

CIHEAM



Centre
International
de Hautes Etudes
Agronomiques Méditerranéennes

*International
Centre for
Advanced
Mediterranean Agronomic Studies*

Thèse / Thesis

requis pour
l'obtention du Titre

*submitted
for the Degree of*

Master of Science

**Efficacité et efficacité économique
comparées des systèmes de production
dans différentes situations d'accès
à la ressource en eau :
Application dans le périmètre
du Gharb (Maroc)**

Rachid Harbouze

Série « Master of Science » n° 100

2009

**Institut Agronomique Méditerranéen de
Montpellier**



CIHEAM
IAM MONTPELLIER

**Efficacité et efficacité économique
comparées des systèmes de production
dans différentes situations d'accès
à la ressource en eau :
Application dans le périmètre
du Gharb (Maroc)**

Rachid Harbouze

Série « Master of Science » n° 100

2009

**Efficacité et efficacité économique comparées des systèmes de production
dans différentes situations d'accès à la ressource en eau :
Application dans le périmètre du Gharb (Maroc)**

Rachid harbouze

Série « Master of Science » n° 100

2009

Série Thèses et Masters

Ce Master est le numéro 100 de la série *Master of Science* de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.

Cette collection réunit les *Masters of Science* du CIHEAM-IAMM ayant obtenu la mention « Publications », ainsi que les travaux doctoraux réalisés dans le cadre des activités scientifiques et pédagogiques de l'Institut et de ses enseignants chercheurs.

Le *Master of Science* du Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes :

Efficacité et efficacité économique comparée des systèmes de production dans différentes situations d'accès à la ressource en eau. Application dans le périmètre irrigué du Gharb (Maroc)

a été soutenu par Rachid Harbouze le 25 mars 2008 devant le jury suivant :

M. Jean-Claude Mailhol, CEMAGREF Montpellier Président
M. Philippe Le Grusse, Enseignant-chercheur CIHEAM-IAMM Membre
M. Sébastien Loubier, Ingénieur de recherche, CEMAGREF Montpellier Membre
M. Jean-Louis Fusillier, Chercheur CIRAD Montpellier Membre

Le travail de recherche a été encadré par M. Philippe Le Grusse.

CIHEAM-IAMM
Institut Agronomique Méditerranéen de
Montpellier

Directeur : Vincent Dollé

3191 route de Mende – BP 5056
34093 Montpellier cedex 05

Tél. : 04 67 04 60 00
Fax : 04 67 54 25 27
<http://www.iamm.fr>

L'institut Agronomique Méditerranéen
n'entend donner aucune approbation ni
improbation aux opinions émises dans
cette thèse

ISBN : 2-85352-421-3 ; ISSN : 0989-473X

Numéros à commander au
CIHEAM- IAMM
Bureau des Publications
e-mail : tigoulet@iamm.fr
Prix : 50€
© CIHEAM, 2008

Fiche bibliographique

Harbouze Rachid. (2009) - Efficacité et efficacité économique comparée des systèmes de production dans différentes situations d'accès à la ressource en eau. Application dans le périmètre irrigué du Gharb (Maroc) - Montpellier : CIHEAM-IAMM. 129 p. Master of Science ; n°100).

Résumé :

La présente étude qui a été menée dans les trois grandes zones (Côtière, Centrale et Beht) d'action de l'ORMVA du Gharb a pour objectifs : le calcul et la comparaison d'une part, des indices d'efficacité économique des exploitations agricoles irriguées, et d'autre part les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation des principales cultures pratiquées par ces exploitations. Pour atteindre ces objectifs, la méthode *Data Envelopment Analysis* (DEA) a été adoptée. L'échantillon (49 exploitations) qui a servi de base à cette étude englobe des exploitations avec des systèmes de production différents (Maraîchers, céréaliers, agrumicoles et sucriers) et des modes d'irrigation différents (Goutte à Goutte, aspersion et gravitaire).

