenables de fertilisants. Pour la betterave sucrière et le tournesol en irrigué, le régime 80% de l'ETM permet d'aboutir aux meilleures efficacités. Une maîtrise du timing d'apport d'eau et de la dose sont également nécessaires. Le riz consomme jusqu'à 18400 m³/ha soit 1840 mm en moyenne. La contrainte majeure est le non nivellement des parcelles.

Par ailleurs, on montre que la valorisation économique de l'eau varie d'un périmètre irrigué à l'autre et d'une

culture à l'autre. La valeur ajoutée moyenne de l'eau est de 1.7 dirhams/m³ (environ 0.17 US Dollars/m³). Elle varie de 2.4 pour le Souss-Massa à 1 Dirham au Loukkos. Les cultures de primeurs et l'arboriculture (clémentine, vigne,...) sont celles qui valorisent le plus l'eau (22 Dirhams/m³), les autres cultures ne dépassent pas 3 Dirhams/m³. Un compromis doit être trouvé en matière d'assolement entre les cultures vivrières de première nécessité et les cultures de rente qui valorisent mieux l'eau. Des nouveaux créneaux doivent être recherchés et prospectés (domestication de cultures nouvelles) en matière de cultures aromatiques, médicinales, biologiques...

Pour les recommandations, il est urgent de bien réfléchir la reconversion des systèmes gravitaire et aspersif en systèmes d'irrigation localisée. Celle-ci doit être parmi les orientations stratégiques de l'Etat vue son efficacité et son économie de l'eau notamment pour l'arboriculture, le maraîchage ainsi que toutes les cultures de rente.

Elle doit bénéficier de subvention conséquentes et de manière efficace (guichet unique) pour que les agriculteurs puissent en bénéficier sans trop de problèmes administratifs. L'expérience de la Tunisie est très édifiante dans ce sens.

L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA GESTION DE L'EAU D'IRRIGATION SUR LES ECOSYSTEMES FORESTIERS : CAS DE L'ARGANERAIE

A. Tribak¹

INTRODUCTION

Les études d'impact des barrages et des ouvrages hydrauliques en général sur l'environnement, doivent-elles dépasser le cadre commun dans lequel elles s'inscrivent pour suivre les modes de gestion du cycle de l'eau à travers les espaces irrigués lors de l'exploitation et du développement futur des projets ?

L'apport de l'eau d'irrigation dans un espace territorial donné, transforme en profondeur la relation Homme-Nature et les impacts qui en découlent dans le potentiel du développement.

Le cas des plaines à arganier que nous approchons dans cette recherche sort des analyses communes aux études d'impacts des "barrages ou toutes autres installations destinées à retenir ou stocker les eaux d'une manière durable", définis comme tel par le projet de loi sur les Etudes d'Impacts sur l'Environnement au Maroc.

Le périmètre d'étude, définissant les zones d'impact possibles, dépasse l'aire géographique avec ses composantes naturelles floristiques, faunistiques, pédologiques, hydrologiques, humaines, ...etc, pour se répercuter sur les fondements juridiques de l'assiette foncière qui accueille l'eau d'irrigation et où même les droits de l'Etat se sentent progressivement violés. Un processus en chaîne induisant une déstructuration et une métamorphose du contenu juridique, économique, naturel, socio-culturel et même ethnique de la plaine du Souss. Les lois et les organes décisionnels responsables de leur mise en oeuvre se voient dépassés par l'évolution des événements. Evénements d'acculturation socio-économique que seule la forêt d'arganiers et les vestiges des contes forestiers savent fidèlement raconter.

Dans quelle mesure les modes de gestion de l'irrigation sont-ils responsables de la situation? Pouvaient-ils inverser les

tendances et veiller à minimiser les impacts environnementaux dans la zone? Quelles sont les déviations que les objectifs de la mobilisation des ressources en eau s'étaient fixée au départ ? Des questions que seule l'analyse sérieuse des effets actuels et des impacts potentiels de l'irrigation sur l'environnement et le développement régional durable pourrait clarifier.

I. L'ARGANIER : L'ARBRE ET LE TERRITOIRE

Les forêts d'Arganier, (*Argania Spinosa*) constituent la dernière barrière biologique arborescente devant l'avancée du désert dans les régions du Sud Ouest Marocain.

Descendant de la famille tropicale et subtropicale des Sapotacées qui groupe autour de 600 espèces, l'Arganier est un arbre endémique du Maroc dont le rôle écologique et socio-économique est remarquable dans ces milieux subdésertiques. L'aire de répartition géographique de l'Arganier couvre encore un territoire de près de 900.000 ha dans le Souss et les régions avoisinantes depuis la province d'Essaouira à l'Anti-Atlas. C'est la deuxième essence forestière du pays après le chêne vert.

L'arbre d'Argan, ressemblant à un olivier, atteint 8 à 10 m de haut selon les conditions écologiques locales du milieu. Ses fruits sont des baies à péricarpe charnu avec un noyau central très dur comprenant une amande source de l'**huile d'Argan**.

Son enracinement en pivot est très développé, il peut être même traçant dans les substrats rocheux, ce qui lui permet de profiter des faibles quantités d'eau de pluie.

L'arganier peut présenter des densités assez fortes lorsqu'il est épargné par l'homme, même dans des milieux à conditions écologiques difficiles. Cette donnée est fort intéressante car malgré les phénomènes de concurrence, surtout

celle souterraine causée par les racines, les individus de l'espèce ne parviennent pas pour autant à exercer une auto-élimination les uns vis-à-vis des autres.

Le **cortège floristique** des arganeraies totalise plus de 1000 espèces et sous espèces vasculaires dont 140 sont endémiques du Maroc, (BENABID.A & FENNANE. M, 1999) ce qui explique la richesse botanique de ces milieux aujourd'hui dénudés. Le Sud-Ouest marocain est un carrefour des flores d'origines diverses qui font son originalité phytogéographique, sa richesse et sa spécificité endémique. Bien que le fond dominant de la flore soit du type méditerranéen, les espèces de souche tropicale africaine associées à l'arganier y sont bien représentées (genre: *Acacias*, *Rhus*, *Gymnosporia*, *Cymbopogon*,...). Il en est de même pour les espèces de souche macaronesienne qui donnent un cachet spécial à la région (genre : *Euphorbia*, *Sénecio*, *Asparagus*, *Helianthemum*,...).

La richesse naturelle floristique et paysagère de l'arganerie lui a valu la création dans les années 1980 du Parc National de Souss Massa groupant les zones humides et les espaces côtiers entre Agadir et Tiznit. L'Arganeraie a aussi été classée dernièrement comme Réserve de Biosphère auprès des instances internationales en vue d'une conservation et une gestion durable de ses milieux.

Pour les besoins et les contraintes de gestion de ces massifs, les forestiers ont toujours fait la distinction entre les arganeraies de plaine ou arganeraies vergers et les arganeraies de montagnes ou arganeraies forêts. Toutefois, ces paramètres utilisés pour le découpage de l'aire sont largement influencés par les activités humaines qui s'exercent partout dans l'arganeraie (défrichement, coupe de bois, surpâturage, maraîchage, arboriculture, cultures céréalières,...). Ces actions anthropiques modifient considérablement la structure des

¹ Chercheur en Environnement et Etudes d'Impact

peuplements, la consistance et les conditions de croissance et de développement de l'arganier.

II. L'ARGANIER FACE A L'EAU NATURELLE

Dans la gestion "naturelle" des ressources en eau, l'arganier est considéré par certains auteurs comme une sorte de machine élévatoire d'eau, envoyant ses racines puissantes s'alimenter à grande profondeur, il restitue par le jeu de l'évaporation et de la condensation atmosphérique une partie de cette eau à la couche superficielle du sol où elle peut être utilisée par la végétation. Il n'est pas rare de voir ruisseler la condensation de l'eau produite la nuit par les cimes. En montagne, l'arganeraie, avec ses arbres, son sous bois et sa couverture vivante, protège le sol contre le ruissellement et favorise ainsi l'infiltration des eaux de pluie qui alimentent les nappes de la plaine du Souss (O. M'HIRIT & al, 1998).

Bien que l'arganier soit une essence thermophile et xérophile, il exige un climat doux en général, à contrastes thermiques très atténués sur la façade atlantique à degré d'hygrométrie très élevé (entre 75% et 85% en général).

Les études écophysiologicals (Elaboudi & al, 1990) montrent que l'arganier n'est pas particulièrement économe en eau jusqu'au début de la saison sèche. Les variations simultanées du potentiel hydrique foliaire et de la transpiration sont l'indice de la participation d'un réservoir interne à l'arbre. D'autres mécanismes régulateurs du déficit hydrique foliaire interviennent probablement durant la saison sèche. Des études plus approfondies sont nécessaires pour mieux définir le statut écophysiological de l'arganier, indispensable à la connaissance de son comportement et par la suite au traitement sylvicole à lui appliquer.

Les précipitations moyennes annuelles sont comprises entre 250 et 400 mm entre Agadir et Safi ainsi que dans leur arrière pays qui s'enfoncent à l'intérieur du continent sur une profondeur de 60 à 70 Km environ. A partir du Souss jusqu'à l'Anti-Atlas la pluviométrie fluctue entre 250 et 150 mm/an en

moyenne. Plus au Sud les pluies diminuent sous la barre de 100 mm/an qui marque la limite entre l'aride et le saharien. Dans ce dernier cas l'arganier se confine dans les vallées encaissées et le long des cours d'eau temporaires à tel point que l'essence a tendance à devenir ripicole. D'ailleurs dans cette zone à bioclimat méditerranéen Saharien et à caractères prédesertiques, voire à tendance tropicales du moins au niveau des secteurs très océanisés, l'arganier ne peut se développer qu'à la faveur des compensations de facteurs de drainage des eaux de ruissellement drainées vers les oueds et les vallées, sols profonds,...etc.

Les autres apports climatiques en eau, qui méritent une attention particulière en raison de leur importance pour l'arganier et ses structures de végétation sont les brouillards, les rosées, la nébulosité et les vents. Ces descripteurs écologiques peuvent constituer un apport d'eau supplémentaire pour la végétation (rosées, brouillard), atténuer les phénomènes d'évapotranspiration (nébulosité, brouillards) ou au contraire les aggraver (vents forts et violents, chergui, cirocco).

Les études édaphiques ont montré que l'arganier est indifférent à la nature physico-chimique du substrat. Il colonise différents types de sols tant superficiels, squelettiques à forte pente, que moyennement profonds à profonds dans les cuvettes et vallées. Toutefois, il craint les sables mobiles profonds sauf quand ils sont stabilisés par une flore préforestière avec une litière de couverture suffisante.

III. SOCIO-ECONOMIE FORESTIERE DE L'ARGANIER

A. Législation et gestion forestière des massifs d'Arganier

Les populations riveraines de la forêt l'ont toujours considérée comme territoire propre sur lequel s'exercent des usages liés aux besoins autochtones. Le Dahir de 1917 sur la conservation et l'exploitation des forêts au Maroc a mis en place les fondements juridiques de ces droits qui varient selon le type de peuplement mais qui se résument au droit de parcours, ramassage de bois

mort, des fruits, de l'Alfa, des pierres, le bois verts et les perches pour la construction, la confection des charrues, fourches et objets nécessaires aux besoins familiaux et non commerciaux.

L'arganier a continué d'être considéré jusqu'en 1925 comme bien à caractère essentiellement privé sur lequel l'Etat n'a pas les mêmes droits d'intervention ou de contrôle. L'aspect verger a conféré un mode de jouissance spécial lié à la récolte des fruits et la culture sous les arbres. La demande urbaine en produits forestiers, notamment le charbon, s'est alliée aux autres facteurs de dégradation pour entraîner la disparition de 20.000 hectares d'arganier par an (O. M'HIRIT & al, 1998).

Devant cette situation, il y a eu la promulgation du "Dahir de 4 Mars 1925 sur la protection et la délimitation des forêts d'arganiers" qui dans son exposé des motifs stipule que: le mode d'exercice des droits de jouissance que nos sujets possèdent traditionnellement sur les peuplements d'arganiers dans le sud de notre empire, droits dont nous proclamons expressément le maintien, ne permet pas l'application pure et simple à ces forêts des règles protectrices établies dans l'intérêt général par notre dahir forestier du 10 octobre 1917"

Les droits de jouissance appartiennent uniquement aux tribus et fractions traditionnellement usagères et concernent :

- le ramassage de bois mort
- la cueillette des fruits
- le parcours de troupeaux
- l'utilisation des sols
- la coupe de bois de chauffage, de charbonnage et de service
- la coupe de branchages pour clôture
- l'enlèvement de la terre, du sable et de la pierre.

L'article 3 du Dahir rappelle à ce sujet que: "demeurant valables entre indigènes appartenant à des tribus traditionnellement usagères, les transactions et cessions prévues par la coutume, qui seraient faites entre eux selon les règles coutumières. Toute transaction ou cession entre les indigènes de ces tribus et des étrangers à ces tribus est interdite; les conventions contraires sont nulles de nullité absolue".

Actuellement, dans la pratique, l'exercice de ces droits d'usage fait que "la domanialité de l'arganeraie reste très relative. La pratique a conduit de tous temps à une sorte de partage implicite de l'espace par les usagers, qui aboutit le plus souvent à une privatisation de fait de la gestion des parcelles délimitées. Non seulement l'espace est occupé et partagé, mais les arbres eux même subissent la loi de l'héritage. les exploitations agricoles précisent même le nombre d'arbres qui leur appartenait. De même du côté des Ait Baha, un seul arbre appartient à 13 usagers héritiers (Benckroun & Buttoud, 1989).

B. L'arganeraie dans l'économie rurale

Au départ l'arganeraie connaissait un système sylvo-pastoral basé sur le ramassage des fruits et du bois de feu et la pratique du parcours extensif. Ensuite il y a eu apparition des cultures céréalières qui malgré leur extension progressive ne perturbaient pas trop l'équilibre écologique, le travail du sol se faisait de façon traditionnelle ne blessant pas les racines des arbres. L'extension progressive des cultures a amené à des défrichements répétés essentiellement en plaine. L'irrigation est venue finalement renforcer cette tendance et accélérer les déséquilibres.

L'encadrement de la contribution des ressources forestières au développement local et le bien être des populations rurales a fait l'objet de promulgation d'une série de textes législatifs. En plus des usages individuels prédéfinis, on assiste en 1951 à l'apparition d'un Dahir fixant la ristourne d'un cinquième du produit de la vente du bois dans les forêts d'arganiers au profit des collectivités marocaines usagères. Le dahir du 20 Septembre 1976 relatif à la participation de la population au développement de l'économie forestière, affecte l'ensemble des recettes forestières aux communes rurales concernées. Cependant, 20% de ces recettes seront destinées aux opérations forestières pour assurer la conservation et le développement de ces milieux.

L'accroissement démographique et l'intensification du parcours ont fait que la demande en produits et la pression sur la forêt ont augmenté. Ce problème s'est

amplifié avec le développement des cultures intensives sous l'arganier au détriment d'une culture traditionnelle en équilibre avec le milieu.

C. Le droit d'utilisation du sol sous arganier

Selon les textes, le droit d'utilisation du sol comprend le droit de labour et de culture des parcelles déjà mises en culture au moment de la délimitation ou, en ce qui concerne celles non encore mises en culture, cultivables sans danger pour la forêt, ce dont le service forestier reste juge.

Le labour et la culture des parcelles incendiées ou exploitées sont interdits pendant deux ans au moins après l'incendie ou la coupe.

Tout défrichement, toute coupe de rejets d'essences forestières sont interdits... toutefois les indigènes peuvent débarrasser les parcelles cultivables des arbustes non forestiers tels que le jujubier à l'exception toutefois du Tizra, qui les encomrent, sauf sur les fortes pentes où toute extraction d'arbustes est interdite. Les usagers peuvent mettre à l'abri des troupeaux, des parcelles dont ils ont l'usufruit, soit pendant la cueillette et le ramassage des fruits, soit lorsque les vides cultivables portent des récoltes au moyen de clôtures provisoires dites Zéribas à l'exclusion des haies ou des murs d'un caractère permanent.

Avoir le droit de débarrasser la parcelle de ce qui l'encombre, pouvoir la préparer à la culture et la clôturer s'il le faut n'interdira pas de l'irriguer quand l'eau sera là. Cette situation cache un vrai danger de définition des limites d'exercice de ces droits devant l'intensification agricole et la montée des profits.

L'Administration des Eaux et Forêts a élaboré en 1983 un cahier de charges relatif aux pratiques agraires sous l'arganier. Il précise l'octroi d'une autorisation de mise en culture sous arganier pour la population usagère contre le versement de 50DH/Ha/an. Ce prix n'a fait que déclencher un ruée vers les grandes superficies qu'encouragent les transactions des usagers avec des étrangers à la recherche des spéculations intensives.

Le cahier de charges parle de l'obligation de planter des arbres dont le nombre est fixé par le service forestier au cas où la densité du peuplement est insuffisante. L'occupant est tenu de maintenir constamment en bon état, les arganiers existants, les ouvrages et les arbres établis par lui...notamment ceux qui seraient susceptibles d'influer sur le régime des eaux. Il est interdit au bénéficiaire d'abattre, d'arracher, de mutiler, d'écorder..., les arganiers ou arbustes de la parcelle occupée.

L'autorisation de mise en culture à l'usufruitier est consentie pour une durée de trois années renouvelables par tacite reconduction, sauf lorsqu'une des parties contractantes a l'intention de ne pas renouveler ou de modifier les conditions de mise en culture. Après trois années d'exploitation de la parcelle, l'agriculteur a le droit de la changer et de demander la mise en culture d'une parcelle vierge. C'est en fait au bout de trois ans que le rendement chute suite à la salinisation du sol et sa dégradation d'une façon générale. Les parcelles délaissées constituent le point de départ d'un ensablement certain...force est de constater un déséquilibre qui se manifeste entre pratiques sociales et législation en cours. "Celle-ci qui était à l'époque un moyen de sauvegarde du patrimoine, est devenue actuellement un instrument légal pour la dégradation ... les modes d'exploitation agraire de l'arganeraie évoluent rapidement alors que la législation ne suit pas avec le même rythme" (O. M'HIRIT & al, 1998).

D. Irrigation et mutation du système agraire dans l'arganeraie

La typologie d'exploitation de l'espace arganier a connu de profondes mutations. Plus d'une dizaine de situations se présentent allant des espaces forestiers non encore mis en culture jusqu'à l'agriculture irriguée, intensive sous serres; en passant par l'arboriculture ou l'exploitation de fourrage sous-bois. Les facteurs socio-économiques qui véhiculent cette évolution sont classés en facteurs endogènes et d'autres exogènes. Les premiers sont des facteurs socio-économiques propres à l'exploitation agricole prise dans ce cas comme un noyau focal de l'exploitation du milieu

naturel. Les seconds sont ceux qui agissent sur le fonctionnement du système local, ou encore sur les facteurs endogènes pour aboutir en fin de compte à un autre système de pratique agraire et donc un autre système de gestion de l'espace. Ce qui va induire des situations de déséquilibre, et par voie de conséquence des problèmes de dégradation. C'est le cas du système d'exploitation de la plaine du Souss et aussi celui relatif à la remontée des nomades du sud à la recherche des pâturages d'été.

Le développement depuis plus d'une vingtaine d'années des cultures intensives sous l'arganier a fait que de nouveaux modes de gestion sont entrainés de se mettre en place et tendent à exclure l'arganier de l'ensemble du système de fonctionnement. L'arbre devient "un gêne" devant la valorisation agricole aux yeux de beaucoup de gens.

Dans la forêt d'Admine par exemple, qui jadis fut la plus belle arganeraie du Maroc avec 22000ha (S.M. Yousfi, 1988) les strates forestières ont perdu entre 1969 et 1986 plus de 2000 ha de forêt claire de densité inférieure à 10 souches/ha et près de 7000ha de densité moyenne entre 10 et 40 souches/ha. La surface des cultures irriguées sous forêt a été multipliée par 10 en passant de 912 ha à 9000 ha environ dont presque une centaine sous serres.

Le développement agricole dans ces plaines forestières reste lié à l'exploitation des eaux de surface. Le bassin de Souss-Massa a une quantité d'eau de surface disponible qui dépasse les 600 millions de m³ qu'emmagasinent les barrages Abdelmoumen, d'Aouloz et Youssef Ben Tachfine et d'autres réservoirs plus faibles dans le bassin. Il possède aussi un réservoir aquifère important dont la capacité de recharge est d'environ 450 millions de m³ par an. Plus de 13000 puits (sur 21000 pour l'ensemble de la région Souss-Massa-Draa) y sont exploités pour pomper les eaux destinées à l'usage domestique, industriel et agricole (SIWM, 2001). Les observations historiques de la nappe de Souss-Massa montrent un rabattement moyen allant de 1 à 2m par an. Dans certaines zones il a atteint les 60m, ce

qui pourra induire des problèmes d'intrusion d'eau salée, d'augmentation des coûts de pompage, et de réduction des possibilités d'irrigation et d'exploitation agricole même traditionnelle à l'avenir. Pendant les années de sécheresse la quantité d'eau de surface peut chuter de 20 fois ou presque comme en 1960-61 où elle a atteint 35 millions de m³ (SIWM, 2001).

Lors de la délimitation de l'arganeraie de plaine, un certain nombre de puits ont été recensés et régularisés par l'appellation "NAOURA", sorte d'autorisation de mise en culture (telles que pratiquée à l'époque) accompagnée de mesures de sauvegarde de la parcelle autour du puit. Depuis les années 1970, l'expansion des maraîchages et de l'exportation engagent le service forestier dans une vague de répression contre les défrichements et les creusements illicites de puits dans le domaine forestier. L'usage du plastique, qui permet de transporter artisanalement l'eau sur plusieurs kilomètres, aggrave la situation et fait vivre à la forêt la chance d'être irriguée par de l'eau pompée à "l'extérieur".

Au début des années 1990, la vague de sécheresse a mis l'administration forestière devant la nécessité de se prononcer sur les effets potentiels de l'autorisation de pompes supplémentaires dans la nappe. Le périmètre irrigué d'Issen (13.000 ha) qui comprend plus de 1300 ha relevant de l'arrondissement forestier d'Ouled Taima dont les forêts de Rmila et Douiouir, a reçu un coup très dur avec cette sécheresse ce qui lui a valu un cahier de conditions générales propre à ces deux forêts. Ces dernières ont été englobées en 1974 par le plan directeur de l'aménagement hydro-agricole de la vallée du Souss qui prévoit l'équipement et le lotissement de ce secteur dans le cadre de la réforme agraire. En 1988 le ministre de l'agriculture demande à la Direction Provinciale de l'Agriculture (DPA) d'étudier le mode d'exploitation de ce domaine forestier dans le cadre du périmètre irrigué d'Issen. Dès 1989 l'Office Régional de la Mise en Valeur Agricole (ORMVASM) engage les procédures de remembrement des droits d'usage, d'équipement des parcelles, et de morcellement en vue de l'irrigation.

Le regroupement des assiettes des droits d'usage sous forme d'une trame d'irrigation a conduit à une généralisation forcée de l'agriculture sur la presque totalité du massif forestier. Malgré la décision d'interdiction de pompage sous forêt, prise par la mission technique à l'époque, les haies d'une quelconque "Zériba" peuvent facilement encore cacher une motopompe (A.TRIBAK, 1993).

IV. LES IMPACTS DE L'IRRIGATION SOUS ARGANIER

Le contenu des considérations environnementales dans le montage des projets de barrages qui surplombent la plaine du Souss ont pu certainement toucher d'une façon ou d'une autre les problèmes généraux liés à l'irrigation tels que: l'hydromorphie, la salinisation, les aspects sanitaires, l'usage des produits chimiques fertilisants ou pesticides, la pollution des eaux souterraines ou de surface, les effets sur la flore et la faune sauvage, l'eutrophisation, les effets hydrologiques à l'aval, le déplacement des populations, les effets socio-économiques, les impacts sur le paysage rural,...etc.

Dans cette analyse nous tendrons à nous confiner au niveau de la strate forestière, détachée du fond foncier et ses contraintes législatives et gestionnaires, afin d'évaluer les impacts des modes de gestion de l'eau d'irrigation sur la forêt en tant que forme d'occupation du sol menacée de disparition. Les principaux impacts "forestiers" peuvent être énumérés comme suit, selon la composante considérée:

A. Contexte législatif et gestionnaire

- 1- Le recul progressif de l'aspect forestier par la perte de densité et la transformation en faveur des paysages agricoles surtout irrigués ou sous serre. L'aménagement et la gestion forestière proprement dite de ces massifs s'incline devant la logique économique ou plutôt financière des investissements hydro-agricoles;
- 2- La régression de l'emprise juridique de la domanialité forestière sur le pays d'argan dont le territoire se noie dans la multitude de droits d'usage et leur passage en cascade par l'héritage et surtout par transaction avec des étrangers à la zone; le contrôle des

défrichements ou coupes illicites d'arbres ou d'arbustes ou branchages s'avère de plus en plus difficile.

- 3- La caducité opérationnelle de la législation forestière dont les textes sont anciens et ont été surtout élaborés avant la vague d'irrigation et d'intensification des cultures sous forêt.
- 4- La présence de pompages et de pratiques illicites d'irrigation qui profitent de la couverture générale des activités régulières en place.
- 5- Le poids des normes de qualité de production induit par les activités agricoles intensives d'exportation qui défigurent la relation Homme-Milieu et épuisent ses potentialités .
- 6- L'adaptation informelle des pratiques juridiques de transaction et de passation des droits d'utilisation du sol, face à la pression alléchante du capital national extra-régional ou même étranger.

B. La flore et la faune sauvage

- 7- La transformation de la physionomie de l'écosystème forestier impliquant des modifications dans la composition floristique et dans la répartition spatiale des groupements végétaux qui deviennent difficiles à gérer. L'atteinte à la biodiversité d'une richesse botanique qui compte autour de 1000 espèces végétales dans l'arganeraie dont 140 sont endémiques au Maroc et qui connaissent des disparitions irréversibles.
- 8- La diminution de la vigueur des peuplements et des arbres d'argan restants sous l'effet de l'isolement et des changements du bilan hydrique dans l'air et surtout dans le sol et ses profondeurs par le pompage d'irrigation.
- 9- La réduction des chances de régénération naturelle des jeunes semis d'arganier à cause de la disparition des sous-bois et mort-bois épineux qui les protégeait contre la dent du bétail et le ramassage intensif des fruits.
- 10- La blessure des arbres encore sur pied par les pratiques culturales et surtout par le labour mécanique qui touche le système racinaire traçant de l'arganier.
- 11- La destruction de l'habitat de la faune sauvage qui connaît une régression alarmante sous l'effet de

la chasse, du braconnage, de la sécheresse et de la dégradation du couvert végétal et des lieux d'abreuvement.

C. Les sols

- 12- La déstructuration des sols, déjà squelettiques et sablonneux habitués au labour traditionnel à l'araire, par l'apport de la mécanisation et des labours profonds.
- 13- L'érosion des sols, découverts suite à la destruction de la strate arbustive et surtout herbacée par les activités agricoles et de parcours. L'érosion éolienne intense est aggravée par la rareté et l'agressivité des pluies.
- 14- La perte de fertilité des sols, voire leur stérilisation partielle par la concentration des sels dans les horizons superficiels suite à la pratique des cultures irriguées ;
- 15- La création de foyers d'ensablement par l'aspect itinérant de l'activité agricole sous forêt où l'agriculteur a le droit de changer la parcelle après trois années, suite à la chute des rendements. La forêt de plaine assise en majorité sur des formations de remplissage plio-quadernaire présente des sols de constitution sableuse sans résistance au vents. "Les buttes sableuses retenues par les arganiers chétifs constituent un paysage commun dans l'Est et le Sud de la forêt, où la formation localisée des dunes continentales a déjà été entamé". (O. M'HIRIT & al, 1998)

D. L'eau

- 16- La perturbation du cycle hydrologique dans le bassin qui n'est pas sans effets sur le couvert forestier dans la relation de ses racines avec le niveau de la nappe, la remontée des sels, l'hydromorphie,...etc.
- 17- La pression sur la nappe par le pompage excessif qui fait baisser le niveau de la nappe ce qui amène les gens à creuser jusqu'à 140m et plus dans certains endroits pour irriguer. Le recours à ces pratiques assèche les points d'eau et les puits dans les franges d'exploitation traditionnelle où les gens, sans moyens de forage, trouvent une seule réponse au phénomène: aller en ville.

- 18- Les mode inappropriés de gestion des droits à l'eau et à l'usage du sol font appel à une exploitation maximale des ressources par des usufuitiers étrangers insoucieux de l'avenir du milieu et de sa stabilité

E. le contexte socio-économique et culturel

- 19- La déstructuration de l'économie traditionnelle et ses équilibres avec la nature par les mutations économiques qui se mettent en place. Basée sur une exploitation sylvo-pastorale vivrière, elle se voit harcelée par le poids de la monétarisation, la mécanisation, l'irrigation, et surtout les possibilités de transaction des droits d'usage avec des capitaux venus d'ailleurs.
- 20- La déviation des objectifs du développement local vers des options d'exploitation des ressources qui, au lieu de rendre service à la population régionale, sert plutôt une clientèle nationale et internationale surtout européenne.
- 21- La création d'un effet de purge économique causant le déplacement des populations autochtones qui sont forcées de passer leur droits d'usage contre des prix auxquels elles ne peuvent pas résister. L'eau a ainsi déniché les gens à l'amont, par l'expropriation sur le site des barrages, et en bas par l'appât de la vente aux enchères des droits d'usages à des masses monétaires qu'ils ne savent pas toujours bien gérer.
- 22- L'abandon du milieu naturel appauvri par l'agriculture intensive et délaissé par les nouveaux exploitants après la chute des rendements. Les ressources humaines potentielles qui peuvent le reprendre en charge, et que constituaient les compétences traditionnelles de gestion équilibrée du milieu, ont déjà migré en ville ou abandonné le métier agricole ce qui laisse la place à la désertification.
- 23- La perte des pratiques locales de gestion traditionnelle des ressources d'où une acculturation économique de la zone en faveur d'une ouverture en bulldozer qui

balaye les germes de durabilité du développement régional que l'on avance et épuise irréversiblement les ressources.

CONCLUSION

Le domaine forestier, de l'arganier à la cédraie, et les gestionnaires de l'Administration de Eaux et Forêts ont toujours vécu l'habitude de recevoir les gouttes d'eau directement du ciel avant de s'en débarrasser par infiltration, ruissellement ou accumulation dans les barrages. Au delà du traitement des bassins versants, de la gestion des zones humides ou de la richesse piscicole des cours et plans d'eau, les problèmes de gestion de cette ressource passent automatiquement en dehors du domaine d'action de la foresterie. Cependant, la forêt, ses usages et ses fonctions écologiques et socio-économiques ne restent pas à l'abri des bouleversements et des interactions des différentes composantes du développement régional, particulièrement celles qui se déroulent dans le monde rural.

Le statut juridique particulier de l'arganeraie et le système agraire qui s'y rattache traditionnellement et surtout le développement de l'irrigation font que la position de la forêt dans le cycle de l'eau se voit violée. Des espaces relevant juridiquement et naturellement du domaine forestier s'apprentent à recevoir les eaux de barrage ou de pompage pour assurer une production irriguée non forestière.

Une agro-foresterie dont les possibilités de contournement juridique s'allient aux apports techniques pour développer une agriculture "moderne" qui héberge des investissements souvent venus d'ailleurs pour bénéficier des bienfaits de l'irrigation.

Devant cette situation on se demande si dans le moyen terme on n'est pas entrain d'officialiser la production du désert par la destruction des derniers remparts naturels qui le retardent. Le sol forestier, dépourvu de sa végétation, se voit foncièrement remembré en trame d'irrigation dont l'exploitation itinérante, à la recherche du "rendement", laisse derrière elle une génération de foyers d'ensablement tous les trois ans. Le milieu naturel en dégradation perd progressivement son contenu humain autochtone qui divorce avec l'art d'y vivre dans l'équilibre perdu. L'illusion du "développement" actuel n'est qu'un cyclone passager de capitaux, nationaux et étrangers, qui tout en soufflant la crème des ressources laisseront derrière eux les vestiges ingérables d'un processus de dégradation que seul le désert saura démaquiller. La révision et le respect des législations sur la forêt et les modes de gestion de l'eau feront-ils inverser les tendances? C'est là un chantier d'alarme dont le slogan économique, naturel et socio-culturel se résume à dire que "prochainement le Souss ne sera plus le Souss".

Références bibliographiques

- Benabid. A et Fennane. M, 1999, principales formations forestières in Le grand Livre de la Forêt Marocaine, ed. Mardaga, Sprimont, Belgique.
- Bechekroun. F et Buttoud. G, 1989, l'arganeraie dans l'économie rural du Sud-Ouest Marocain, Forêt méditerranéenne (2) : 127-136.
- El Aboudi. A & al, 1991 Evolutions journalières et saisonnières de l'état hydrique des feuilles d'arganier, Groupe d'Etude de l'Arbre Ed, Paris.
- El Yousfi S.M., 1988 : la dégradation forestière dans le sud marocain, cas de l'arganeraie d'Admine, Mémoire de 3ème cycle, IAV Hassan II.
- M'hirit O., Benzyane M., Benchekroun F., El Yousfi S.M., Bendaanoun. M 1998: L'Arganier, une espèce fruitière -forestière à usages multiples; MARDAGA, Sprimont, Belgique.
- Projet SIWM (gestion intégrée des ressources en eau dans le Souss-Massa) rapport Réalisation des Projets Pilotes, 2001; USAID-Gouvernement du Maroc.
- Tribak A., 1993, Evaluation des impacts de l'exploitation de la nappe sous l'arganeraie : cas des forêts de Rmila et Douiourir (périmètre irrigué d'Issen), Rapport interne Centre National de Recherches Forestières, Rabat
- Tribak A. et Hajib S., 1992, Le domaine forestier littoral dans la problématique Environnement-développement, cas d'Agadir, rapport interne au CNRF, Rabat

Auteur :

Abdelmajid TRIBAK

Chercheur en Environnement et Etudes d'impact.

Ingénieur d'Etat Principal des Eaux et Forêts - Ancien chercheur au CNRF - Docteur d'Etat en Environnement, Urbanisme et Aménagement du Territoire

Cellule Développement Rural et Environnement

Direction de l'Enseignement, de la Recherche et du Développement - Avenue M. Belarbi Alaoui, BP : 6598 Rabat-Instituts, RABAT - Tel : GSM: 212.62.08.08.01 - B : 212.37.77 69 24/25 - D : 212.37.29 38 05

CARACTERISATION DE LA VARIABILITE SPATIALE DU CLIMAT MAROCAIN EN RELATION AVEC LA PRODUCTIVITE DES CEREALES A PETITES GRAINES

T. A. Zeggaf *, N. Nsarellah*, D. Hadrabach* & A. Baidani**

Résumé:

L'eau est le principal facteur limitant la production céréalière au Maroc. Les précipitations souvent faibles et aléatoires combinées à des températures élevées sont à l'origine d'épisodes secs imprévisibles et préjudiciables aux céréales. Alors que les effets des sécheresses de fin de cycle, caractéristiques du climat Marocain, peuvent être remédiées par l'utilisation de variétés à cycle court, l'ampleur des déficits climatiques dans les régions situées plus au sud est telle que l'utilisation des techniques de conservation de l'eau et de l'irrigation d'appoint est seule capable de stabiliser et d'optimiser la production céréalière dans ces zones. A ce titre, une bonne connaissance de la variabilité spatiale du climat, des sols et des systèmes de production s'avère très utile pour comprendre les processus de croissance, de développement et du rendement final des céréales dans ces zones. Les techniques de conservation de l'eau recommandables auprès des agriculteurs doivent s'ajuster à chaque situation de déficit hydrique et être adaptées aux différents niveaux de ce dernier. Des axes de recherches relatifs à ces techniques peuvent améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau à la parcelle et sont la clé pour l'amélioration des revenus des agriculteurs marocains.

INTRODUCTION

Les zones céréalières pluviales marocaines se caractérisent par la faiblesse des précipitations, des températures élevées, un pouvoir évaporateur important et par conséquent des épisodes de sécheresse fréquents (Nicholson et Wigley, 1984). En conséquence, des stress hydriques d'intensités variables s'installent rendant la production des céréales modeste et incertaine (Jouve, 1988). La céréaliculture étant la principale occupation dans les régions pluviales, les revenus des agriculteurs ainsi que le développement de ce secteur de la population s'en trouvent affectés. Une bonne gestion des systèmes de production dans ces zones ne pourrait se faire sans une connaissance approfondie des facteurs climatiques et des stress hydriques qui s'en suivent, limitant la production végétale et exacerbant la variabilité spatiale et temporelle des rendements.

Dans cette étude, nous aborderons la variabilité spatiale du climat (pluie, température et pouvoir évaporateur), les conséquences sur le déficit climatique et la variabilité spatiale des rendements des principales cultures des régions pluviales (Blé dur, blé tendre et orge). Nous essaierons enfin de comprendre les relations climat-production végétale très utiles pour la caractérisation des

systèmes de production dans différentes zones du milieu aride et semi-aride marocain et pour l'orientation de recherches futurs dans ce domaine

I. VARIABILITE SPATIALE DU CLIMAT (PRECIPITATIONS, PERIODES SECHES ET TEMPERATURES)

Cette partie de l'étude s'intéresse à la variabilité spatiale des températures moyennes et des précipitations au cours des différentes phases du cycle cultural des céréales (début, milieu et fin du cycle). L'échelle décadaire est utilisée ici pour le traitement des données climatiques vu qu'une analyse mensuelle est probablement trop sommaire et qu'une analyse journalière serait trop détaillée. Les périodes sèches utilisées dans cette étude concernent une ou plusieurs décades successives où le cumul pluviométrique de chacune d'elles n'excède pas 5 mm. En effet, les régions arides et semi-arides marocaines reçoivent des pluies erratiques et de faible hauteurs. Ces faibles pluies s'évaporent rapidement après leur chute et ne contribuent que faiblement à l'augmentation de la réserve hydrique du sol (Watts and Elmourid, 1988). Ces périodes sèches ont été classées selon leurs longueurs. En effet, la longueur des périodes sèches nous informe sur l'intensité de la sécheresse et du déficit climatique conséquent pour la culture des céréales.

Les classes de périodes de sécheresse utilisées se répartissent en décades sèches isolées (Dsi, ces décades se situent entre 2 décades humides), ne présentant pas de risque réel pour le développement des céréales et, en décades sèches successives référées par le terme nDss (n étant le nombre de décades sèches successives).

Une date de semis unique (le15 Novembre) sera adoptée pour toutes les stations concernées par l'étude. Le cycle des céréales est divisé en: Début du cycle (de la 2^{ème} décade de Novembre à la 3^{ème} décade de Décembre), milieu du cycle (de la 1^{ère} décade de Janvier à la 2^{ème} décade de Mars) et Fin de cycle (de la 3^{ème} décade de Mars à la 3^{ème} décade de Mai).

La région considérée dans cette étude s'étend de Fès, Meknès au nord, Casablanca et Settat au centre à Safi, Marrakech et Agadir au Sud. Pour rendre compte de la variabilité spatiale des précipitations dans ces zones, le choix des stations doit respecter les divisions géographiques de la région considérée, que les séries climatiques étudiées soient homogènes, continues et qu'elles s'étendent sur une période plus ou moins longue (30 ans). Enfin, 7 stations ont été retenues pour cette étude: Meknès, Fès, Casablanca, Settat, Safi, Marrakech et Agadir. Les coordonnées géographiques, l'élévation

* Institut National de la Recherche Agronomique, Settat

** Université Hassan 1er, Faculté des Sciences et Techniques de Settat

ainsi que la longueur des séries climatiques collectées (30 années) sont présentées dans le tableau 1.

I.a. Disponibilités pluviométriques durant le cycle de la culture des céréales:

La figure 1 montre la répartition des quantités pluviométriques moyennes reçues en début, en milieu, en fin et pendant tout le cycle des céréales pour

les 7 stations. Les cumuls pluviométriques suivent une claire tendance à la baisse en allant du Nord au Sud avec un pallier intermédiaire composé des stations voisines du littoral telles que de Casa, Safi et Settat (figure 1). En effet, ces derniers atteignent au Nord (Meknès, Fès) le double de ceux enregistrés au Sud (Marrakech, Agadir). On note aussi que l'essentiel de ces

précipitations est enregistré au cours du milieu de cycle.

A cet égard, un semis du 15 Novembre est convenable vu que la plus grande part des précipitations est concentrée pendant le milieu de cycle de la culture des céréales dans les stations considérées. Dans ce cas, les précipitations du milieu du cycle représentent souvent plus de 50% du cumul pluviométrique enregistré pendant tout le cycle. Aussi, le gradient pluviométrique Nord-Sud est perceptible durant toutes les trois phases du cycle des céréales.

I.b. Evolution des températures moyennes décadales durant le cycle de la culture des céréales :

Un gradient de même direction (Nord - Sud) que celui des précipitations mais de sens opposé est observé pour les températures moyennes durant toutes les phases du cycle des céréales (figure 2). La station de Marrakech située à l'intérieur du pays connaît un climat continental et passe de températures relativement basses au début du cycle à des températures élevées en fin de cycle. L'influence du climat désertique est mis en évidence par les hautes températures au niveau d'Agadir et de Marrakech en fin de cycle.

I.c. Caractérisation des périodes sèches:

La caractérisation du risque climatique d'une sécheresse au cours du cycle est capitale en vue d'atténuer ses effets néfastes sur la croissance, le développement et le rendement final des céréales. Les décades sèches, par opposition aux décades arides ne recevant aucune pluie (Rognon, P. 1996), sont définies ici par celles recevant des hauteurs pluviométriques inférieures à 5 mm. Leurs distributions durant le cycle pour les 7 stations sont présentées par la figure 3.

Dès le début du cycle, les périodes sèches s'installent dans le Sud (Marrakech et Agadir) avec une part de décades sèches déjà supérieures à 50 % des décades totales du cycle (figure 3a). Par contre, les stations du Nord sont relativement épargnées des déficits pluviométriques sévères en début de cycle.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations climatiques retenues et longueur des séries de mesures.