L'analyse des données montre que : 1) parmi les exploitations les plus efficaces, on trouve en même temps celles qui « souffrent » d'un manque d'eau d'irrigation (zone Beht) et celles qui ont un accès « illimité » à la ressource (pompages privés au niveau de la zone Côtière). 2) 73% des exploitations de l'ensemble de l'échantillon sont inefficaces, ce qui montre que la majorité des agriculteurs ne maîtrise pas la technologie disponible.

Mots clés : efficacité, valorisation de l'eau, *Data Envelopment Analysis*, systèmes de production, modes d'irrigation.

Abstract :

The present study which was undertaken in three great zones (Coastal, central and Beht) of action of the ORMVA of Gharb aims to calculate and compare on one hand economic efficiency indices of the irrigated farms and on the other hand, levels of valorisation of the irrigation water of principal crops practised by these farms. To achieve these goals the method Data Envelopment Analysis (DEA) was adopted. The sample (49 farms) which was used as a basis in this study includes different crop systems of production (market-gardening, cereal crop and sugar crop systems) and different irrigation modes (drop by drop, sprinkling and gravitating).

The data analysis shows astonishing results: 1) the most efficient farms are those which "suffer" from a lack of irrigation water and not those which have "unlimited" access to the resource (private pumping). 2) 73% of the farms of the sample are inefficient and indicate that the majority of the farmers do not control the available technology.

Key words: efficiency, valorisation of water, *Data Envelopment Analysis*, crop systems, irrigation modes.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde reconnaissance à mon encadrant Pr. Philippe Le Grusse pour les précieux conseils qu'il m'a prodigués et pour l'intérêt soutenu avec lequel il a entouré ce travail.

Aucun mot ne saurait exprimer ma très haute considération et ma grande admiration pour son ardeur au travail et surtout sa simplicité.

A Mr Le Président de jury :

J'exprime ma plus profonde reconnaissance pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de notre jury de thèse. Qu'il soit permis de lui témoigner ma très haute considération et ma profonde gratitude.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur Sébastien Loubier et Jean-Louis Fusillier, qui ont bien voulu honorer ce jury, pour discuter et juger ce travail. Qu'ils acceptent l'expression de ma sincère reconnaissance et mon profond respect.

Je tiens aussi à remercier Amane Embarek, Belabbas Kamal, Pierre Ruel, Taky Abdelillah, Raki Mohamed, Jean-Marie Attonaty, Larbi Zagdouni, Ahmed Bouaziz pour leur aide et soutien pour l'élaboration de ce travail,

Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouve ici l'expression de ma sincère gratitude.

Sommaire

Introduction	5
Partie I. Cadre du travail et présentation de la zone d'étude	7
Chapitre 1. Politique de l'eau au Maroc	7
I- Politique de l'eau et de l'irrigation	7
1- Politique de l'eau :	7
2- Choix de l'agriculture irriguée :	9
3- La politique des barrages.....	9
4- Les objectifs de la mobilisation de l'eau.....	10
II- Politique de l'irrigation et son rôle dans le développement socio-économique	10
1- Rôle déterminant dans l'économie nationale	10
2- Défis majeurs à lever	12
III- Tarification de l'eau d'irrigation	15
IV- Programme d'ajustement structurel en agriculture	18
V- Cadre institutionnel, organisationnel et juridique de l'eau	19
1- Cadre institutionnel	19
2- Cadre organisationnel.....	22
3- Cadre juridique.....	23
Chapitre 2. Description de la région et zones de l'étude	27
I- la région de l'étude : GHARB	27
1- Localisation de la région	27
2- Climat	28
3- Type de sols.....	28
4- Les ressources en eau	30
5- Aménagements hydro-agricoles	31
6- Potentiel de la région d'étude.....	33
II- Les zones de l'étude	36
1- Zone centrale	36
2- Zone du BEHT	37
3- Zone côtière.....	38
Chapitre 3. Problématique de l'étude et objectifs du travail	41
Partie II. Matériels et méthodes	45
Chapitre 1. Présentation de l'échantillon	45
Chapitres 2 : Les outils	49
I- Plate forme Olympe	49
II- Le modèle ratio CCR.....	50
Chapitre 3 : Calcul de la valorisation de l'eau d'irrigation	53
Chapitre 4. mesures de l'efficience	55
I- Les méthodes de mesures de l'efficience	55
1- Introduction	55
2- La notion d'efficience :	55
3- Mesures de l'efficience	57
II- La méthode DEA (Data Envelopment Analysis)	63
1- Le modèle Additif	64
2- Les modèles multiplicatifs.....	65
3- Le modèle BCC (Banker, Charnes et Cooper)	65
4- Le modèle Charnes, Cooper et Rhodes (CCR).....	68