N	Stations	Latitude	Longitude	Elévation (m)	Série
1	Meknès	33°05'	5°33'	530	1960 - 1990
2	Fès	34°02'	5°00'	416	1960 - 1990
3	Casablanca	33°35'	7°39'	50	1960 - 1990
4	Settat	33°02'	7°35'	330	1960 - 1990
5	Safi	32°18'	9°15'	15	1960 - 1990
6	Marrakech	31°40'	8°00'	470	1960 - 1990
7	Agadir	30°23'	9°24'	32	1960 - 1990

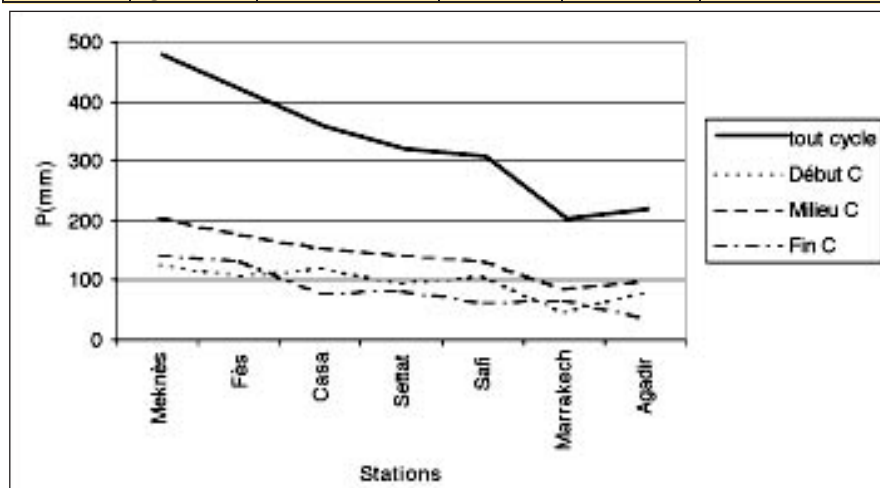


Figure 1: Répartition moyenne de la pluie pour les 7 stations pendant tout le cycle et durant les 3 phases de la culture des céréales (début, milieu et fin de cycle)

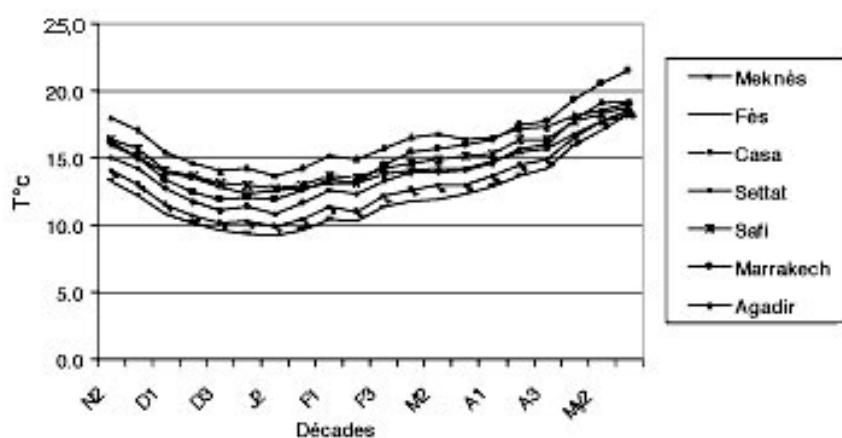


Figure 2: Evolution de la température moyenne pour les 7 stations étudiées durant les 3 phases de la culture des céréales (début, milieu et fin de cycle)

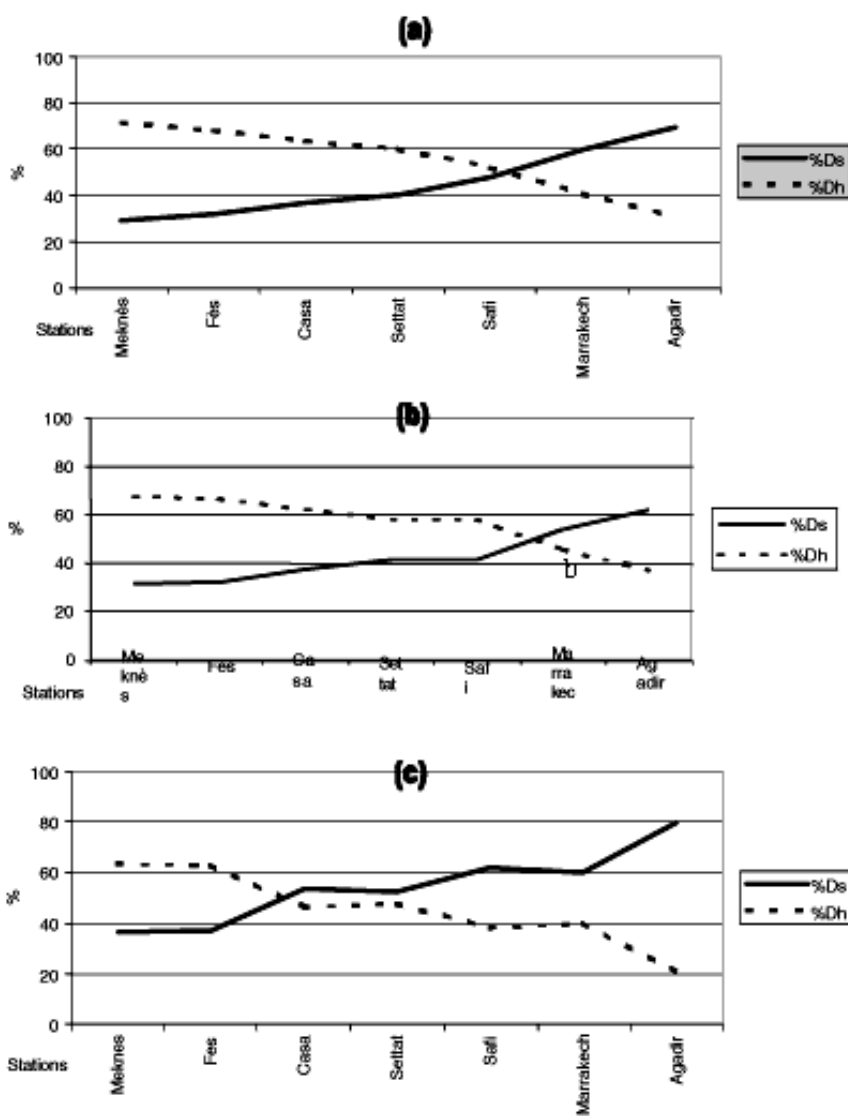


Figure 3: Intensité des périodes sèches durant le début (a) milieu (b) et fin de cycle (c) des céréales pour les 7 stations étudiées

En milieu de cycle, Safi subit des épisodes de sécheresse plus ou moins intenses comparables à ceux de Marrakech et Agadir. Les autres stations restent relativement épargnées comme en début de cycle (figure 3b).

En fin de cycle, les stations de Casablanca et Settat rejoignent les 3 autres situées plus au Sud (Marrakech, Agadir et Safi). Ces stations connaissent des périodes sèches se situant entre 50 à 80% de la durée de ce cycle. Les stations situées au Nord (Meknès et Fès) connaissent désormais des épisodes secs importants avoisinant 40% des décades de fin du cycle (figure 3c).

Id. Distribution des périodes sèches:

La figure 4 montre la répartition des séquences sèches selon leurs longueurs (de 2 à 8 Dss) en début, milieu et en fin de cycle. En effet, l'intensité des épisodes secs change qualitativement que ce soit en début, milieu ou en fin de cycle des céréales pour chaque station.

En Début de cycle, les décades sèches isolées (Dsi) sont importantes (voisines de 50%) dans les stations situées au Nord (Meknès et Fès). Cela signifie que les chutes de pluies sont fréquentes et que les jours pluvieux le sont aussi. En revanche, les stations situées au Sud (Marrakech et Agadir) subissent déjà

dans 80 % des cas des périodes sèches allant de 1 à 4 Dss (figure 4a).

D'une façon générale, en milieu de cycle, la tendance est à la substitution des périodes sèches moins longues (2 et 3 Dss) par d'autres plus longues (4, 5 et 6 Dss) (figure 4b). Ce gain en longueur s'opère plus clairement au niveau des stations situées au Sud que celles du Nord. En effet, l'intensité des épisodes secs diffère qualitativement en allant du Nord au Sud.

En fin de cycle, cet effet de remplacement des épisodes secs moins longs par d'autres plus longs est bien plus prononcé au Sud mais concerne déjà la plupart des stations situées plus au Nord. Effectivement, la production céréalière au niveau des stations de Meknès et Fès, qui étaient relativement épargnées par les épisodes secs en début et en milieu de cycle, encoure en fin de cycle une réelle menace (les Dss d'une longueur de 2 et 3 interviennent dans près de 35% et ceux de 4 et 5 Dss constituent environ 25%). L'utilisation de variétés précoces pour esquiver les sécheresses de fin de cycle serait à ce titre judicieuse. Au Sud, en fin de cycle, les périodes sèches allant de 2 à 6 décades sèches successives constituent 80% des cas. Dans ces conditions, les déficits pluviométriques deviennent très intenses, limitant significativement la production des céréales

II. VARIABILITE SPATIALE DE LA DEMANDE CLIMATIQUE

II.a. Evolution moyenne décadaire de la demande climatique durant le cycle des céréales :

Une étude sur la performance des méthodes de calcul de l'évapotranspiration de référence, Eto à la station de Ouled Gnaou montre que les estimations les plus précises des données lysimétriques sont obtenues à travers l'utilisation de la méthode de rayonnement de Priestley-Taylor, 1972 et par la méthode Penman améliorée par Monteith, 1981 (Zeggaf et al., 2002). Dans cette partie, la formule de calcul de l'Eto utilisée est la formule de Blaney-Cridle (1950) modifiée par le USDA Soil Conservation Service Américain. Le choix de cette méthode de calcul est dicté essentiellement par la non disponibilité

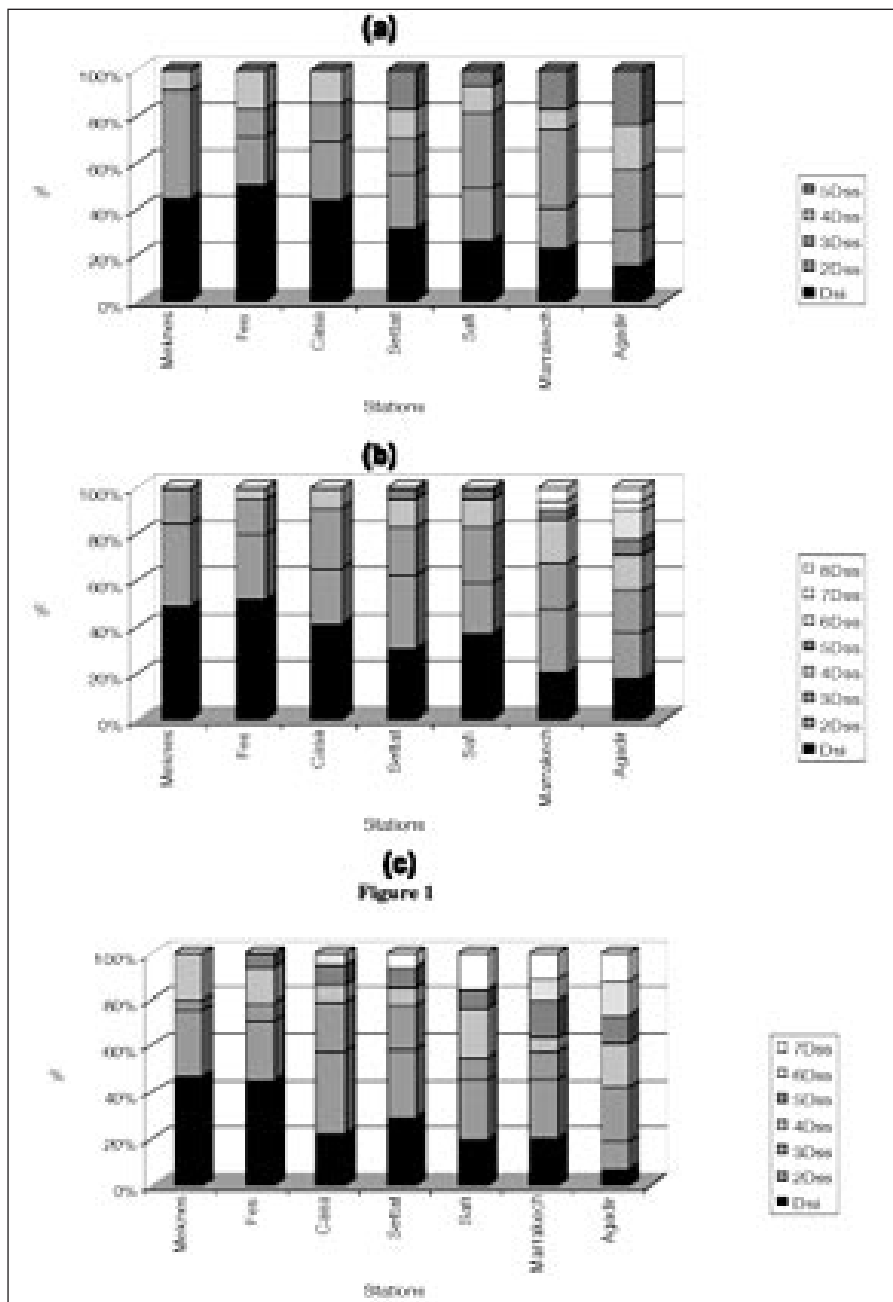


Figure 4: Distribution des périodes sèches durant le début (a) milieu (b) et fin de cycle (c) pour les 7 stations.

des données climatologiques autres que la température dans bon nombre de stations appartenant à l'étage aride et semi-aride Marocain. En zones arides à forte altitude, cette méthode peut produire une sous-estimation importante de l'ordre de 29% de la demande évaporatoire (Cuenca, 1989).

La figure 5 montre l'évolution de la demande évaporatoire durant le cycle des céréales pour les 7 stations étudiées.

L'Eto, importante encore au mois de Novembre diminue au cours du milieu du cycle en raison des faibles températures enregistrées pendant les mois de Janvier et Février. Elle augmente significativement en fin de cycle (mois d'Avril et Mai) où elle devient relativement importante. Effectivement, les écarts d'évapotranspiration entre les stations se réduisent à la fin du cycle, préambule aux fortes chaleurs généralisées dans toutes les

zones arides et semi-arides en été. Il en découle des besoins en eau des céréales pouvant passer, en année normale, de près de 460 mm au Nord (Fès) à plus de 600 mm au Sud (Agadir). Des besoins en eau pour les céréales similaires (450 mm) sont préconisés en Tunisie (Zahar, 2001).

II.b. Répartition moyenne du déficit climatique durant le cycle des céréales :

Sur la série étudiée de 30 années climatiques, le déficit climatique durant tout le cycle des céréales est globalement inférieur à 100 mm au Nord (Meknès et Fès). La situation géographique de ces deux zones proches des montagnes leur épargne des stress hydriques importants. Cependant, les stations de Casablanca, Settat et Safi connaissent des déficits climatiques importants se situant en moyenne entre 50 et 90% (entre 100 et 200 mm) des précipitations totales enregistrées durant tout le cycle (figure 6). Les stations du Sud (Marrakech et Agadir) connaissent elles, généralement, des déficits climatiques plus importants avoisinant 200% des précipitations cumulées enregistrées durant tout le cycle de la culture des céréales.

Les déficits climatiques de fin de cycle caractérisent toutes les stations de l'étage aride et semi-aride Marocain (figure 7). De ce fait, même les stations de Meknès et Fès, en général épargnés en début et milieu de cycle, connaissent elles mêmes, des déficits climatiques en fin de cycle atteignant jusqu'à 100 mm en moyenne. Dans ce cas, l'utilisation de variétés précoces peut s'avérer utile pour esquiver les sécheresses de fin de cycle (Yacoubi, Zeggaf et Elmourid, 1994, et Karrou et Elmourid, 1993).

Les stations de Casablanca, Settat et Safi sont plutôt assujetties à des déficits climatiques en milieu et fin de cycle. Dans ce cas, des semis antérieurs au 15 Novembre augmenteraient l'efficacité d'utilisation de l'eau en années sèches par la mise en place précoce d'une couverture végétale importante (Sombrero et al, 1993, Bouchoutrouch, 1986, et Cooper et al, 1987). L'adoption de techniques de conservation de l'eau pouvant conserver l'humidité du sol durant le milieu ou la fin du cycle seraient très utiles pour assurer des

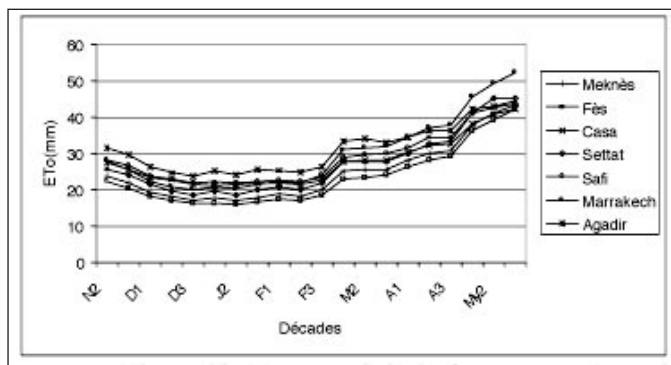


Figure 5: Evolution Décadaire de l'évapotranspiration de référence (Eto, SCS Blanny-cridle 1950) durant le cycle de céréales pour les 7 stations de l'étude.

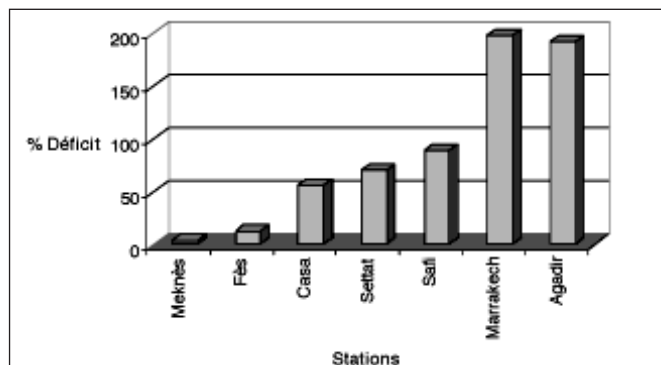


Figure 6: Part de déficit climatique par rapport au cumul pluviométrique enregistré pendant tout le cycle pour la culture des céréales selon les 7 stations d'étude.

rendements céréaliers stables dans ces zones (Bouzza, 1990, et Kacemi, 1996).

Les stations de Marrakech et Agadir connaissent en général des déficits climatiques précoces et intenses. Elles sont aussi assujetties à tous les types de déficit climatique (en début, milieu et fin de cycle). Ces déficits sont très importants en général (atteignent 400 mm). Ces derniers peuvent être encore exacerbés si des pertes importantes par ruissellement existent par l'effet des érosions hydrique et éolienne. Dans ce cas, seuls des irrigations d'appoint peuvent remédier à des déficits climatiques intenses (Boutfirass, 1996).

Le tableau 2 résume l'intensité des déficits climatiques en début, milieu et fin de cycle dans chacune des stations étudiées.

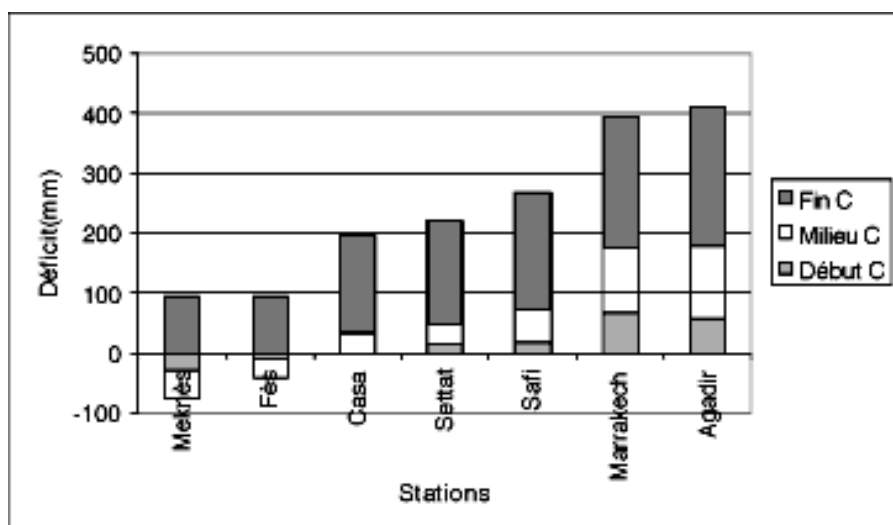


Figure 7: Répartition moyenne de déficit climatique au cours du cycle (début, milieu et fin de cycle) selon les stations.

III. VARIABILITE SPATIALE DES RENDEMENTS DE LA CULTURE DES CEREALES (BLE DUR, BLE TENDRE ETORGE)

Si la variabilité spatiale du climat dans les zones arides et semi-arides marocaines est facilement cernée, celle des rendements l'est moins (figure 8). En effet, la variabilité spatiale des rendements céréaliers est exacerbée par la distribution irrégulière des précipitations dans ces zones, la variabilité édaphique et surtout la variabilité des systèmes de production et les techniques culturales adoptées par les agriculteurs dans chaque zone.