III- Conclusion	71
Partie III : Résultats et discussion	73
I Comparaison des différents systèmes de production et de la valorisation de l'eau.	73
II- Valorisation de l'eau d'irrigation dans les différentes zones	76
III- Résultats de la méthode DEA (modèle ratio CCR).....	81
Conclusion	89
Références bibliographiques	91
Annexes	94

Listes des figures

Figure 1: Assolement dans les grands périmètres irrigués au Maroc.....	13
Figure 2: Localisation de la région du Gharb (source : image Google Earth 2008)	28
Figure 3: Carte de la zone centrale (secteurs aspersifs) (source : ORMVAG, 2007)	37
Figure 4: Carte de la zone BEHT (source : ORMVAG, 2007)	38
Figure 5: Localisation de la zone côtière (source : ORMVAG, 2007)	39
Figure 6: Tailles des exploitations enquêtées.....	47
Figure 7: Interface de la plate forme Olympe	50
Figure 8: Représentation graphique (Farrell 1975) de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative (source : Swed. J. of Economics 1974).....	58
Figure 9: Représentation graphique de l'efficience technique pure, et de l'efficience technique d'échelle et du progrès technique. (Source : Albouchi L, 2003).....	60
Figure 10: Enveloppe linéaire par morceau.	62
Figure 11: Orientation input d'un modèle DEA.....	66
Figure 12: Orientation output d'un modèle DEA.....	66
Figure 13: Présentation du modèle sur Excel.....	104
Figure 14: Paramètres du Solver sur Excel	105
Figure 15 : Procédure de paramétrage du Modèle sur Excel	106

Liste des tableaux

Tableau 1: Superficies irrigables au Maroc (en Ha)	8
Tableau 2: Taux de couverture pour les céréales, les huiles et le sucre(en %).	11
Tableau 3: Evolution des superficies équipées par rapport au potentiel irrigable au niveau de la plaine du GHARB	33
Tableau 4: Production et superficie de maraîchage de saison dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002	34
Tableau 5: Production et superficie des cultures maraîchères primeurs dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002	35
Tableau 6: Production et superficie des cultures maraîchères destinées à la transformation dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002.....	35
Tableau 7: Répartition des exploitants par âge	46
Tableau 8: Répartition des exploitants par niveau d'instruction.....	46
Tableau 9: Statuts fonciers des exploitations	47
Tableau 10: Comparaison des différents systèmes de production	74
Tableau 11: Comparaison des exploitations des trois zones par strate de SAU	75
Tableau 12: Valorisation de l'eau d'irrigation dans la zone côtière du Gharb (7 exploitations).....	77
Tableau 13: Produit brut et valorisation de l'eau dans la zone centrale du Gharb (14 exploitations).....	78
Tableau 14: Produit brut et valorisation de l'eau dans le BEHT (15 exploitations).....	78
Tableau 15: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha (Zone côtière)	81
Tableau 16: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha (BEHT).....	82
Tableau 17: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha (Zone Centrale)	82
Tableau 18: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha (BAS)	83
Tableau 19: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha(Canne à sucre (CAS) 84	

Tableau 20: Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (céréales)	85
Tableau 21: Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Agrumes).....	85
Tableau 22: Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Maraîchères).....	85
Tableau 23: Formules principales des cellules (sur Excel)	104

Listes des abréviations

BCC : Banker, Charnes et Cooper.
CCR : Charnes, Cooper et Rhodes.
DEA : *Data Envelopment Analysis*.
EA : Efficacité Allocative.
ET : Efficacité Technique.
DMU : *Decision-making unit*.
ORMVAG : Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb.
MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural.
CAS : Canne à sucre
BAS : betterave à sucre

Introduction

Vu son climat semi-aride à aride, le Maroc connaît une instabilité quasi-structurelle quant à l’approvisionnement en eau, surtout en périodes de sécheresse. Ce qui pose le problème du développement et de la gestion durable de la ressource en eau, ce problème résulte essentiellement d’une part de la raréfaction croissante de la ressource en eau (diminution des apports annuels en eau) et d’autre part à l’augmentation de la demande en eau (la croissance démographique). En effet, le volume mobilisable par habitant passera de 662 m³ par an en 2000 à 500 m³ en l’an 2020, ce qui placera le Maroc dans la catégorie des pays à fort stress hydrique (Debbagh, 2000).

Au Maroc, ce sont les ressources en eau disponibles beaucoup plus que la terre qui limitent le potentiel irrigable. Globalement, les apports pluviométriques sur l’ensemble du territoire sont évalués à 150 milliards de m³ très inégalement répartis entre les différentes régions, ainsi, 15% de la superficie totale du pays reçoit presque 50% des apports pluviométriques à cette variation spatiale, s’ajoute une variation inter et intra annuelle des apports pluviométriques (Debbagh, 2000).

Dans ce contexte, les problèmes de gestion et d’économie de l’eau prennent une importance considérable surtout dans le domaine agricole. Conscients du problème, les pouvoirs publics ont investis considérablement dans l’édification de grands barrages et l’équipement des terres agricoles, l’objectif étant une meilleure valorisation des ressources limitées en eau dont dispose le pays. Ainsi, les pouvoirs publics ont intégré dès les premiers plans de développement de l’irrigation l’impératif de la valorisation de ces ressources en eau. Notamment à travers les différentes options prises en matière de modèles d’aménagement et les mesures législatives et institutionnelles mises en œuvre pour les concrétiser.

C’est dans cette optique de trouver des moyens qui peuvent permettre une réduction et une meilleure valorisation de l’utilisation de l’eau d’irrigation que s’inscrit le projet SIRMA (Economies d'eau en Systèmes IRrigués au MAghreb). Le stage (enquêtes de 49 exploitations de la zone du Gharb) que nous avons effectué s’insère dans l’action structurante deux « Instruments d’analyse des performances techniques, économiques et environnementales de l’irrigation au niveau de l’exploitation agricole dans des situations contrastées » du projet.

Partie I. Cadre du travail et présentation de la zone d'étude

Chapitre 1. Politique de l'eau au Maroc

I- Politique de l'eau et de l'irrigation

1- Politique de l'eau

Le développement de l'irrigation au Maroc a toujours été intimement lié à la mise en valeur agricole depuis le début du siècle. Le souci de valoriser les terres agricoles au profit des colons dans une première phase, puis au profit des agriculteurs marocains, dans une seconde phase, cette mise en valeur exprimé dans les différents plans de développement a été basé sur le développement de l'irrigation et la mobilisation des ressources en eau.

Après l'indépendance, la stratégie marocaine de développement a érigé l'agriculture en secteur prioritaire. Un grand programme de construction de barrages de grande hydraulique et d'équipement des terres situées à leur aval en vue de l'irrigation d'un million d'hectares à l'horizon 2000, fut lancé. Cette option stratégique a été motivée par la nécessité de mobiliser les ressources en eau, dans un pays où la contrainte climatique a toujours été déterminante.