Sur une série de 30 ans des rendements des céréales (blé dur, blé tendre et orge), il apparaît que deux groupes de stations à rendements élevés (Meknès, Fès et Casablanca) et d'autres stations à

Tableau 2 : Caractérisation de l'ampleur du déficit climatique selon les phases du cycle de la culture des céréales pour les 7 stations d'étude.

	Déficit (mm)	Meknès	Fès	Casa	Settat	Safi	Marrakech	Agadir
Début Cycle	Excédent	X	X	-	-	-	-	-
	0 - 25	-	-	X	X	X	-	-
	25 - 50	-	-	-	-	-	-	-
Milieu Cycle	50 - 75	-	-	-	-	-	X	X
	0 - 50	X	X	X	X	-	-	-
	50 - 100	-	-	-	-	X	-	-
Fin Cycle	>100	-	-	-	-	-	X	X
	0 - 100	X	X	-	-	-	-	-
	100 - 200	-	-	X	X	X	-	-
	>200	-	-	-	-	-	X	X

X, - cas observé ou non

rendements faibles (Safi et Marrakech) se distinguent (figure 8a,b et c). Cependant, si ces écarts peuvent bien être identifiés en années humides, ils deviennent minimales en années sèches. En effet, même les stations de Meknès et Fès qui, en général, ne connaissent pas des déficits climatiques sévères en

début et en milieu du cycle voient leurs rendements céréaliers fatalement réduits en cas de déficit climatique sévère en fin de cycle. Les rendements céréaliers à la station d'Agadir sont relativement élevés vu le déficit climatique intense qu'elle subit. Mais, l'humidité relative élevée à Agadir (Rognon, 1996) en est

Références bibliographiques

- Blaney, H.F., and W.D. Criddle. 1950. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. USDA Soil Conservation Service. Tech. Paper N°96. 48pp.
- Bouchoutrouch, M. 1986. Yield response of three durum wheat varieties in semi-arid environment. M.Sc. Thesis, University of Nebraska, Lincoln. 1986.
- Boutfirass, M. 1996. Effet de l'irrigation d'appoint sur les génotypes de blé en zones semi-arides du Maroc. In "Moyens et techniques d'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau des cultures en irrigué". INRA Eds. 1996. 37-48 pp.
- Bouzza, A. 1990. Water conservation in wheat rotations under several management and tillage systems in semi-arid areas. Ph. D. Thesis, University of Nebraska, Lincoln. 1990.
- Cooper, P.J.M., P.J Gregory, J.D.G Keatinge, and S.C Brown. 1987. Effects of fertilizer, variety and location on barley production under rainfed conditions in Northern Syria II: Soil water dynamics and crop water use. Field Crop Res. 16 : 67-76 pp.
- Cuenca, R.H. 1989. "Irrigation System Design, an Engineering Approach". Prentice Hall Edition. New Jersey.
- Jouve, P., and A. Daoudi. 1984. Effets de la position du cycle cultural sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zones semi-arides et arides Marocaines. L'agronomie tropicale 39 (3) : 216-228 pp.
- Kacemi, M., G.A. Peterson, and R. M'rabet 1996. Water conservation, wheat-crop rotations and conservation tillage systems in a turbulent Moroccan semi-arid agriculture. Actes de conférence "Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc". INRA-MIAC Eds. 1994 83-91 pp.
- Karrou, M., and M. Elmourid 1993. Acquis de recherche sur la physiologie du stress hydrique au centre aridoculture. Al Awamia 81: 19-33 pp.

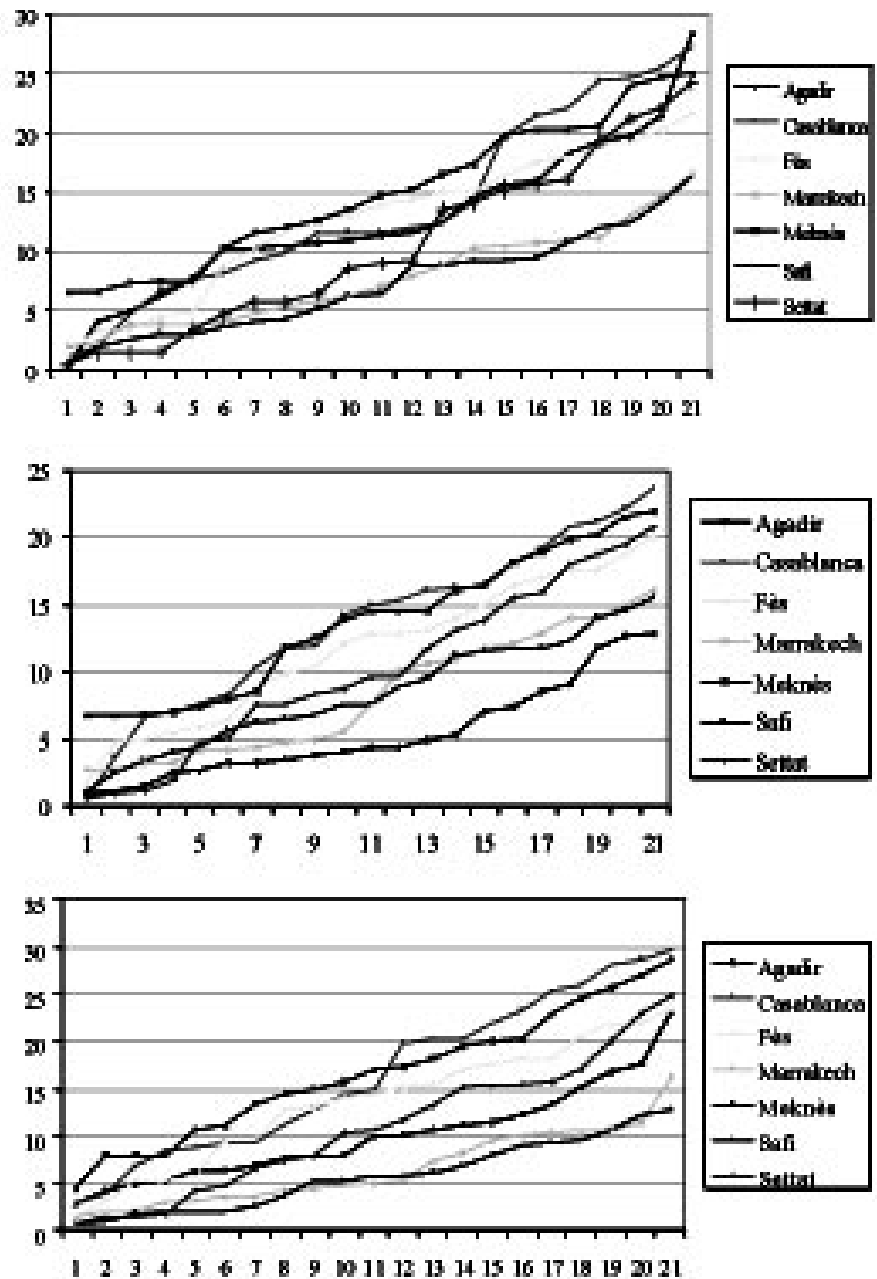


figure 8: Distribution de la variabilité spatiale et temporelle des rendements des cultures du blé dur(a), du blé tendre(b) et de l'orge(c) pour les 7 stations d'étude

peut être la raison. En tout cas, les rendements céréaliers se différencient nettement entre zones à potentiel de production élevé (Meknès, Fès, Casablanca et Settat) et d'autres à potentiel de production moyen à faible (Safi et Marrakech).

CONCLUSION

La variabilité spatiale des rendements céréaliers dans les zones arides et semi-arides marocaines est en large mesure expliquée par la variabilité du climat (pluie, température, période sèche et demande évaporatoire). Cette dernière est nettement cernée et montre des tendances claires. Cependant, les écarts

Références bibliographiques

- Monteith, J.L. 1981. Evaporation and surface temperature. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 107: 1-27pp.
- Nicholson S.E., and T.M.L Wigley. 1984. Drought in Morocco. I. The general climatology of drought. Report to the Conseil Supérieur de l'eau. Maroc.
- Priestley, C.H.B., and R.J. Taylor. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. *Mon. Weather Rev.* 100 : 81-92pp.
- Rognon, P. 1996. Sécheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb. *Sécheresse* 1996 ; 7 : 287-297 pp.
- Sombrero, A., R. Ontanon., J.L. Montoya., and J.L. Abad. 1993. La culture de l'orge en Castille et Leon : croissance, développement et production. In *Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Actes des colloques " Diversité génétique et amélioration variétale "*. INRA Eds. 1993. 239-252 pp.
- Watts, D.G., and M. Elmourid. 1988. Rainfall patterns and probabilities in the semi-arid cereal production region of Morocco. Report. 47 pp.
- Yacoubi, M., A.T. Zeggaf., and M. Elmourid. 1994. Simulation du gain de production du blé par le choix de variétés précoces dans la zone du projet Aridoculture. Actes de conférence " Acquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc. INRA-MIAC Eds. 1994. 378-384 pp.
- Zahar, Y. 2001. Maîtrise de la croissance démographique, gestion économique de l'eau et sécurité alimentaire. Quelles perspectives d'adéquations futures en Tunisie?. *Sécheresse* 2001; 12(2) : 103-110 pp.
- Zeggaf T.A., M. Elmourid, M. Karrou, and P. Steduto 2002. Comparaison des méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de référence à la station Ouled Gnaou. Al Awamia, 2002 (sous presse).

des rendements céréaliers se réduisent nettement en années sèches et sont souvent très faibles.

La variabilité spatiale des rendements est exacerbée par la variabilité édaphique et surtout la variabilité des systèmes de production et les techniques culturales adoptées par les agriculteurs dans chaque zone.

Alors que les sécheresses de fin de cycle peuvent être remédiées par l'utilisation de variétés précoces (Meknès, Fès), l'ampleur des déficits climatiques dans les régions situées plus au Sud est telle que l'utilisation des techniques de conservation de l'eau et de l'irrigation d'appoint est seule capable de stabiliser et d'optimiser la production céréalière dans ces zones.

Un grand effort doit être consenti en vue de mieux comprendre l'effet de la variabilité climatique, édaphique et des systèmes de culture sur la production céréalière. Cet effort doit avoir pour objectif d'orienter et de cibler les techniques de conservation de l'eau adaptées à chaque région d'agriculture pluviale Marocaine. En effet, ces techniques sont à même de sécuriser des rendements céréaliers raisonnables dans chaque région et d'assurer un revenu stable à l'agriculteur Marocain. Une recherche approfondie dans ces aspects est capable de rompre le cercle vicieux "faibles rendements – faibles investissements" dans les zones céréalières marocaines.

VULNERABILITE ET ADAPTATION DU SECTEUR IRRIGUE DU MAROC FACE AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Z. Bouazza¹, M. Jalil², R. Chafil³, A. Zerouali⁴

Résumé

Dans une récente étude, réalisée en 2001 pour le compte du ministère de l'environnement, nous avons tenté d'aborder, de façon globale, le devenir de la production nationale à l'horizon 2020 et d'évaluer la vulnérabilité du secteur agricole face aux impacts potentiels des changements climatiques.

Cette étude de vulnérabilité s'est basée sur des projections climatiques faites à l'aide du modèle MAGICC/SCENGEN du GIEC. Un ensemble de scénarios fut créé en changeant les données observées du climat actuel (1961-1990) en fonction des résultats de simulation pour un doublement du CO₂ à l'horizon 2100.

Les impacts sur les principales cultures irriguées d'une zone pilote: le Gharb, ont été estimés à l'aide du modèle CROPWAT de la FAO. Les résultats ont montré que vers 2020 les besoins en eau des cultures pourraient accuser un accroissement de +7 à +12% des besoins normaux actuels. Au plan national il faudrait mobiliser plus de 610 Millions de m³ d'eau supplémentaire pour irriguer le potentiel actuellement équipé. Ce volume atteindrait facilement 0.8 à 1 Milliard de m³ à terme du PNI. Cette situation poserait certainement des problèmes quant à la gestion de l'eau d'irrigation. Celle-ci, et compte tenu de l'objectif d'extension, devrait en plus prendre en considération une baisse éventuelle des ressources hydriques disponibles de l'ordre de -10 à -15%. De telles restrictions ne pourraient qu'affecter les rendements de cultures irriguées.

La baisse de la production nationale a été aussi estimée ce qui a permis de chiffrer le coût économique de ces impacts. La baisse des rendements imputée aux changements climatiques pourrait être atténuée moyennant une gestion efficace des ressources et une pratique raisonnée de techniques adaptées et économiquement envisageables.

En régime d'irrigation partielle l'effet positif de l'irrigation de complément a été simulé. Il s'est avéré, par exemple, qu'avec une quantité ne dépassant pas 100 mm on peut sauver les cultures céréalières d'une sécheresse fatale et aboutir à un rendement important. L'avancement de la date de semis permet l'obtention d'un rendement meilleur comparativement à une date plus tardive. D'autres solutions ont été simulées et analysées. Une analyse économique sommaire a été faite pour l'évaluation des coûts d'adaptation.

INTRODUCTION

L'étude "Vulnérabilité du Royaume du Maroc face aux impacts des changements climatiques: premier diagnostic" [Réf.1], réalisée en 2001 pour le compte du département de l'Environnement du MATHUE, avait pour objectifs d'évaluer les impacts potentiels inhérents aux changements climatiques sur certains secteurs socio-économiques sensibles tels que l'agriculture, l'eau et l'environnement. Elle visait aussi à définir et à recommander les options d'adaptation à mettre en oeuvre pour atténuer les impacts des changements climatiques. Les résultats de cette étude ont servi en partie à l'élaboration de la communication nationale [Réf. 2] (conformément à la CCNUCC) présentée par le Maroc à la conférence

des parties (COP-7) tenue à Marrakech du 29 Octobre au 09 Novembre 2001.

L'agriculture au Maroc est par définition très sensible au climat à cause d'une technologie moins avancée qui ne permet pas de se prémunir contre les effets de la sécheresse et la variabilité du climat. Cette sensibilité se manifeste à travers les variables climatiques et atmosphériques telles que l'éclairement, la concentration en CO₂, la température et les précipitations qui entrent en jeu dans le développement et la croissance des cultures végétales. Ces variables sont fortement impliquées dans le processus d'élaboration des rendements de cultures. L'agriculture de type pluviale, dite agriculture de "bour", à dominance céréalière avec près de 6000000 ha, est implicitement très vulnérable à tout changement de climat.

L'agriculture irriguée, qui intéresse plus de 1300000 ha en 2001, est conditionnée par le potentiel des ressources en eau mobilisées aussi bien les ressources superficielles que souterraines. Les impacts de premier ordre dus aux changements climatiques touchent directement le cycle hydrologique. Cette conséquence ne peut que se répercuter négativement sur l'agriculture irriguée d'où la vulnérabilité de ce sous secteur irrigué.

A travers la vulnérabilité du secteur agricole, l'un des principaux piliers de l'économie nationale, le Maroc se trouve vulnérable sur plusieurs plans aux changements climatiques: sur le plan social (rural) et sur le plan économique.

Parmi les aspects traités dans l'étude citée auparavant il y a l'impact sur les

1. Auteur: Professeur, Ecole Hassania Des Travaux Publics, BP 8108, Casablanca, Maroc
2. Coauteurs: Ingénieur, Bureau d'Etudes HYDRAUMET, Casablanca, Maroc
3. Coauteurs: Chef division, Département de l'Environnement; MATHUE, Rabat, Maroc.
4. Coauteurs: Chef division, Département de l'Environnement; MATHUE, Rabat, Maroc.

cultures irriguées au Maroc. On essaiera dans cet article de synthétiser et d'analyser l'essentiel des résultats obtenus après un rappel de l'approche méthodologique adoptée.

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Rappelons qu'il s'agit ici d'une analyse visant à évaluer de façon approximative le degré des impacts potentiels des principaux facteurs climatiques en s'inspirant de l'état de l'art existant et des connaissances actuellement acquises. Les approches méthodologiques adoptées pour ce travail sont principalement celles recommandées par le GIEC: Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. Cependant et pour des besoins spécifiques, d'autres approches ont été développées en tenant compte du contexte particulier du Maroc et des données disponibles.

Il existe plusieurs approches pour évaluer les impacts des variables climatiques sur le rendement: Il y a les outils bio-physiques qui englobent l'expérimentation, les indices agro-climatiques, les modèles statistiques et les modèles basés sur les processus (IPCC, 1995; IPCC, 1998, IPCC, 1998) [Réf. 3, 5, 6]. Des modèles de cultures de ce dernier type pour la simulation des rendements sont disponibles et ont été largement utilisés de par le monde. Citons parmi les plus connus la série des modèles CERES et GRO de IBSNAT/ ICASA (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer); le modèle EPIC (Erosion Productivity Calculator) et d'autres. Il y a parallèlement à cette voie l'approche analogique avec ses deux aspects: l'analogie temporelle et l'analogie spatiale. Il existe enfin une approche économique basée sur l'utilisation de modèles économiques reposant sur le principe d'optimisation du profit. Sans oublier bien sûr l'approche pragmatique basée sur le jugement d'experts. La méthodologie adoptée pour la présente étude comporte une procédure dont les principales étapes sont:

- La sélection des scénarios du changement du climat,
- L'estimation des changements potentiels de rendements des cultures stratégiques spécifiques à un site choisi (zone pilote),

- L'agrégation des résultats de la modélisation des cultures pour l'estimation des changements potentiels de la productivité nationale et régionale.

La première étape a été traitée dans le cadre d'une étude du climat après le choix d'un scénario de changement de climat. Un scénario de changement de climat est défini comme un ensemble physiquement consistant de changement de variables météorologiques basés sur des projections généralement acceptées de niveaux de CO₂ (et d'autres gaz en traces). La gamme de scénarios analysés vise à appréhender la gamme des effets possibles et à établir les limites de leur incertitude. Un ensemble de scénarios pour cette étude fut créé en changeant les données observées du climat actuel (1961-1990) en fonction des résultats de simulation pour un doublement du CO₂ à l'horizon 2100 avec environ 16 Modèles de Circulation Générale (MCG). Un scénario moyen a été retenu donnant une augmentation absolue de température de +0.8 °C en 2020 et une réduction relative de -3.8% de précipitations. Le scénario IS92-a a été utilisé pour les prévisions de gaz à effet de serre.

Pour la seconde étape on a opté pour une étude sur quelques cultures d'une zone pilote en l'occurrence le GHARB en utilisant un modèle de simulation de réduction de rendement. Il s'agit du modèle CROPWAT version 5.7-français sous DOS (et CROPWAT4 version 4.3-anglais sous WINDOWS). CROPWAT est un modèle de la FAO utilisé pour le calcul des besoins en eau des cultures et pour la gestion de l'irrigation.

Plusieurs cultures ont été étudiées pour simuler les impacts des changements climatiques sur les besoins en eau des cultures des zones irriguées. Il s'agit essentiellement des principales cultures entrant dans l'industrie agro-alimentaire telles que la betterave sucrière, la canne à sucre, le tournesol et l'arachide et aussi des cultures destinées à l'exportation telles que les agrumes. Les cultures fourragères irriguées comme la luzerne ont fait l'objet de simulations.

Pour des raisons de limitation de temps, de ressources et de données, une zone d'étude a été sélectionnée. L'étude V&A a été raffinée au niveau de cette zone pilote

et les résultats obtenus ont été ensuite extrapolés méthodiquement à l'ensemble des autres zones du pays. Pour que cette approche soit valable il a fallu respecter un principe fondamental celui de la représentativité sur les plans climatiques, socio-économique et agricole. Le choix de la zone pilote: la plaine du Gharb, a été fait suite à une analyse approfondie et comparaison des différentes plaines agricoles du pays. Le critère de représentativité a été le plus déterminant en plus de l'importance de chaque zone dans l'économie régionale et nationale. Cette plaine est située dans un bassin hydrologique qui est le SEBOU caractérisé par un climat assez humide avec une pluviométrie moyenne annuelle de 500 mm se situant au dessus de 300 mm pour le bour favorable et au dessus de 250mm des zones arides. Il se situe en dessous de 800 mm des zones sub-humides du nord du Maroc. La zone du Gharb est caractérisée par une polyculture et par la coexistence d'exploitations de taille très variées (de la micro-propriété à la macro-propriété). Le système de production est mixte c'est à dire que sur la quasi-totalité des exploitations on pratique la production végétale et aussi la production animale. L'agriculture de la plaine du Gharb subit par transitivité les impacts des autres secteurs: environnement, ressources en eau.

Le choix de l'outil CROPWAT a été fait après analyse de différents modèles dont CERES, EPIC et GRO. Le critère de sélection adopté a été la disponibilité de données exigées par chacun des modèles. Les contraintes de temps ne permettent pas de faire recours à un autre outil plus compliqué et plus exigeant nécessitant le recours à l'expérimentation in-situ. Le modèle CROPWAT bien que reconnu comme étant un excellent outil pour la simulation des réductions de rendement reste cependant incomplet pour la modélisation complète du processus de développement et de croissance des cultures. Les effets du CO₂ sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau ne sont pas impliqués. La température est utilisée uniquement comme facteur de l'évapotranspiration potentielle.

Cependant pour des objectifs pas trop ambitieux tel qu'un premier diagnostic de la problématique des impacts des

changements climatiques sur l'agriculture, cet outil reste très utile. Le modèle CERES a déjà fait l'objet d'une étude sur le blé dans les périmètres du Tadla et du GHARB. D'autres modèles tels que SIMUDEF, SIMCDB et SIMTAG ont été appliqués pour des études agro-climatiques régionales.

Le modèle CROPWAT devait être calé et validé dans un premier temps avant son utilisation. Il a été ensuite utilisé pour diverses cultures et divers types de sols pour simuler la réduction de rendement selon 3 scénarios :

- Sans changement climatiques (SC-1 ou Scénario 1: scénario de référence),
- Avec changements climatiques : +0.8°C en T et -3.8% en P (SC-2 ou Scénario 2: moyen),
- Avec changements climatiques: +1.0°C en T et -7.0% en P (SC-3 ou Scénario 3: sévère),

La variable T désigne la température et P désigne la précipitation.

Dans un premier temps, le régime de cultures irriguées n'a pas été simulé car l'irrigation optimale n'induit théoriquement pas de réduction relative de rendement par rapport à l'optimum. On s'est intéressé par la suite à ces scénarios sous irrigation dans le but de simuler la variation des besoins en eau en cas de changements climatiques et aussi pour analyser des schémas d'adaptation des cultures irriguées (irrigation de complément).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les essais de simulation, à l'aide de CROPWAT, des besoins en eau des principales cultures irriguées de la zone du Gharb ont montré que les changements climatiques induisent effectivement une augmentation de la demande en eau des cultures. Les résultats obtenus en régime d'irrigation optimale sont résumés dans le tableau 1.

On a enregistré des accroissements des besoins en eau d'irrigation qui vont de 7% à 12% des besoins normaux (SC-1). L'accroissement de la quantité nette d'irrigation calculée dépend de la culture. On n'a pas tenu à modifier le positionnement de son cycle cultural, chose qui sera analysée comme mesure d'adaptation.

Tableau 1: Accroissement des besoins nets en eau d'irrigation (en mm/ha) pour les principales cultures du Gharb (simulations à l'aide de CROPWAT pour l'année normale: 61-90 avec les 3 scénarios décrits auparavant)

Culture	SC-1	SC-2	SC-3
Betterave Sucrière: 15/10	423	444 (+21)	474 (+51)
Canne à Sucre	1075	1116 (+41)	1173 (+98)
Agrumes	590	615 (+25)	651 (+61)
Tournesol : 01/03	387	401 (+14)	420 (+33)
Blé : 01/11	385	403 (+18)	428 (+43)
Luzerne	743	768 (+25)	800 (+57)
Mais : 15/03	422	438 (+16)	457 (+35)

NB: Les valeurs entre parenthèses représentent l'accroissement par rapport à SC-1: sans CC.

Tableau 2: Accroissement des besoins en eau d'irrigation du Gharb pour quelques cultures principales (projection de la situation actuelle vers 2020)

Spéculations	Superficies En1000 Ha	Accroissement m 3 /Ha	Accroissement Total (en 1000 m3)
Céréales (blé)	20.0	430	8600
Canne à sucre	13.5	980	13230
Betterave à sucre	20.0	510	10200
Agrumes	17.0	610	10370
Oléagineux (Tournesol)	42.0	330	13860
Fourrage (Luzerne, Bersim)	10.0	570	5700
TOTAL	127		62960

Tableau 3: Accroissement des besoins en eau d'irrigation du Gharb pour quelques cultures principales (situation prévue à terme de l'aménagement)

Spéculations	Superficies En1000 Ha	Accroissement m 3 /Ha	Accroissement Total (en 1000 m3)
Céréales (blé)	40.0	430	17200
Canne à sucre	40.0	980	39200
Betterave à sucre	39.0	510	19890
Agrumes	24.0	610	14640
Oléagineux (Tournesol)	78.0	330	25740
Fourrage (Luzerne, Bersim)	20.0	570	11400
TOTAL	241		129070

Tableau 4 Accroissement du besoin National en eau d'irrigation pour quelques cultures principales (projection de la situation actuelle 97/00 vers 2020)

Spéculations	Superficies En1000 Ha	Accroissement m 3 /Ha	Accroissement Total (en 1000 m3)
Céréales (Irrigué)	350.0	430	150500
Canne à sucre	21.9	980	21462
Betterave à sucre	64.2	510	32742
Agrumes	73.0	610	44530
Oléagineux (Tournesol)	79.1	330	26103
Fourrage (Luzerne, Bersim)	200.0	570	114000
TOTAL	799		390337

Si on tient comptes des diverses efficacités du réseau et de la parcelle (agronomique) l'accroissement brut sera plus grand avec une majoration de 30 à 50% en plus. On se limitera à ces calculs réalisés au niveau de la zone pilote. Pour le reste des zones, les accroissements des besoins en eau pour irrigation sont plus prononcés.

On supposera, par optimisme, que les accroissements par culture seront du même ordre de grandeur que ceux du tableau 1 et ce pour l'ensemble du territoire. Le cumul des quantités compte tenu des superficies de cultures pratiquées induira un volume d'eau considérable à mobiliser. Les tableaux 2,3 et 4 donnent une idée de la situation en se basant sur quelques principales cultures au niveau de la zone pilote puis au niveau national.

D'après ces tableaux on voit qu'il faudra mobiliser pour le périmètre irrigué du Gharb près de 63 Millions de m³ de plus pour l'assolement actuel et plus de 129 Millions de m³ pour l'aménagement et l'assolement prévu à terme soit vers 2020. Au plan national il faudra mobiliser plus de 610 Millions de m³ d'eau supplémentaire pour irriguer le potentiel actuellement équipé (calculs approximatifs sans inclure toutes les cultures irriguées: $[390.337 \times 10^6 \text{ m}^3] / [799 \times 10^3 \text{ ha}] \times [1250 \times 10^3 \text{ ha}] = 610 \times 10^6 \text{ m}^3$). Ce volume atteindrait facilement le 0.8 à 1 Milliard de m³ à terme du PNI. Il sera difficile de combler ce besoin sachant que les ressources en eau mobilisables vont connaître à leur tour un déficit important de l'ordre de -15% par an. Déjà dans les conditions actuelles les prélèvements d'eau pour irrigation au niveau des barrages sont réduits par rapport aux allocations prévues de 33% en moyenne. Le déficit d'allocation maximal a atteint 65% en 83-84 (CSEC, 2001) [Réf. 4].

Dans le futur les 1.6 Millions d'hectares irrigués accuseront un besoin supplémentaire de 1120 Millions m³ à raison d'une augmentation de l'ETP d'environ 70 mm/°C. Nous croyons que ce chiffre constitue une estimation par excès que l'on ne dépassera pas si l'augmentation de température n'excédera pas 1°C.

Il y aura des répercussions sur le rendement même en irrigué à cause des restrictions sur les allocations d'eau. Ces restrictions vont s'aggraver dans l'avenir compte tenu des aléas climatiques et des changements climatiques probables. Le développement de nouvelles zones irriguées accentuera la demande en eau. Les zones d'irrigation privée et de PMH qui utilisent les ressources en eau souterraines vont souffrir d'avantage de la rareté de l'eau. Le non renouvellement systématique de ces ressources suite à un bilan très négatif d'année en année conduit à l'épuisement, la surexploitation, l'intrusion d'eaux marines et à la pollution par les engrais. Certaines de ces zones seront peut être vouées à retrouver leur vocation d'origine de bour: abandon total ou partiel de l'irrigation et recours aux cultures pluviales et à l'élevage ou à d'autres spéculations.

MESURES D'ADAPTATION

Le problème qui risquerait de se poser sera tout simplement celui d'augmentation et d'amélioration de la production pour assurer une sécurité alimentaire d'une population de l'ordre de 37 à 40 millions d'habitants à l'horizon 2020 et pour maintenir un niveau d'exportation de produits agricoles compétitif et suffisant pour pouvoir compenser le déficit de la balance commerciale. La réalisation de ces objectifs passe par l'augmentation de la production et des rendements sachant que des contraintes limitantes existent notamment un potentiel en terres et en sols très peu flexible et des ressources en eau de plus en plus rares.

La marge de manœuvre d'extension des superficies agricoles est réduite. Avec les mêmes facteurs de productions actuels sinon moins, il faut faire plus et mieux. Comblent le manque à gagner en production, tel est le défi à relever pour l'avenir.

Il se trouve qu'à l'opposé des cultures pluviales (Bour), l'agriculture irriguée est en principe moins vulnérable aux changements climatiques et les impacts sont de moindre importance. Celle-ci constitue une soupape importante pour compenser et soulager les effets négatifs

aggravés des changements climatiques subis par le bour. Cet atout réside dans le fait que l'agriculture irriguée demeure encore en dessous de son niveau potentiel optimal compte tenu des améliorations qui restent à faire. On peut en général distinguer deux types d'adaptations possibles pour faire face à cette situation:

- Celles que l'agriculteur peut mettre en oeuvre lui même (niveau 1: modifications mineures). Il implique peu de modifications aux systèmes agricoles existants ce qui se traduit par une réponse relativement facile et peu coûteuse de la part de l'agriculteur (fellah). Il comprend les changements de la date de semis, de cultivars ou variétés, d'irrigation, d'engrais et de cultures donc de pratiques culturales.
- Celles qui nécessitent des investissements dans les infrastructures de recherche, de développement, d'aménagement ...(niveau 2: majeurs). Il s'agit de changements plus substantiels nécessitant peut être des ressources qui dépassent les moyens du fermier seul. Ce sont des mesures collectives s'appliquant à un ensemble de taille locale, régionale voire nationale.

Tous niveaux confondus, on peut classer l'ensemble des mesures d'adaptation en:

- Mesures techniques
- Mesures d'ordre institutionnel
- Mesures académiques: formation, recherche, développement
- Mesures de renforcement de capacités

Relativement aux mesures techniques qui se rapportent au secteur irrigué, l'étude met l'accent sur le fait qu'il faut viser un double objectif: celui de la valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales et celui de la gestion rationnelle et de l'économie d'eau en agriculture. Les interventions à accomplir pour réaliser ces objectifs consistent en l'amélioration du service de l'eau d'irrigation. Celle-ci passe par:

- La maîtrise de l'efficacité des réseaux qui est actuellement autour des 50% pour les réseaux classiques gravitaires (62 à 83 % des systèmes d'irrigation)
- L'amélioration de l'irrigation à la parcelle en encourageant les systèmes

les plus efficaces (irrigation localisée ou goutte à goutte)

- La gestion optimale de l'offre et de la demande en adoptant des systèmes de pilotage de l'irrigation,
- La formation des agriculteurs et leur regroupement dans le cadre d'associations d'usagers,
- Le développement de la gestion participative en intégrant les usagers

Pour plus de détails sur les autres mesures d'adaptation, il est souhaitable de consulter l'étude citée en référence [Réf. 1].

CONSEQUENCES ECONOMIQUES

A l'horizon 2020, fixé dans l'étude, les changements climatiques auraient des impacts tels que les besoins en eau des cultures seraient accrus. Face à cette situation deux principaux scénarios sont envisageables : scénario fataliste (le laisser faire) et le scénario d'action (agir ou réagir) pour remédier à la situation. Ce dernier est fort probable car les systèmes naturels et humains ont cette faculté innée de vouloir s'adapter volontairement ou involontairement à leur environnement. Il est d'autant plus probable qu'il existe une marge de manœuvre large offerte par la technologie et la technicité. Le premier scénario est quant à lui utile à considérer comme scénario de base pour comparer et évaluer les retombées économiques.

L'adaptation suppose un ensemble d'actions intégrées prises communément ou non de façon simultanée ou décalée dans le temps les unes par rapport aux autres. Leur mise en oeuvre est un processus raisonné de planification et d'optimisation.

La première action d'adaptation pour l'irrigué réside dans la façon de satisfaire le supplément de besoins en eau des cultures. On a traité cette action isolée indépendamment d'autres actions possibles. On a raisonné selon l'hypothèse que le facteur eau est le seul facteur limitant du rendement, ce qui en réalité n'est pas vrai.

Deux cas peuvent se présenter:

1. *Les ressources en eau resteraient disponibles ou pourraient être rendues telles.*

Dans ce cas il y aura des investissements possibles à faire en infrastructure de recherche, de développement, de mobilisation ou d'économie d'eau que ce soit à l'échelle individuelle du privé ou à l'échelle de la collectivité publique. Pour l'utilisateur de l'eau ceci va se traduire par un surplus de dépenses engendrées soit par un surplus de consommation en quantité soit par un surcoût au m³ d'eau utilisé. Les charges à l'hectare irrigué devraient augmenter et probablement que la marge brute (valeur ajoutée) devrait diminuer. On insiste sur le qualificatif "probable" car en cas de changement climatique, les rendements pourraient être améliorés grâce à une meilleure assimilation du CO₂ atmosphérique plus disponible en concentration. On connaît le rôle important de ce gaz comme fertilisant (photosynthèse) mais à ce jour les résultats de recherches ne sont pas tous concluants quant à l'amélioration du rendement par le CO₂ en cas de changement climatique car l'effet catalyseur peut se transformer en effet inhibiteur aussi.

La production globale pourrait connaître une amélioration si les facteurs extrinsèques (marchés, prix ...) ne constituent des contraintes supplémentaires.

2. *Les ressources en eau seraient limitées. Dans ce cas deux alternatives peuvent se présenter :*

• 2.1 : On peut continuer à allouer la même quantité d'eau, supposée être optimale sous les conditions climatiques actuelles, aux cultures irriguées sans pouvoir satisfaire le surplus de la demande du au changement climatique. Il s'en suivra probablement une réduction de rendement. Cette réduction peut être estimée de façon simple à l'aide d'un modèle linéaire de réduction de rendement basé sur le déficit en eau (CROPWAT). Un raisonnement simpliste conduit à une réduction de l'ordre de 12%.

• 2.2 : On pourra satisfaire la nouvelle demande pour garantir au moins le même rendement. Cette option serait réalisable au dépend de la superficie totale irriguée qui implicitement devrait être réduite pour assurer l'équilibre Offre - Demande en eau.

Ces deux alternatives induisent une perte de production par rapport à la situation de référence normale actuelle. La valeur de cette perte peut être estimée si on suppose que les prix des produits restent constants ou si on connaît la loi de l'évolution des prix de ces produits dans le temps.

Ces alternatives ont été traitées suivant un raisonnement simpliste apparent. Dans la réalité les prix du marché et les cours des devises sont des régulateurs importants de la production. Pour les intégrer dans un raisonnement plus complet, il faudra élaborer et anticiper les scénarios socioéconomiques et environnementaux susceptibles de se produire dans le futur.

CONCLUSIONS

Selon les scénarios de changement climatique adoptés et moyennant les approches et les outils utilisés dans notre étude, on conclue que la menace sur le secteur agricole serait sérieuse à l'horizon 2020.

L'agriculture continuera à exercer une pression croissante sur les ressources en eau en terme de quantité d'eau consommée à l'hectare. Le stress hydrique sera aggravé d'où l'impact négatif sur le rendement. Cet impact peut toucher les périmètres irrigués dans la mesure où les restrictions sur la demande en eau seront plus sévères. L'accroissement des besoins en eau d'irrigation pourraient représenter de +7% à +12% des besoins normaux actuels.

Au plan national il faudra mobiliser plus de 610 Millions de m³ d'eau supplémentaire pour irriguer le potentiel actuellement équipé. Ce volume atteindrait facilement le 0.8 à 1 Milliard de m³ à terme du PNI.

Les zones arides et semi-arides du Pays seraient les plus touchées. Les autres zones bien que moins touchées physiquement, le seront sur les plans social et économique puisqu'elles subiront la pression et la sollicitation de leurs ressources. L'impact même local soit - il pourrait avoir des effets à l'échelle nationale.

Signalons cependant qu'il y a beaucoup d'incertitudes qui demeurent un

suspens. Celles-ci se retrouvent à tous les niveaux de l'analyse en commençant par les modèles globaux de circulation générale et en passant par les modèles spécifiques aux secteurs. Ces incertitudes concernent les données, les paramètres utilisés. Le manque de données a été parfois un handicap difficile à surmonter sans faire appels à des méthodes alternatives. Ce qui a aussi restreint notre choix d'outils d'analyse.

Nous ré insistons encore sur le fait que les résultats de la présente étude ne constituent qu'un premier diagnostic. Ils sont à prendre avec précaution entachés d'incertitudes et sont à considérer dans leur contexte sans les dissocier des hypothèses simplistes qui ont servi à leur élaboration, et avec les approches et les outils utilisés compte tenu des limites de ces derniers.

L'impact des changements climatiques sur les ressources en eau n'a pas été traduit directement en impact sur les superficies et sur les rendements des cultures irriguées. Les effets, sur le secteur irrigué, d'une réduction des ressources hydriques de l'ordre de -15% seraient à étudier dans un second diagnostic approfondi. La fourniture d'eau d'irrigation connaît dans l'état actuel des taux de restrictions de 33% en moyenne (65% maximum), dépassant de loin l'ordre des -15% qu'engendreraient les changements climatiques en 2020.

On a vu qu'en régime d'irrigation partielle, l'irrigation d'appoint et l'avancement de la date de semis sont deux mesures évidentes qui permettent de réduire les effets négatifs des aléas climatiques et des changements climatiques attendus en 2020. D'autres mesures passées en revues et dont les résultats positifs sont acquis scientifiquement doivent être dépoussiérées et remises en pratique. Rappelons encore que les institutions nationales de recherche agronomique ont à leur actif un ensemble de réalisations scientifiques de très haut niveau.

RECOMMANDATIONS

Notons que les simulations faites avec le modèle CROPWAT sont entachées d'incertitudes car on a simplifié au

maximum notre raisonnement dans un contexte ou des données de terrain plus précises font défaut. En effet en avançant ou retardant la date de semis on risque aussi d'exposer la culture à d'autres phénomènes tels que les maladies, les attaques par les ravageurs, le développement des mauvaises herbes etc. qui pourraient avoir un effet plus redoutable avec les changements climatiques. Nous recommandons de faire des analyses intégrées tenant compte de tous les facteurs et de leurs interactions les uns avec les autres.

On recommande aussi de faire une analyse micro-économique à l'échelle de l'exploitation. Nous avons noté auparavant des effets potentiels sur la structure des exploitations. On a constaté ces dernières décennies une régression du nombre des exploitations de petite taille (moins de 5 hectares). Ces impacts d'ordre socio-économiques pourraient être amplifiés par les changements climatiques.

A première vue, plusieurs mesures d'adaptation sont possibles. Cependant leur efficacité n'est pas garantie. Il y a des spécificités régionales voire même locales qui doivent être prises en compte dans chaque projet par les Socio-économistes. La meilleure mesure d'adaptation consisterait à développer et à renforcer la recherche sur les changements climatiques et l'agriculture. Cette voie est la seule qui puisse nous permettre de choisir et de recommander des mesures d'adaptation adéquates et adaptées à chaque contexte et de faire des adaptations sur mesure.

REMERCIEMENTS

Pour le secteur agriculture on a consulté les services centraux du ministère de l'agriculture, l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II (IAV), L'office régional de mise en valeur agricole du Gharb (ORMVAG), l'institut national de la recherche agronomique (INRA). Que tous ceux qui ont contribué à l'accomplissement de ce travail trouvent ici l'expression de nos vifs remerciements !

Nous tenons à remercier les responsables du PROJET RAB/94/G31. Celui-ci a financé l'étude.

Références bibliographiques

- Vulnérabilité et Adaptation du royaume du Maroc face aux impacts des changements climatiques, MATHUE, Rabat, Maroc, 2001
- Communication Nationale Initiale du Royaume du Maroc", MATHUE, Rabat, Maroc, 2001
- Climate Change 1995 – Impacts, adaptation, and Mitigation of Climate Change: Scientific- Technical Analyses- Contribution of Working Group II to the IPCC Second Assessment Report , 1996
- Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat, Agadir, Maroc, Juin 2001
- Handbook of methods for climate change impacts assessment and adaptation strategies, Editors Jan F. Feenstra, Ian Burton, Joel B. Smith, Richard S.J. Tol, version 2, IPCC, October, 1998
- The regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability, IPCC Special Report, IPCC, 1998

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

<i>CCNUCC</i>	: <i>Convention Cadre des nations Unies sur les Changements Climatiques</i>
<i>CROPWAT</i>	: <i>Crop water Requirement (FAO)</i>
<i>COP-7</i>	: <i>7^{ème} Conférences des Parties</i>
<i>FAO</i>	: <i>Organisation Mondiale de L'Agriculture et de l'Alimentation.</i>
<i>GIEC</i>	: <i>Groupe Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (IPCC)</i>
<i>IAV</i>	: <i>Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.</i>
<i>INRA</i>	: <i>Institut National De la Recherche Agronomique</i>
<i>IPCC</i>	: <i>Intergovernmental Panel On Climate Change (GIEC)</i>
<i>MATHUE</i>	: <i>Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Habitat, de l'Urbanisme et de l'Environnement</i>
<i>ORMVAG</i>	: <i>Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb</i>
<i>PNI</i>	: <i>Programme National de l'Irrigation</i>

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET GESTION DE L'IRRIGATION DANS LA ZONE D'ACTION DE L'ORMVA DU SOUSS-MASSA

A. Baroud¹

INTRODUCTION

La région du Souss Massa est caractérisée par un climat semi-aride à subdésertique, avec la présence d'un courant adoucissant de l'Océan Atlantique et d'une barrière montagneuse de l'Anti-Atlas constituant une protection contre l'influence désertique. Ainsi cette région jouit de grands atouts sur le plan température et ensoleillement qui lui confèrent une renommée internationale dans la production des cultures intensives de contre saison.