Potentiel Hydraulique du Maroc

Le Maroc fait partie des pays arides et semi-arides, Il a un potentiel hydrique relativement limité et aléatoire. L'alternance irrégulière des périodes pluvieuses et de sécheresses, soit sur plusieurs années soit au sein de la même année, est une caractéristique structurelle du régime climatique et hydraulique du Maroc. On peut avoir des pluies abondantes au début de la campagne et une période de sécheresse en fin de campagne, comme on peut avoir des années successives d'inondations (1996, 1997, 1998) etc. . Mais en moyenne, l'écoulement des quatre cinquièmes du débit de la plupart des rivières marocaines se fait entre novembre et mars.

Le volume annuel des précipitations sur l'ensemble du territoire national :

- **150** milliards de m³ (variant de 50 à 400 Milliards m³).

- **30** milliards de m³ entrent dans le cycle hydrologique dont **10** milliards de m³ par infiltration dans les nappes et **20** milliards de m³ contribuant aux écoulements superficiels.

Avec une superficie de 71 Millions d’hectares, le Maroc ne compte que près de neuf Millions d’hectares environ dont les sols et les conditions hydrométriques sont adaptées à la culture (El Gueddari, 2001). Le caractère aléatoire de la pluviométrie au Maroc et la disponibilité relative des ressources en eau superficielle et souterraine font de l’irrigation un impératif incontournable pour l’intensification de la production agricole et l’amélioration des revenus des agriculteurs.

Potentiel irrigable

Le potentiel des terres irrigables de façon pérenne est estimé à 1,3 millions d’hectares représentant près de 15% de la superficie agricole utile globale du pays estimé à 8,7 millions d’hectares. A cela, s’ajoutent environ 300.000 ha de terres irrigables de façon saisonnière et par épandage d’eau de crues.

Tableau 1: Superficies irrigables au Maroc (en Ha)

Type d’irrigation	Grande Hydraulique		Petite et Moyenne hydraulique		Total
	ha	%	ha	%	
Pérenne	880.160 ha	65 %	484.090 ha	35 %	1.364.250 ha
Saisonnière et de crue	-	-	300.000 ha	100 %	300.000 ha
Total	880.160 ha	53%	784.090 ha	47 %	1.664.250 ha

Source : Belghiti 2002

Le potentiel irrigable reste donc relativement limité, par rapport à l’étendue des zones arides, aux besoins en produits alimentaires de base de la population en constante croissance et à l’instabilité quasi-structurelle des productions en zones Bour de plus en plus affectées par les sécheresses récurrentes.

La grande hydraulique (GH)

Dès les années 60, l’accent a été mis sur la construction de barrages et les aménagements en grande hydraulique. Ces périmètres de grande hydraulique (dont les surfaces sont supérieures

à 30 000 ha) sont gérés de manière décentralisée par les ORMVA (offices régionaux de mise en valeur agricole), au nombre de neuf, couvrant une superficie totale de 431 650 ha en 1989 et 496 000 ha en 1993. Le potentiel irrigable en GH est estimé à 880 000 ha.

La petite et moyenne hydraulique (PMH)

Dont les périmètres sont de petite taille et en grande partie irrigués traditionnellement à partir de ressources en eau locales. Le potentiel d'irrigation en PMH est estimé à 784 000 ha dont 300 000 ha d'irrigation saisonnière et/ou par les eaux de crues (El Gueddari, 2001).

Le principe de la distribution - tant en grande hydraulique qu'en petite et moyenne hydraulique - est le tour d'eau. L'unité de mesure la plus fréquente en gravitaire est constituée par une "main d'eau" correspondant à un débit de 30 l/s. Cette unité sert ainsi de base au dimensionnement des réseaux en grande hydraulique.