Le développement intensif des productions agricoles reste freiné par la rareté des ressources en eau, accentué par les sécheresses prolongées qui deviennent structurelles dans la région.

Les ressources en eau mobilisables sont limitées et ne peuvent suivre ce rythme de développement économique et social que connaît la région. L'essor de la mise en valeur agricole se trouve ainsi confrontée à un problème de manque d'eau matérialisé par sa "rareté" et son coût de production élevé. Il y a lieu par conséquent de préserver cette ressource par son usage rationnel, par une prise de conscience des usagers et leur implication pour sa rationalisation et son économie, et ce en adoptant des techniques d'irrigation plus efficaces et des cultures moins exigeantes et valorisants l'eau.

I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ACTION DE L'ORMVA DU SOUSS-MASSA

La zone d'action de l'ORMVA du Souss Massa se trouve au centre géographique du Maroc entre l'Océan Atlantique et les montagnes du Haut-Atlas et de l'Anti-Atlas, elle s'étend sur une superficie de 12.000 km² répartie entre la plaine du Souss (4.150 km²), la plaine du Massa (1.600 km²) et les zones montagneuses du Haut et de l'Anti-Atlas (6.250 km²). Elle regroupe, sur le plan administratif, les préfectures d'Agadir Ida Outanane,

d'Inezgane Aït Melloul, la province de Chtouka Aït Baha et la province de Taroudant.

Les ressources en sol de cette zone sont dominées par les forêts "580.300 ha" et les parcours et incultes "391.200ha", la superficie agricole utile n'est que de 228.500 ha (108.500 ha irrigables, 120.000 ha de terres bours).

Les précipitations annuelles sont faibles et irrégulières: 250 mm/an en moyenne.

Elles peuvent atteindre 800 mm/an dans les zones montagneuses du Haut Atlas (à l'amont d'Aoulouz).

Les températures sont modérées; La moyenne annuelle est d'environ 19°C, la moyenne des maxima atteint 27°C et des minima 11°C. En général, la durée d'ensoleillement élevée et la douceur du climat font de la zone d'action de l'Office, l'une des premières régions primeuristes du pays.

Le potentiel irrigable de la zone d'action de l'office est estimé à 108.500 ha dont 51.550 ha sont aménagés par l'Etat qui se présentent comme suit :

1. Périmètre du Massa:

Ce périmètre, d'une superficie aménagée de 18.050 ha, est constitué de quatre secteurs hydrauliques irrigués par aspersion variant de 2.500 à 7.800 ha, desservis en eau à partir du barrage Youssef Ben Tachfine à l'aide d'une station de relevage et d'un canal de 44 km de longueur, sur lequel sont réparties quatre stations pour la mise en pression des secteurs hydrauliques et un réseau d'irrigation de 341 Km de conduites enterrées.

Le volume moyen annuel réservé pour l'irrigation est de 75 Mm³; la mise en eau de ce périmètre a été effectuée entre 1974 et 1975.

2. Perimetre du Souss-Amont :

Ce périmètre, d'une superficie totale de 6.120 ha, est constitué de 20 secteurs

hydrauliques irrigués par aspersion d'une superficie variant de 150 à 400 ha, alimentés à partir de la nappe, par 20 stations de mise en pression desservies par 72 forages, et d'un réseau d'irrigation de 138 Km de conduites enterrées.

Le volume moyen annuel prélevé de la nappe pour l'irrigation est de 45 Mm³; la mise en eau de ce périmètre, a été effectuée entre 1978 et 1983.

3. Périmètre de l'Issen :

Ce périmètre d'une superficie de 13.000 ha est alimenté à partir du barrage de dérivation de Dkhila, les eaux étant régularisées par le barrage Abdelmoumen. Il est composé de:

- a) Un secteur moderne aspersion de 8.560 ha. La dénivelée entre le barrage et le périmètre lui permette de bénéficier d'une pression naturelle. Ce périmètre est équipé de réseaux de distribution sous pression alimentant des bornes d'irrigation.
- b) Un secteur traditionnel gravitaire de 4.440 ha, qui est alimenté par des canaux auto-portés.

Ce périmètre bénéficie d'une dotation annuelle de 65 Mm³, dont 54 Mm³ pour le secteur moderne aspersion.

4. Périmètres de Petite et Moyenne Hydraulique:

Ces périmètres traditionnels réhabilités irrigués en gravité, sont composés de:

- 1.350 hectares associés au projet Souss Amont.
- 10.160 hectares réhabilités dans le cadre de la premier tranche du Souss Traditionnel.
- 1.200 hectares au niveau du périmètre de Tassila
- 1.670 hectares de périmètres diffus

Hormis le périmètre de Tassila irrigué à partir du barrage Youssef Ben Tachfine, les autres périmètres sont alimentés par

¹ Chef de Service de la Gestion des Réseaux d'Irrigation / ORMVA du SOUSS MASSA.

pompage à partir des ressources souterraines et constitués de secteurs hydrauliques indépendants irrigués par gravité moyennant des forages ou des puits, qui refoulent dans des canaux auto portés ou de séguias traditionnelles.

La gestion de ces périmètres est assurée par des Associations des Usagers de l'Eau Agricole (AUEA), en partenariat avec l'ORMVA du Souss Massa.

5. Secteur privé moderne:

Ce secteur d'une superficie d'environ 57.000 ha, est constitué d'exploitations aménagées par l'initiative privée des agriculteurs et irriguées par pompage dans la nappe.

II. RESSOURCES EN EAU

Les ressources en eau mobilisées pour l'irrigation sont constituées essentiellement de :

2.1- Ressources en eau de surface :

Les barrages réalisés au niveau de la région du Souss-Massa sont d'une capacité de 797 Mm³, mobilisant un volume régularisé de 360 Mm³ utilisé pour l'irrigation de 35.000 ha, la recharge de la nappe et l'approvisionnement en eau potable des villes d'Agadir et de Tiznit.

- Le barrage Youssef Ben Tachfine: d'une capacité de 303 Mm³, régularise 88 Mm³ par an, dont 85 Mm³ sont réservés pour irriguer les périmètres du Massa et de Tassila et 3 Mm³ pour l'AEP de Tiznit.
- Le barrage Abdelmoumen: d'une capacité de 214 Mm³, régularise 75 Mm³ dont 65 Mm³ destinés pour l'irrigation du périmètre de l'Issen et 10 Mm³ pour l'AEP d'Agadir.
- Le complexe Aoulouz/Mokhtar Essoussi: Ce complexe est constitué du:
 - Barrage Aoulouz mis en service en 1991 et d'un volume utile est de 110 Mm³, a pour rôle la réalimentation de la nappe du Souss.
 - Barrage Med Mokhtar Essoussi qui est mis en service en 2002, a un volume utile de 50 Mm³, et a pour rôle d'assurer un apport d'appoint de

46 Mm³ par an pour l'irrigation du périmètre Sebt El Guerdane.

- Le barrage Imin El Kheng d'une capacité de 12 Mm³, a été mis en service en 1996, destiné pour l'agriculture et la recharge de la nappe.
- Le barrage SAR Moulay Abdellah d'une capacité de 110 Mm³ sera mis en eau à partir de l'année 2004.

2.2. Réserves en eau souterraine :

L'intensification des prélèvements en eau ces dernières années pour les besoins de l'agriculture et ceux de l'eau potable, a conduit en dépit d'une mobilisation importante des eaux de surface à un destockage important de la nappe du Souss, accompagné d'une baisse généralisée du niveau piézométrique, parfois grave dans les zones les plus sollicitées (2m / an dans la zone agrumicole de Sebt El Guerdane).

Ces ressources sont constituées de deux nappes phréatiques majeures, celle du Souss, la plus importante et la plus exploitée, et celle des Chtoukas qui concerne le périmètre du Massa.

- **La nappe du Souss:** Son bassin hydrogéologique, limité au Nord par le Haut Atlas, au sud par l'Anti-Atlas et à l'ouest par l'Océan Atlantique, s'étend sur une superficie de 4.150 km². Sa réserve est estimée à 30 Milliards de m³. Son épaisseur varie de 150 m environ entre Arazane et Taroudant, et 500 m à l'aval d'Ouled Teïma. La profondeur de l'eau, qui augmente quand on s'éloigne de l'oued, varie de 10 à plus de 70 m. La part des prélèvements imputables à l'irrigation est importante, le volume pompé au niveau des périmètres publics et privés modernes sont estimés à 615 Mm³.

Le bilan actuelle de la nappe du Souss est déficitaire de 260 Mm³/an, dû essentiellement à l'extension des superficies irriguées qui se manifestera par des rabattements du niveau de la nappe importants et à l'augmentation de la demande de l'AEP. La zone Sebt El Guerdane est la plus touchée par cette baisse du niveau de la nappe, elle est constituée de 10.000 ha de vergers agrumicoles privés qui est l'objet d'un projet d'aménagement pour lui apporter

une irrigation d'appoint d'un volume de 46 Mm³ à partir du complexe Aoulouz-Mokhtar Essoussi. L'infrastructure hydraulique prévue est composée d'une prise en rivière à l'aval du barrage Aoulouz, d'un adducteur d'une longueur de 72 km véhiculant un débit de 3,5 m³/s et d'un réseau de distribution en conduite sous pression de 300 km de long.

- **La nappe des Chtoukas:** Elle est de moindre importance, Cette nappe située au sud-ouest de la plaine du Souss, s'étend sur une superficie de 940 km². Sa réserve est estimée à 1 Milliard de m³. Dans la région de Biougra, l'épaisseur de cette nappe varie de 50 à 300 m. L'eau s'y trouve à une faible profondeur dans la région côtière, et le long de l'oued Massa.

Actuellement, le bilan de cette nappe est presque équilibré. A l'horizon 2020, la part des prélèvements imputables à l'irrigation sera de 50 Mm³ qui couvre les besoins du secteur moderne privé au Nord de la plaine. Ceci entraînera un déficit global de 30 Mm³ et par conséquent un rabattement important du niveau piézométrique de la nappe.

III. UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU D'IRRIGATION

Le volume d'eau brut moyen consommé annuellement s'élève à 915 Mm³. La part des eaux souterraines qui sont en continuelle augmentation, représente 615 Mm³, soit 67%, le reste 300 Mm³, soit 33% qui est assuré par les eaux superficielles, est très variable en fonction de la pluviométrie annuelle.

• Ressources en eaux souterraines:

Les eaux souterraines jouent un rôle important dans la satisfaction des besoins en eau de la région. Cependant, elles sont déjà fortement sollicitées et accusent un important déficit de réalimentation, évalué en moyenne à près de 260 Mm³/an au niveau de la nappe du Souss. Les prélèvements bruts d'eau souterraines sont passés de 205 Mm³ en 1969 à près de 615 Mm³ actuellement. Cet important accroissement est dû au développement hydro-agricole que la région connaît, particulièrement dans le secteur moderne privé, conjugué à la baisse des apports pluviométriques.

• Ressources en eaux superficielles

De part son climat semi-aride, les ressources de surface sont limitées et irrégulières. L'apport moyen des eaux de surface est évalué à 635 Mm³. Le volume moyen mobilisé pour l'irrigation en année normale est de l'ordre de 300 millions de m³. Les barrages ont beaucoup contribué à l'extension de la superficie irriguée, soit directement en utilisant les eaux des barrages ou indirectement par la recharge artificielle de la nappe.

IV. PROMBLEMATIQUE DE DISPONIBILITE EN EAU

L'analyse des données climatiques et régimes hydrologiques enregistrés depuis la mise en service des barrages et périmètres irrigués montre une réduction de l'importance de la pluviométrie. En effet, la moyenne des pluies enregistrées sur les 20 dernières années n'est que de 170 mm au lieu de 250 mm comme moyenne au niveau de la région. Sur 75% des années, cette moyenne n'est pas atteinte et la moyenne des apports ne dépasse guère 85 Mm³ par an. Le nombre de jours pluvieux dépasse rarement un mois.

Les ressources aussi bien de surface que souterraine subissent l'effet conjugué de deux facteurs tendant à sa raréfaction. D'une part le caractère très aléatoire des apports dans les barrages, et d'autre part l'exploitation intensive de la nappe du Souss. La rareté de l'eau dans le Souss-Massa se manifeste par :

4.1. Insuffisance et irrégularité des ressources superficielles.

Cette contrainte résulte de la réduction des apports au niveau des barrages. En effet au niveau du barrage Y.B. Tachefine, les apports constatés ne représentent que 63% des apports théoriques. Ainsi, depuis la mise en eau du périmètre du Massa irrigué à partir dudit barrage (27 campagnes agricoles) 9 campagnes ont subi des restrictions, dont trois avec arrêt total de l'irrigation. La même constatation concerne le barrage Abdelmoumen dominant le périmètre de l'Issen dont les apports constatés ne représentent que 75% des apports théoriques. Le périmètre concerné a subi pendant 6 campagnes sur 16 des restrictions dans le

programme d'irrigation et a connu trois campagnes avec arrêt total d'irrigation

4.2. Surexploitation des ressources souterraines

Les prélèvements bruts d'eau souterraine qui dépassent les ressources renouvelables, sont rendus possibles moyennant un destockage de la nappe du Souss évalué en moyenne à 260 millions de mètre cube par an. Ce destockage s'est traduit par une baisse moyenne annuelle constatée de 1 à 3 m dans la plaine du Souss et 0,5 à 0,7 m dans la plaine de Chtouka. En conséquence, les coûts de production d'eau à partir de la nappe deviennent de plus en plus élevés.

V. SYSTEME DE CULTURES

La région du Souss-Massa connaît la pratique de cultures ayant une grande importance dans le développement à l'échelle régionale que nationale. Ainsi, à l'échelle nationale, les productions réalisées atteignent 50% pour les agrumes et la banane, et 20% pour le maraîchage. Les cultures pratiquées au niveau des périmètres irrigués est ventilé comme suit (pour une année normale):

20% Agrume	soit 28 000 ha
17% Maraîchage	soit 17 700 ha
17 % Céréales	soit 18 200 ha
17% d'olivier	soit 17 800 ha
10% Fourrages	soit 10 400 ha
2% Bananes	soit 2 360 ha
17% Divers	soit 10 540 ha

VI. SYSTEMES D'IRRIGATION

La moyenne annuelle de la superficie totale irriguée dans la zone s'élève à 108.500 ha qui consomme un volume d'eau brut de 915 Mm³. La part des eaux souterraines représente 615 Mm³, celle des eaux superficielle est de 300 Mm³.

La répartition de la superficie irriguée dans le Souss Massa, en fonction des techniques d'irrigation, est ventilée comme suit:

a. Gravitare	49.800 ha
b. Aspersion	31.000 ha

c. Localisé	26.800 ha
d. Pivot	900 ha

La technique de l'irrigation gravitaire qui est une technique à faible efficacité, est utilisée sur 46% de la superficie irriguée. L'aspersion adoptée dans les secteurs publics couvrant 28% de la superficie irriguée, 1% de cette superficie irriguée est équipée en pivot, le reste, soit 25 % que représente les exploitants modernes, adopte la technique d'irrigation localisée.

VII. AXES D'ORIENTATIONS

Face à cette problématique de l'eau, il s'avère nécessaire d'opter pour une stratégie volontariste tenant compte des spécificités hydriques locales, et qui définie les modalités d'intervention sur le système d'irrigation visant la rationalisation et la pérennité des ressources en eau. Les principaux axes de cette stratégie peuvent être résumés comme suit :

7.1 Renforcement des ressources en eau:

Le renforcement des ressources en eau peut être opéré par la mobilisation du maximum des eaux superficielles en construisant les barrages en particulier sur les oueds Tamri et Tamraght et sur certains affluents de l'oued Souss (Od El Oaar, Lamdad), et par le recours à l'utilisation des ressources non conventionnelles (réutilisation des eaux usées après épuration et le dessalement de l'eau de mer).

7.2 Rationalisation de l'utilisation de l'eau

La prise de conscience d'un comportement plus économe en eau dans le secteur de l'irrigation ne date pas d'aujourd'hui. En effet, les premiers plans de développement de l'irrigation entrepris par les pouvoirs publics intégraient l'impératif de la valorisation des ressources en eau limitées, comme en témoignent les options prises en matière de modèle d'aménagement et les mesures législatives et institutionnelles mises en oeuvre pour les concrétiser.

a. Promotion de l'irrigation localisée: Le programme visant l'économie de l'eau d'irrigation, tel que présenté dans le

- plan directeur au niveau de ladite zone, portera sur la conversion progressive en irrigation localisée en priorité des superficies plantées (agrumes et autres) et de maraîchage pour équiper 23.000 ha entre 2002 et 2005. Cette action permettra une économie annuelle en eau de l'ordre de 70 millions de mètre cubes.
- b. Maîtrise de l'utilisation des eaux de crues: La technique traditionnellement utilisée dans la zone pour irriguer, est l'épandage des eaux de crues au niveau des parcelles. Elle consiste en la dérivation des crues au niveau des oueds par la construction des digues de dérivation et le curage des séguias traditionnelles pour amener l'eau jusqu'aux parcelles. L'épandage de l'eau au niveau des parcelles permet, en sus de l'irrigation, d'augmenter la surface de contact de l'eau avec le sol et de par conséquent l'alimentation de la nappe. La zone dispose d'un potentiel non négligeable en linéaire de ses séguias, l'amélioration de leurs états (curage, nettoyage et construction de seuil de dérivation...) permettra un apport en irrigation de l'ordre de 10 millions de mètre cube ;
- c. Amélioration de l'utilisation des eaux au niveau des périmètres de Petit et Moyenne Hydraulique : Dans les endroits à terrain accidenté (montagne etc...), l'intervention en matière de mobilisation des ressources en eau consiste en la construction des Matfias ou des bassins superficiels (Iferd), ou l'aménagement des points d'eau (puits et sources ..) et la réhabilitation des séguias ;
- d. Développement des systèmes d'avertissement et de pilotage des irrigations. A cet effet, l'Office a mis en place un système de pilotage de l'irrigation basé sur le rayonnement global qui est mis à la disposition des agriculteurs pour une bonne maîtrise des besoins en eau des cultures, et sur l'évapotranspiration des cultures sous serres.
- e. Choix de systèmes de cultures appropriés qui doit tenir compte des contraintes liées à la ressource en eau dans la zone. Ainsi, cette orientation doit privilégier les cultures moins consommatrices et mieux valorisantes de l'eau d'irrigation. Les cultures sous-abris sont des cultures qui valorisent mieux l'eau d'irrigation.
- f. Développement et mise en oeuvre d'outils de gestions et de prise de décision (comptabilité analytique, GMAO, Gestion des usagers,.....) pour concourir à une gestion efficace des ressources en eau.

7.3 Implication des usagers dans la gestion des ressources en eau

Désormais, l'implication des usagers de l'eau dans la gestion des systèmes d'irrigation dans les périmètres irrigués permettra d'améliorer la qualité du service de l'eau et de préserver les ressources en eau. L'organisation de ces usagers sous forme d'associations facilitera l'accomplissement des tâches d'exploitation et de maintenance des équipements inhérentes à ce service dans un cadre contractuel.

Dans la zone du Souss Massa, le nombre d'Associations des Usagers de l'Eau Agricole 'AUEA' constitués s'élève à 150 AUEA regroupant 13.200 adhérents qui exploitent une superficie totale de 36.200 ha.

COMPORTEMENTS ET STRATEGIES D'ADAPTATION DES OPERATEURS AGRICOLES POUR FAIRE FACE AUX ALEAS CLIMATIQUES

H. Belguenani¹ & B.Oukhira²

Résumé

De part son extension spatiale et ses interactions avec les différents secteurs productifs, le développement agricole est l'un des moteurs fondamentaux de l'économie nationale. L'évolution des politiques de développement rural adoptées par l'Etat ont fait du développement de l'irrigation un invariant et une constante de la politique agricole, en tant qu'impératif technique et socio-économique incontournable. Le développement de l'agriculture ayant été incontestablement considéré comme le moteur du développement rural.

Les questions relatives à l'aléa climatique continuent à revêtir une importance majeure compte tenu de son impact sur le milieu rural en général et agricole en particulier risquant de compromettre les efforts de développement entrepris. La sécheresse que connaît le Maroc, depuis quelques années, a contraint les opérateurs agricoles (différents niveaux de décision) à la considérer comme un phénomène structurel.

La présente communication se propose d'étudier les comportements et les stratégies adoptés par ces opérateurs face à l'aléa climatique. Pour ce faire trois niveaux de décision (opérateurs) seront distingués à savoir :

- Opérateur National: Pouvoirs Publics Notamment le Ministère de l'agriculture, du Développement Rural et des Eaux et Forêts ;
- Opérateur Régional: Office Régional de Mise en Valeur Agricole de la Moulouya ;
- Opérateur Local: Agriculteur.

L'étude met en relief l'interactivité entre ces trois niveaux dont les décisions sont perçues différemment. L'agriculteur, particulièrement, adapte son comportement et ses stratégies en fonction de ceux des autres opérateurs.

Dans cette optique notre analyse porte spécifiquement sur le comportement de l'opérateur régional et local en distinguant entre les zones irriguées en grande hydraulique (GH) et celle en petite et moyenne hydraulique (PMH).

Nous allons donc montrer que l'ORMVAM, en cas de pénurie d'eau, prend un certain nombre de mesures et d'actions en matière de gestion des ressources en eau qui se répercutent entre autres sur le type, la superficie des cultures, la dose d'irrigation... Pour ce qui est des stratégies développées par l'agriculteur pour faire face à la sécheresse, on cite notamment la maîtrise des techniques d'irrigation à la parcelle, le développement de l'irrigation localisée, le détournement de l'eau vers des cultures plus valorisantes et la mise en place de cultures moins exigeantes en eau.

L'opérateur local se trouve en fait confronté, en plus de l'aléa climatique, aux aléas relatifs aux décisions des autres opérateurs.

Mots clés : Aléa climatique, opérateurs agricoles, comportement, stratégie.

1. APERÇU SUR L'AIRE D'ETUDE

Située à l'extrémité Nord orientale du Royaume, la zone d'action de l'ORMVAM s'étend sur 335 000 ha des provinces de Berkane et Nador en plus d'environ 238 000 ha dans la province de Taourirt. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par l'Ouest Kiss (Frontière avec l'Algérie), au Sud par la chaîne des Béni Snassen et à l'Ouest par les massifs du Rif.

Le périmètre irrigué de la Basse Moulouya s'étend sur une superficie de 78198 hectares environ, irrigués par les eaux de l'Oued Moulouya dont la régulation des eaux est assurée par le complexe hydraulique Mohammed V - Mechraa Homadi - Hassan II .

- Le barrage Med V de retenue des eaux

avec une capacité initiale de 730 Millions de m³, sa capacité n'est que de 385 Millions de m³ alors que l'apport moyen annuel est de 860 Millions de mètre cube. La réduction de capacité d'environ 345 millions de m³ étant le résultat de l'envasement accentué du barrage depuis sa mise en service.

- Le barrage Mechraa Homadi pour la dérivation des eaux vers les périmètres irrigués par l'intermédiaire de deux canaux principaux : sa capacité brute actuelle est de 5 millions de m³.

- Le barrage Hassan II sur l'oued Za avec une retenue de 275 Mm³.

Le périmètre se compose de quatre plaines distinctes où l'irrigation est pratiquée depuis la réalisation des premiers aménagements en 1951 dans la plaine des Triffa.

On distingue :

- ✓ Grande hydraulique (GH):
 - la plaine des Triffa : 36 060 ha
 - la plaine du Zebra : 5 660 ha
 - la plaine du Bouareg : 10 178 ha
 - la plaine du Garet : 13 500 ha
- ✓ Petite et moyenne hydraulique (P.M.H)
 - Province de Berkane : 3 000 ha
 - Province de Nador: : 2 500 ha
 - Province de Taourirt : 5 300 ha

Le périmètre est caractérisé par un climat Méditerranéen semi-aride avec des précipitations moyennes annuelles de 300 mm, concentrées principalement entre les mois de novembre et avril.

A l'aval du barrage Mechraâ Homadi, une station de pompage dimensionnée pour un débit de 3.9 m³/s, appelée station Moulay Ali, a été mise en service depuis 1995 pour assurer un appoint à

1. Ingénieur Hydrogéologue au bureau d'exploitation des réseaux d'irrigation, ORMVAM

2. Ingénieur Agroéconomiste au bureau des études agroéconomique, ORMVAM

partir des résurgences apparaissant entre le barrage et la station.

2. COMPORTEMENT ET STRATEGIE DE L'OPERATEUR NATIONAL

Dans ce qui suit on ne s'étalera pas sur les actions menées à l'échelle nationale pour parer aux successions de sécheresse que connaît le Maroc. Il est cependant, important de signaler que le comportement des pouvoirs publics s'est caractérisé ces dernières années par quatre volets à notre sens primordiaux :

2.1. L'atelier international sur la stratégie d'adaptation à la sécheresse:

Organisé à Rabat le 1 et 2 Novembre 1999, cette rencontre d'experts et de décideurs nationaux et internationaux a constitué une occasion pour débattre de la définition même de la sécheresse et a permis l'échange d'expérience en matière de stratégies à développer.

L'importance de cet atelier réside dans le fait qu'il constitue une illustration de la prise de conscience par les pouvoirs publics de la sécheresse comme phénomène structurel au Maroc : " Cet atelier exprime, en fait, la volonté affirmée du gouvernement d'élaborer une stratégie nationale basée sur des principes opérationnels et des mécanismes appropriés pour un traitement structurel de la sécheresse " (discours d'ouverture du Ministre de l'Agriculture, du Développement rural et des pêches Maritimes).

Ce qui devrait se traduire par une approche globale et durable dans le traitement futur des problèmes de la sécheresse et la mise en place d'outils novateurs tel l'observatoire national de la sécheresse.

2.2. Programme de lutte contre les effets de la sécheresse :

Le Maroc a connu plusieurs programmes de lutte contre les effets de la sécheresse, mais ce qui caractérise celui lancé en l'an 2000 est le caractère prioritaire attribué par les pouvoirs publics à ce programme (qui s'est répercuté sur la taille conséquente de l'enveloppe budgétaire) et le caractère interministériel des actions

programmées. Par ailleurs, un système de suivi-évaluation a été mis en place au niveau du ministère de l'agriculture et à l'échelle nationale et ce pour vérifier sa bonne exécution et pour capitaliser des expériences et des enseignements pour les programmes futurs.

Les actions de création d'emplois et l'alimentation en eau potable ont représenté la plus grande part de l'enveloppe globale du programme alors qu'environ la moitié du budget alloué au secteur agricole a été réservée aux actions de sauvegarde du cheptel.

Bien qu'ayant initié le principe de mobilisation des différents acteurs (Etat, Privé et Société civile), les contraintes relatives à la lourdeur des procédures administratives et de coordination entre les différents intervenants ont limité l'impact des actions entreprises. A l'échelle locale, ces actions sont souvent perçues comme un drainage de fonds dont la pérennité n'est souvent pas assurée par les opérateurs locaux. Ce qui aurait pu être évité moyennant l'adoption d'une stratégie participative globale tant au niveau de la définition des actions qu'au niveau de leur suivi et de leur exécution.

2.3. Programme de Sécurisation de la Production Céréalière:

Visant à relever le défi de la sécurisation de 60 millions de Qx de céréales et assurer un niveau stable de la couverture des besoins nationaux, le programme de sécurisation de la production céréalière lancé au cours de la campagne 1999/2000 s'est focalisé sur l'irrigué et sur le bour à haut potentiel céréalière.

En terme de gestion des ressources en eau, l'irrigation de complément de 500 000 hectares a été initialement fixée par la réallocation des ressources en eau initialement destinées à l'irrigation intensive.

Pour l'opérateur local, la volonté des pouvoirs publics bien que légitime ne peut pas être suivie avec le même enthousiasme car le risque lié aux aléas climatiques continuent à être trop grand.

2.4. Aides et incitations à l'investissement:

Un autre volet très important du comportement de l'opérateur national est l'ensemble des primes et des

subventions octroyées au secteur agricole. Tout particulièrement ceux relatives à la mise en place des systèmes modernes d'irrigation dont les subventions peuvent atteindre 40% du total de l'investissement.

La logique des pouvoirs publics est simple : étant donnée que la sécheresse est devenue un phénomène structurel, les problèmes de pénurie d'eau sont devenus une caractéristique de l'agriculture marocaine, faisant de l'eau une denrée de plus en plus rare. D'où la nécessité de promouvoir les techniques modernes d'irrigation économisatrices en eau. Aussi est - il nécessaire d'octroyer des subventions pour dépasser l'entrave financière.

Cette logique bien qu'elle contient une grande part de vérité a l'inconvénient de restreindre le problème de la promotion des techniques d'irrigation modernes à la question financière. Ce qui est loin d'être vrai car même les grands agriculteurs hésitent à investir dans la modernisation des systèmes d'irrigation. Effectivement, d'autres causes méritent une attention particulière: Statut foncier, morcellement des terres, niveau d'instruction des agriculteurs etc..

L'opérateur régional réagit à ces décisions par un ensemble d'actions de sensibilisation et d'encadrement des agriculteurs notamment la constitution d'une cellule pluridisciplinaire de suivi des investissements privés (voir opérateur régional) mais qui ne porte pas pleinement leur fruit. En plus devant le retard de parution des textes d'application, l'ORMVAM se trouve dans une situation d'embarras en tant qu'interlocuteur de proximité des pouvoirs publics à l'échelle régionale.

Pour sa part, l'opérateur local, accueille positivement ces décisions mais considère qu'elles sont loin de minimiser les risques qu'il encoure. L'un des bienfaits à notre sens majeurs de ces aides, est le fait qu'elles ont suscité l'intérêt des agriculteurs pour découvrir les systèmes d'irrigation localisés ce qui a facilité leur vulgarisation.

La réticence des agriculteurs peut aussi être expliquée par l'aléa relatif aux

procédures de constitution des dossiers. Pour l'année 2002, les textes d'aides à l'investissement dans le domaine de la reconversion en micro-irrigation, bien qu'ils prennent effet à partir de janvier 2002, ont conduit à l'arrêt de toute installation de nouveau système d'irrigation localisé. En effet, l'opérateur local s'est trouvé dans une situation d'attente, compte tenu que le mode de paiement n'est pas encore clarifié (avant ou après l'investissement) et de crainte que les procédures soient trop compliquées.

Conclusion :

En passant en revue les principaux comportements et stratégies de l'opérateur national face à l'aléa climatique, nous avons essayé d'insister sur le fait que ses décisions sont perçues d'une façon particulière par les autres opérateurs. L'opérateur local tout particulièrement se trouve confronté, en plus de l'aléa climatique, à l'aléa relatif aux décisions prises par l'opérateur national. Pour sa part, l'opérateur régional à savoir l'ORMVAM en tant que principal exécutant de ces décisions adopte un comportement de proximité particulier qui sera détaillé dans le chapitre suivant.

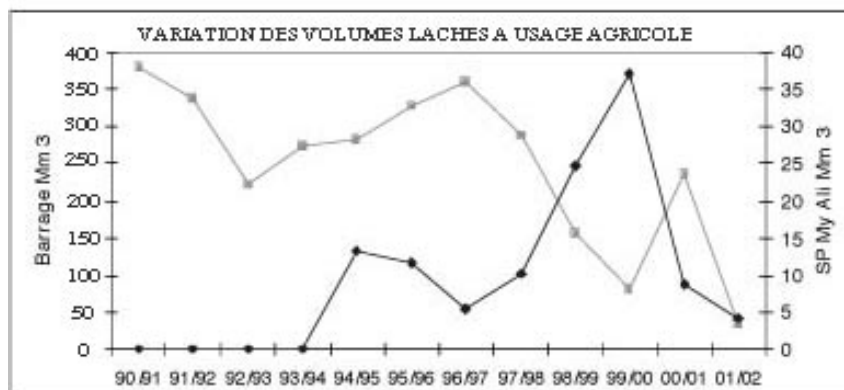
3. COMPORTEMENT ET STRATEGIE DE L'OPERATEUR REGIONAL

Le périmètre de la Moulouya connaît ses dernières années une pénurie chronique d'eau qui risque de s'aggraver au fil des années suite à l'envasement du barrage et à la sécheresse qu'a connue le Royaume en général et la région de l'oriental en particulier.

3.1. Gestion de l'eau d'irrigation:

Dans cette partie on se proposera de se focaliser sur les étapes suivies pour la définition du programme des cultures à mettre en place et le nombre d'irrigation alloué à chaque culture. Un intérêt particulier sera porté aux mesures prises en cas de sécheresse.

La programmation de la campagne agricole commence par l'établissement d'un ensemble de scénarii fixant les superficies à irriguer et la dotation à allouer à chaque culture sur la base d'un volume d'eau d'irrigation disponible.



Ces scénarios sont élaborés généralement pendant le mois d'août et le début du mois de septembre mais garde un aspect prévisionnel et ce dans l'attente de la réunion de concertation qui se tient au niveau de la direction de l'hydraulique d'Oujda en collaboration avec les différents services concernés à savoir l'ONEP et l'ONE.

La dotation allouée à l'irrigation du périmètre ne devient définitive qu'après la tenue d'une réunion au niveau du ministère de l'équipement en présence des services centraux du ministère de l'agriculture et de l'ORMVAM. Pour assurer une gestion dynamique des ressources en eau, l'ORMVAM procède à la révision de son programme d'irrigation à la baisse ou à la hausse selon l'évolution de l'état de la réserve et les apports en eau enregistrés. Lequel cas les scénarios ci-dessous sont réactualisés et sont rediscutés en suivant les mêmes étapes à la lumière des nouvelles données.

Le temps important que prend la procédure de définition de la dotation allouée à l'irrigation, rend le rapport avec l'opérateur local difficile qui voit le programme de cultures et des irrigations inchangé malgré l'amélioration de la réserve du barrage. A titre d'exemple, pendant le mois de janvier 2002, la réserve du barrage s'est vue nettement améliorée mais la révision officielle de la dotation a pris du retard paralysant ainsi l'ORMVAM et créant un climat de non confiance avec les agriculteurs.

En cas de situation de pénurie d'eau, l'ORMVAM adopte un programme restrictif en matière de fourniture d'eau d'irrigation et d'emblavement. Des

efforts sont déployés et plusieurs mesures sont prises pour rationaliser la gestion des ressources en eau disponibles notamment :

- Annulation ou diminution du programme de maraîchage et de céréales devant être irrigués à partir du barrage;
- Diminution de la superficie programmée de betterave à sucre;
- Exploitation optimale de la station Moulay Ali;

Nous remarquons que le recours à la station d'appoint Moulay Ali s'accroît en période de pénurie d'eau alors que les volumes lâchés à partir du barrage connaissent une réduction conséquente. Les mêmes constats sont observés à l'échelle d'une même campagne, durant laquelle, cette station est sollicitée pendant des mois particuliers.

- Diminution de la fréquence d'irrigation ;
- Diminution de la dose d'irrigation à l'hectare; en particulier pour les exploitations disposant de puits équipés et dont le taux de salinité de l'eau est inférieur à 3 g/l. Cependant, l'exploitation intensive de cet aquifère, la faiblesse des précipitations et les restrictions en matière d'irrigation conduisent à un rabattement important de la nappe.
- Incitation des agriculteurs à l'utilisation des eaux de la nappe;
- Suivi journalier de l'évolution de la réserve dans le barrage;
- Incitation des agriculteurs à l'adoption de techniques d'irrigation modernes.

A signaler que des réunions fréquentes sont tenues avec les agriculteurs et leurs représentants afin d'assurer leur adhésion et de tenir compte de leur avis sur la répartition optimale des

superficiés et sur le démarrage des irrigations.

3.2. Mise en place d'une cellule de suivi des investissements privés :

La cellule pluridisciplinaire de suivi des investissements privés instaurée par l'ORMVAM a pour but d'encourager les investissements privés dans le domaine de l'agriculture en procédant au suivi des projets durant toutes les étapes.

Les projets d'irrigation localisée représentent une composante importante des investissements dans la zone. En effet, la cellule offre gratuitement ses services aux agriculteurs qui désirent investir dans l'installation des systèmes d'irrigation améliorés au niveau de leurs exploitations et en particulier les systèmes de micro-irrigation (étude technique, suivi et encadrement des travaux d'exécution ..).

Durant la période du 01/09/1998 au 31/12/2001, la cellule a élaboré 75 études d'irrigation localisée soit environ 600 hectares. Durant cette même période, la superficie équipée en matériel de micro-irrigation est passée de 400 à environ 1200 hectares.

Les subventions accordées aux agriculteurs dans le dernier bulletin officiel datant de l'an 2002 sont de 30% à 40% du coût total du projet (Bassin, groupe motopompe, station de tête, tuyauterie d'amenée, réseau de distribution). Cette aide financière et le niveau de formation acquis par les agriculteurs dans le domaine de l'irrigation localisée grâce à la cellule instaurée à l'ORMVAM ainsi que la réussite des exploitations récemment équipées permettront d'encourager d'avantage l'investissement privé dans le domaine de l'irrigation à la parcelle. Cependant dans l'absence de textes d'application, l'opérateur local se trouve dans une situation d'attente alors que l'opérateur régional manque d'arguments pour expliquer ce retard.

3.3. Installation de deux stations météorologiques automatiques :

L'ORMVAM a acquis deux stations météorologiques automatiques permettant la mesure de toutes les données

agro-météorologiques nécessaires au calcul de l'évapotranspiration de référence et par conséquent les besoins en eau des cultures. L'une de ces stations a été installée à la SEHA de Boughriba (rive droite) et l'autre à la SEHA Zebra (rive gauche).

Chaque station est équipée d'une centrale d'acquisition des données permettant leur stockage pour une période qui dépasse un mois. L'enregistrement des données se fait chaque 20 secondes. Un logiciel de traitement des données permet de les traiter à l'échelle de l'heure et de la journée.

Cette action exprime la volonté de l'opérateur régional de maîtriser la demande en eau des cultures pour un meilleur pilotage de l'irrigation. Cependant devant l'étendue du périmètre de la Moulouya, le manque de représentativité de ces stations ne permet pas leur utilisation dans la programmation des irrigations.

3.4. Autorisation de plantations :

Pour éviter l'accroissement excessif du rythme d'extension des plantations notamment les agrumes, l'ORMVAM a maintenu la part réservée à l'arboriculture dans les plans d'assolement du Dahir 1-70-227 du premier chaaban 1390 (30-10-1970) soumettant à autorisation administrative toute extension de plantation fruitière à l'intérieur des zones irriguées. Cependant, des autorisations sont spécifiquement attribuées aux agriculteurs qui désirent moderniser leur système d'irrigation et ce pour encourager l'adoption de la micro-irrigation. Décision qui a été approuvée lors du dernier Conseil d'Administration de l'ORMVAM.

En parallèle, l'ORMVAM encourage la mise en place des plantations moins exigeantes en eau notamment l'olivier par le renforcement de l'opération de rétrocession des plants d'olivier aux agriculteurs.

Conclusion :

L'opérateur régional de par sa proximité de l'opérateur local, se trouve investi d'une double responsabilité : d'une part, exécuter les décisions prises à l'échelle

nationale et d'autre part prendre les décisions appropriées et spécifiques à sa zone d'action. Les dysfonctionnements des décisions prises à l'échelle nationale se répercutent négativement sur ses relations avec l'opérateur local en créant un climat de non confiance et affecte sa crédibilité.

Dans ce qui suit, on abordera les comportements des agriculteurs qui font que, dans ce contexte de libéralisation, toute action n'est concrétisée qu'à travers eux.

4 COMPORTEMENT ET STRATEGIE DE L'OPERATEUR LOCAL

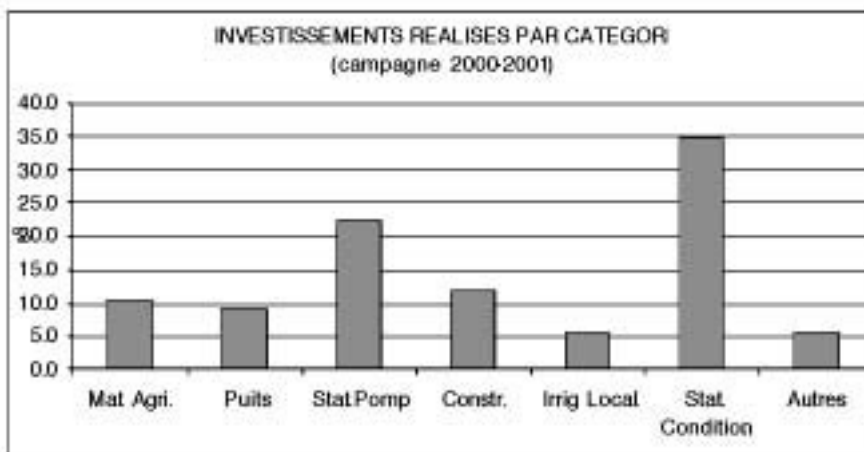
A fin de s'adapter aux aléas climatiques et aux mesures entreprises par l'opérateur national et l'opérateur régional, les opérateurs locaux (agriculteurs) ont développé des stratégies et des comportements leur permettant de s'ajuster à ces nouvelles données.