2- Choix de l'agriculture irriguée

Le choix de l'agriculture irriguée comme pilier du développement agricole, économique et social se base sur la vocation agricole du Maroc, l'importance du monde rural, l'utilité de l'irrigation dans un contexte climatique aride ou semi-aride et l'impératif d'autosuffisance alimentaire en matière de produits de base conjointement à celui d'exportation pour générer des recettes en devises.

En effet l'irrigation permet de stabiliser les fluctuations de production, d'intensifier les systèmes de production, d'augmenter la valeur ajoutée à l'hectare et d'accroître la production agricole.

3- La politique des barrages

La politique des «grands barrages », qui a commencé sous le protectorat et qui a été renforcée avec la création de l'Office Nationale d'irrigation, a été au fond des préoccupations de l'Etat concernant le secteur agricole.

Dès 1967, l'état a adopté une politique qui vise la construction d'un grand barrage par an dans le but de consolider la mobilisation des ressources en eau et pouvoir irriguer un million

d'hectares à l'horizon 2000. Cette politique a permis au pays de se doter de plusieurs constructions.

4- Les objectifs de la mobilisation de l'eau

Le programme de réalisation des barrages visait à atteindre les objectifs suivants:

- Satisfaction des besoins d'alimentation en eau potable. En fait, 68% des besoins sont assurés par les grands barrages ;
- Irrigation pour la promotion du développement de l'agriculture avec l'équipement d' 1 Million d'hectare ;
- Instauration d'une solidarité inter-régionale par le biais de transfert depuis les régions excédentaires vers les régions déficitaires ;
- Indépendance du pays vis-à-vis de l'extérieur en matière d'énergie.

II- Politique de l'irrigation et son rôle dans le développement socio-économique

1- Rôle déterminant dans l'économie nationale

Le secteur agricole et en particulier le secteur hydro agricole constitue un des piliers du développement économique et social du pays. Les indicateurs sur l'emploi, la valeur ajoutée, la contribution à la couverture des besoins en biens alimentaires, les échanges extérieurs, mettent en évidence la place décisive qu'occupe ce secteur dans l'économie nationale.

A- L'emploi

L'emploi rural, encore très important, est axé essentiellement sur l'agriculture. Le secteur agricole compte près de 1,5 Millions exploitations agricoles pour une population rurale qui représente près de 45% de la population du pays. L'emploi direct dans l'agriculture représente, à lui seul, 80% de l'emploi rural et près de 50% de l'emploi au niveau national. Dans certaines zones, l'agriculture constitue entre 80% à 100% du revenu des ruraux (Doukkali et al, 2003).

L'irrigation a entraîné une amélioration sensible du niveau de vie des bénéficiaires. Ainsi les revenus des agriculteurs bénéficiant de l'irrigation ont été multipliés de 8 à 12 fois !!! (Debbagh, 2000).

B- La valeur ajoutée agricole

Le secteur agricole contribue encore de façon notable à la formation du PIB total. Selon les fluctuations climatiques annuelles, cette contribution se situe à hauteur de 12 à 24%. Rétrospectivement, la part de la valeur ajoutée agricole dans le PIB est passée de 23% en moyenne dans les années 1960 à 17% dans les années 1990. En valeur absolue, le PIBA a toutefois pratiquement doublé entre les années 70 et la décennie 90 (en passant de 10,5 Milliards à 19 Milliards en DH constant de 1980). Le secteur irrigué dont la contribution au PIBA se situe en moyenne autour de 45%, constitue un véritable catalyseur pour l'économie nationale et joue un rôle essentiel de tampon (Doukkali et al, 2003).

C- La contribution à la couverture de la demande alimentaire du pays

Le Maroc a fait de l'autosuffisance alimentaire un objectif fondamental de sa politique agricole. Ce qui lui a permis d'assurer la couverture d'une part importante de ses besoins en produits alimentaires de base, en dépit de l'accroissement continue de la demande du marché intérieur.