Dans cette partie nous allons essayer de traiter les principaux comportements développés par les agriculteurs de la Moulouya :

4.1. Utilisation de la nappe phréatique et détournement de l'eau :

En réaction aux restrictions initiées par l'opérateur régional ; les opérateurs locaux (agriculteurs) ont beaucoup investi, ces dernières années, dans le creusement des puits et leur équipement en stations de pompage pour pouvoir irriguer les cultures maraîchères qui sont toujours les premières à être supprimées du programme des irrigations chaque fois que la réserve du barrage est faible. A titre d'exemple, 31.8 % du montant global des investissements réalisés par les agriculteurs, au cours de la campagne agricole 2000-2001(34 722 000 DH) est réservé à cette opération (9.1 % pour le creusement des puits et 22.7 % pour l'équipement en stations de pompage) comme le montre le graphique suivant :

Les agriculteurs procèdent à la mise en place des cultures maraîchères jugées plus valorisantes du mètre cube d'eau, même en situation de pénurie d'eau. C'est le cas de la campagne agricole 1999-2000 au cours de laquelle la superficie totale des cultures



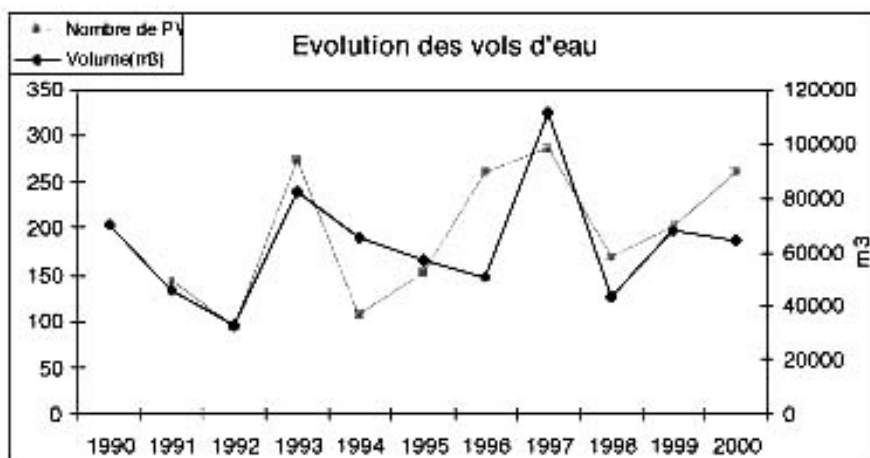
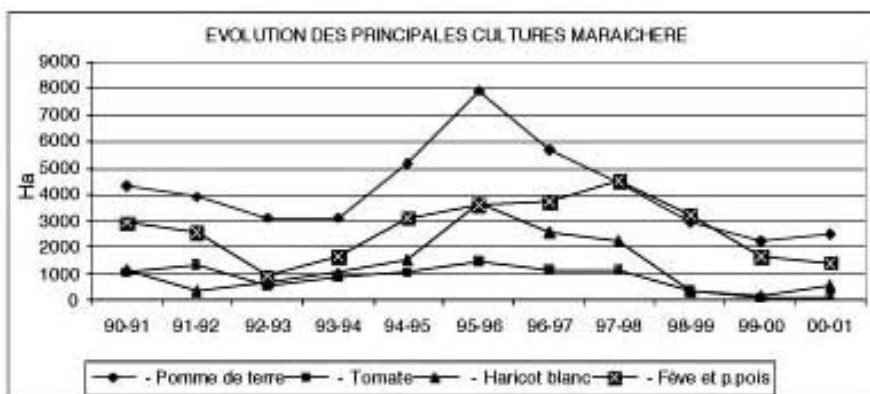
marâchères a atteint 4770 ha dont 2235 ha de pomme de terre et 1668 ha de fève et petit-pois, malgré leur suppression du programme des irrigations.

Cette superficie, notamment de pomme de terre, est réalisée par des agriculteurs disposant des stations de pompage d'eau souterraine ayant une qualité chimique satisfaisante. Par contre, la fève et les petit-pois sont cultivés notamment par des agriculteurs ayant recours au

détournement de l'eau réservée aux cultures pérennes pour assurer l'irrigation d'appoint à ces cultures récoltées en vert.

Par ailleurs, les agriculteurs ont tendance à abandonner les autres cultures marâchères exigeantes en eau tel que la tomate et le haricot comme l'illustre la figure ci-dessous.

Nous avons jugé opportun de présenter



l'évolution du nombre des prélèvements d'eau d'irrigation effectué en infraction pour faire ressortir les éventuelles corrélations avec la sécheresse.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser le nombre maximal d'infractions a été commis pendant l'année 1997 durant laquelle le programme d'irrigation n'était pas restrictif. Ce qui peut s'expliquer par le fait que l'agriculteur craignant pour son investissement initial et qui est plus important en cas de programme normal n'hésite pas à commettre des vols d'eau pour satisfaire ses besoins et n'attend pas le démarrage du tour d'eau. Le nombre de vol d'eau peut être utilisé comme un indicateur rendant compte de l'aléa relatif à l'ignorance de la date de démarrage des tours d'eau et du risque permanent que ressent l'agriculteur de voir appliquées des restrictions nouvelles en matière d'irrigation.

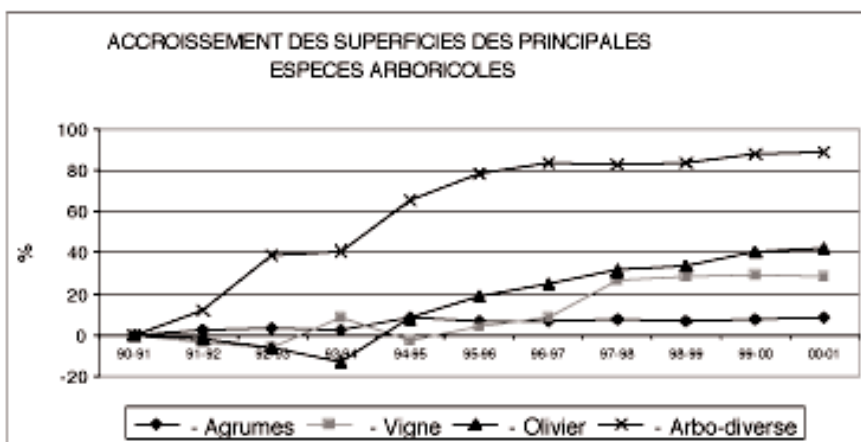
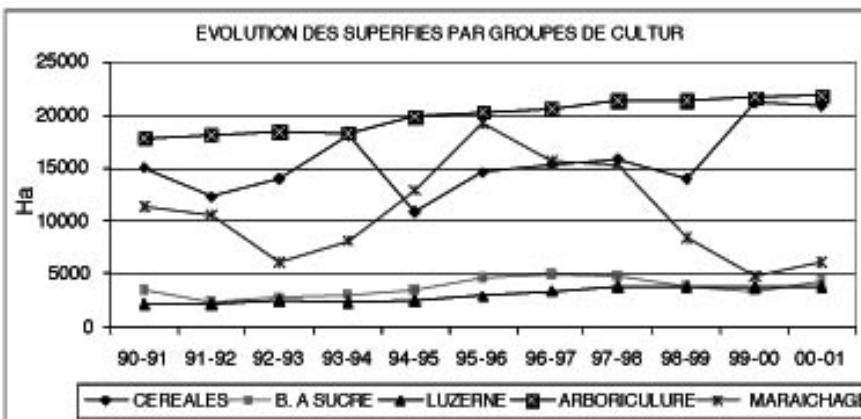
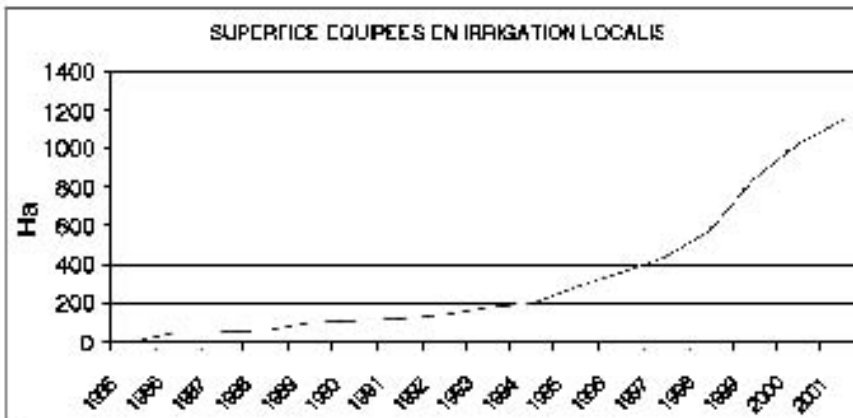
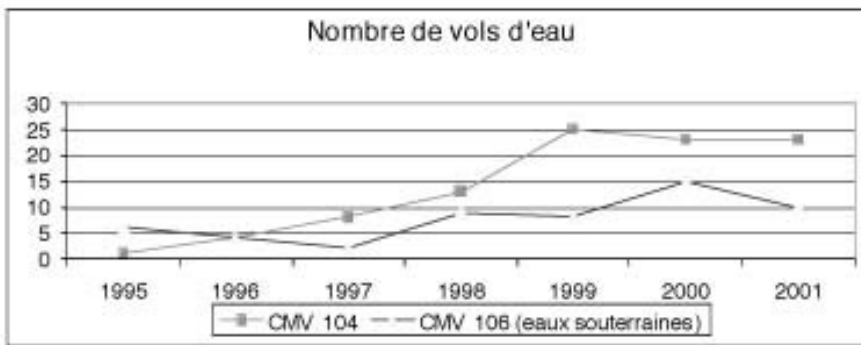
On remarque cependant que depuis 1998 une augmentation progressive du nombre de vols d'eau et ce du fait des restrictions sévères initiées par l'ORMVAM.

Comme c'était, prévisible les vols d'eau sont moindres au niveau des zones disposant d'eau souterraines.

4.2. Maîtrise de l'eau à la parcelle et irrigation localisée :

Vu la pénurie d'eau dont souffre le périmètre, la majorité des agriculteurs procèdent au nivellement de leurs parcelles, au désherbage des séguias, à la confection des cuvettes dans le cas de l'arboriculture. Ce qui traduit une prise de conscience de la rareté de l'eau.

Il apparaît de ce qui précède que la superficie équipée en irrigation localisée connaît une augmentation permanente. Cependant, une nette amélioration est constatée à partir de 1998 ce qui est attribué au recours massif aux techniques nouvelles d'irrigation suite aux sécheresses qu'a connues le périmètre. Malgré la pénurie d'eau et malgré les aides à l'investissement, on note une nette réticence pour l'adoption des techniques d'irrigation modernes. A signaler qu'au niveau du périmètre de la Moulouya, les agriculteurs avaient acquis une mauvaise expérience auprès de certains



établissements publics ayant échoué dans la mise en place de ces techniques. Par ailleurs, nous remarquons que 16% des agriculteurs (Superficie de l'exploitation supérieure à 20 Ha) ayant équipé leurs parcelles exploitent plus de 54% du total de la superficie équipée.

4.3. Orientation vers les cultures pérennes et la betterave à sucre :

L'analyse de l'évolution des superficies par groupe de cultures montre que la superficie des cultures pérennes (arboriculture et luzerne) et de la betterave à sucre a connu une tendance à l'augmentation au cours de la dernière décennie (voir graphique ci-dessous).

En effet, la superficie de l'arboriculture, de la luzerne et de la betterave à sucre est passée respectivement de 17 855, 2218 et 3548 ha en 1990/91 à 21 817, 3899 et 4368 ha en 2000/2001.

Cette orientation s'explique par la mesure prise par l'opérateur régional consistant à sauvegarder le patrimoine arboricole et la luzerne et à assurer un programme minimum de betterave à sucre, pour l'approvisionnement de la SUCRAFOR, même en situation difficile en matière d'eau d'irrigation.

4.4. Développement des espèces arboricoles moins exigeantes en eau

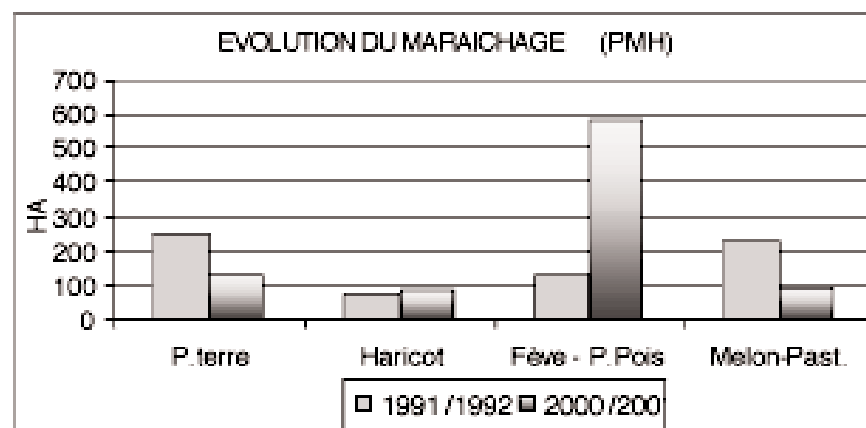
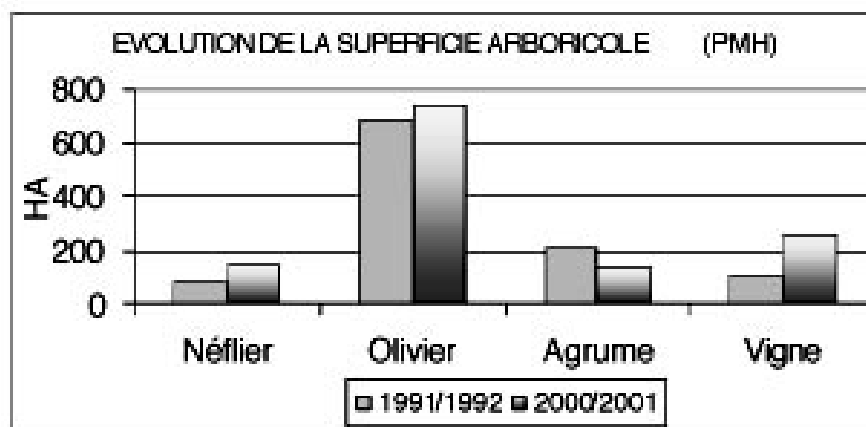
Pour tirer profit de la mesure de sauvegarde du patrimoine arboricole et pour rentabiliser davantage le mètre cube d'eau d'irrigation, un certain nombre d'agriculteurs en grande hydraulique ont développé la culture de la vigne, d'olivier et d'arboriculture diverse notamment le néflier et l'abricotier.

En effet, la superficie des agrumes, de la vigne, de l'olivier et de l'arboriculture diverse a connu un accroissement respectif de 8,51 % , 28,28 %, 42,08 % et 88,65 % comme l'illustre le graphique ci-dessous.

Ce comportement est développé par les agriculteurs pour s'ajuster à la mesure prise par l'ORMVAM ayant pour objectif, au cours de cette dernière décennie, l'encouragement de plantation des espèces arboricoles moins exigeantes en eau comme l'olivier, la vigne et l'abricotier et la

Références bibliographiques

- Belguenani H. "Le service de l'eau dans le périmètre de la Moulouya: situation actuelle et perspective d'amélioration", ORMVAM, Décembre 2001;
- Belguenani H. "Logiciel RPIP: Description et perspective d'avenir" Research Programme on Irrigation Performance, Juin 1998;
- Belguenani H. "Impact de l'informatisation sur les procédures de distribution: cas du logiciel RPIP" Séminaire Euroméditerranéen - Rabat-Maroc, Octobre 1999;
- BCEOM-Maghreb Projet "Etude d'amélioration de l'exploitation des systèmes d'irrigation et de drainage du périmètre de la Moulouya-Diagnostic", 1995 ;
- BCEOM-MP, "Etude d'amélioration de l'exploitation des systèmes d'irrigation et de drainage", Dossier définitif de la 2ème phase - Proposition de variantes, Décembre 1997 ;
- Daraoui M. et El Kassimi A. "Pénurie d'eau et impact sur les performances dans le périmètre irrigué de la Moulouya", Séminaire AMAEco,Rabat, Juin 2000;
- Dr Davide F., Senior Associate - the University of Melbourne, and Farmer, Victoria, Australia - "The Experience of Drought in Southern Australia"- Atelier International sur la Stratégie d'Adaptation à la sécheresse Rabat, le 1-2 Novembre 1999. ;
- Discours d'Ouverture du Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes d'Atelier International sur la Stratégie d'Adaptation à la sécheresse , Rabat, le 1-2 Novembre 1999 ;
- El Guedari A., El Ghali A.El Kassimi A., Belguenani H, Hofwegen P. Van "Protocole d'accord entre l'Etat et l'ORMVA de la Moulouya" International seminar : Research Programme on Irrigation Performance, Septembre 1996,Le Cair -Egypte ;



limitation des autorisations de plantation d'agrumes par une bonne gestion des textes soumettant à autorisation toute création ou extension des vergers.

Pour les agriculteurs situés en zone de PMH, la seule stratégie adoptée est l'adaptation par l'assolement. L'importance de la prise en compte de la PMH réside dans le fait que les mesures restrictives entreprises par l'opérateur régional ne concerne pas cette zone. Aussi leurs décisions sont surtout liées à l'aléa climatique.

C'est ainsi que les cultures exigeantes en eau (agrumes, pomme de terre ...) sont abandonnées au profit des cultures moins exigeantes en eau et dont le cycle de production ne coïncide pas avec l'été (olivier, néflier, vigne, fève et petit pois..). Ce qui prouve que les plans d'assolement adoptés par les agriculteurs de la grande hydraulique, bien qu'étant influencés par la pénurie d'eau, sont aussi dus aux décisions prises par l'opérateur régional.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La distinction des trois niveaux de décisions (National, Régional et local) fait apparaître l'importance d'analyser l'interactivité entre ces trois opérateurs. Et ce tout particulièrement en matière de comportements et de stratégies adoptés pour faire face à l'aléa climatique.

Tout dysfonctionnement entre les trois niveaux traduit un manque de synergie : l'objectif étant le même, une meilleure coordination devrait s'établir entre les opérateurs.

L'opérateur local se trouve être le moyen et la finalité des décisions des autres opérateurs, car toute action ne peut réellement être concrétisée que par et à travers lui.

En essayant de minimiser les risques, il adopte un comportement et une stratégie pour parer non seulement à l'aléa climatique mais aussi à l'aléa relatif aux décisions des autres opérateurs.

Références bibliographiques

- El Kassimi A., Belguenani H., Hafiane R. "Use and Utility of Performance Indicators in Irrigation Management : Case of Moulouya scheme" – 13^{ème} Congrès International de CIGR. Février 1998, Rabat ;
- El Kassimi A "Projet de réforme du service de l'eau" Document provisoire, Décembre 2001.
- Hofwegen P. Van ,Belguenani H., El Kassimi A "Use and Utility of Performance Indicators, Triffa Scheeme secteur 22" ORMVAM: IHE-IIMI- ORMVAM Research Programme on Irrigation Performance 1996, IHE-Delft, Pays Bas;
- Hofwegen Paul Van "Informatisation du tour d'eau et rôle de l'aiguadier" Research Programme on Irrigation Performance - Mai 1997 ;
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes- DPAE- "Programme de lutte contre les effets de la sécheresse- Système de suivi et d'évaluation des effets et des impacts du programme" Avril 2000 ;
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes- DPAE- "Programme de lutte contre les effets de la sécheresse- évaluation de la première phase du programme Avri-le-Juin 2000" Juillet 2000 ;
- Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes "Programme de sécurisation de la production céréalière- 1999-2002" – Rapport provisoire Octobre 1999.
- ORMVAM , "Note sur la gestion des ressources en eau dans le périmètre Irrigué de la Moulouya" Avril 1997 ;
- ORMVAM-SPA "Note sur la libéralisation des dans le périmètre de la Moulouya" Octobre 1994.
- Tizaoui Chrif "promotion de l'irrigation localisée au service de l'économie l'eau dans le périmètre de la Moulouya", ORMVAM, Juin 2000;

L'opérateur régional se trouve investi d'une mission de proximité et d'intermédiation entre l'opérateur national et celui local. Sa crédibilité se trouve, cependant, affectée par les défaillances et les retards des décisions prises par l'opérateur national.

Le champs d'action des pouvoirs publics, étant plus vaste, il est nécessaire que la définition même de la sécheresse soit maîtrisée et que l'aléa climatique soit perçu dans sa dimension temporelle et spatiale.

Une meilleure coordination des actions permettrait de minimiser les risques en dépit des aléas climatiques.

Pour ce faire, nous recommandons ce qui suit :

- ✓ Amélioration de la communication entre les différents opérateurs moyennant la mise en place d'une stratégie volontariste favorisant la fluidité de l'information ascendante. Des campagnes de sensibilisation doivent être entreprises pour restaurer la confiance et la crédibilité de l'opérateur régional. Néanmoins, l'ORMV AM doit passer de la rigidité du service de l'eau résultant de

l'irrigation par tour d'eau à sa souplesse moyennant une gestion de la demande plus appropriée avec la participation effective des usagers.

- ✓ Comme préalable à toute action , les pouvoirs publics se doivent d'adopter une démarche participative globale tant au niveau de la définition même des projets qu'au niveau de leur exécution et de leur suivi.
- ✓ Entreprendre des études sociologiques visant à porter la lumière sur les causes de la réticence des agriculteurs au travail associatif et participatif ;
- ✓ Les décisions de l'opérateur régional notamment en matière de restrictions en période de pénurie d'eau doivent aussi prendre en considération la composante économique pour mieux valoriser le mètre cube d'eau. L'opérateur national , pour sa part, doit oeuvrer dans la même sens moyennant l'instauration d'un système de tarification équitable. Cette manière de faire devrait conduire à une économie incitative basée sur le coût réel de l'eau d'irrigation incitant l'utilisateur à la recherche d'optimum de rendement et de la valorisation.