Pour les produits d'origine animale, les évolutions ont été positives avec des taux de couverture allant de 87% pour le lait à 100% respectivement pour les viandes rouges et blanches. Par contre, pour les huiles et le sucre, et plus encore pour les céréales, les taux de couverture se sont largement dégradés comme le montre le tableau ci-après :

Tableau 2: Taux de couverture pour les céréales, les huiles et le sucre(en %).

Période	Céréales	Huiles	Sucre
1970-1974	85	25	50
1975-1979	74	22	53
1980-1990	62	17	60
1994-1998	62	20	51

Source : Doukkali et al, 2003.

Cette situation s'explique par de nombreuses raisons. La première tient aux sécheresses récurrentes qui ont affecté les zones de cultures pluviales, mais aussi les zones irriguées (certains grands barrages comme Idriss 1^{er} ont connu plusieurs années de faible hydraulicité). La seconde réside dans le ralentissement qu'a connu le rythme d'aménagement des périmètres irrigués (Doukkali et al, 2003).

D- Les échanges extérieurs

Le secteur agricole joue un rôle important dans le commerce extérieur national. Au cours de la dernière décennie, les importations agricoles ont représenté entre 14 et 24% de la valeur des importations globales, avec une moyenne de 19%. Elles consistent principalement en céréales (blé tendre), en sucre et produits laitiers. Les exportations agricoles représentent près de 18% en moyenne de la valeur des exportations globales, avec une fluctuation allant de 15 à 21%. Le secteur de l'irrigation assure, en moyenne, 75% des exportations de produits agricoles. Trois types de produits représentent près des 2/3 de la valeur des exportations agricoles : les agrumes (26%), les primeurs (14%) et les conserves végétales (24%) (Doukkali et al, 2003).

E- Effets locaux d'entraînement du développement rural

D'une manière générale, le regroupement de l'habitat dans les zones de la grande hydraulique, (conséquence du remembrement des propriétés) a créé des conditions favorables à la mise en place de l'infrastructure de base (électrification, eau potable, écoles...). L'exemple type à cet égard est le périmètre du Loukkos dont l'aménagement a transformé les conditions de vie des bénéficiaires ; la plupart des villages sont désormais construits en dur et dotés de voies de circulation, du courant électrique et disposent de points d'eau collectifs aménagés (Debbagh, 2000).

2- Défis majeurs à lever

A- Décalage entre les superficies équipées et celles dominées par les barrages

Un décalage important (154.000 ha en 2003) entre les superficies dominées par les barrages et celles aménagées persiste encore. Ce décalage est générateur de pertes économiques pour la collectivité nationale et de manque à gagner important pour le secteur agricole, du fait de la non valorisation des importants investissements consentis en matière de mobilisation des ressources en eau.

On note aussi le ralentissement qu'a connu le rythme d'aménagement des périmètres irrigués qui est passé de 25.000 ha/an durant les années 70 à moins de 6.000 ha/an durant les années 80 et qui a été porté, après le lancement du Programme National d'Irrigation (PNI) en 1993, à 19.000 ha/an en permettant d'équiper 132.000 ha durant la première phase de ce programme (Doukkali et al, 2003).

La complexité des aménagements hydro-agricoles et la programmation différenciée du financement de ces aménagements et des barrages ne peuvent expliquer à elles seules la

problématique du décalage. En fait, l'effort important de mobilisation des ressources en eau a atteint ses limites tant au plan physique qu'économique. Les ressources qui restent à mobiliser sont les moins accessibles et les moins rentables. L'effort à mener au cours des prochaines décennies doit se focaliser sur une valorisation et une gestion plus efficace et plus efficiente d'une ressource qui devient de plus en plus rare, en privilégiant la demande plutôt que l'offre (Yacoubi Soussane, 2000).

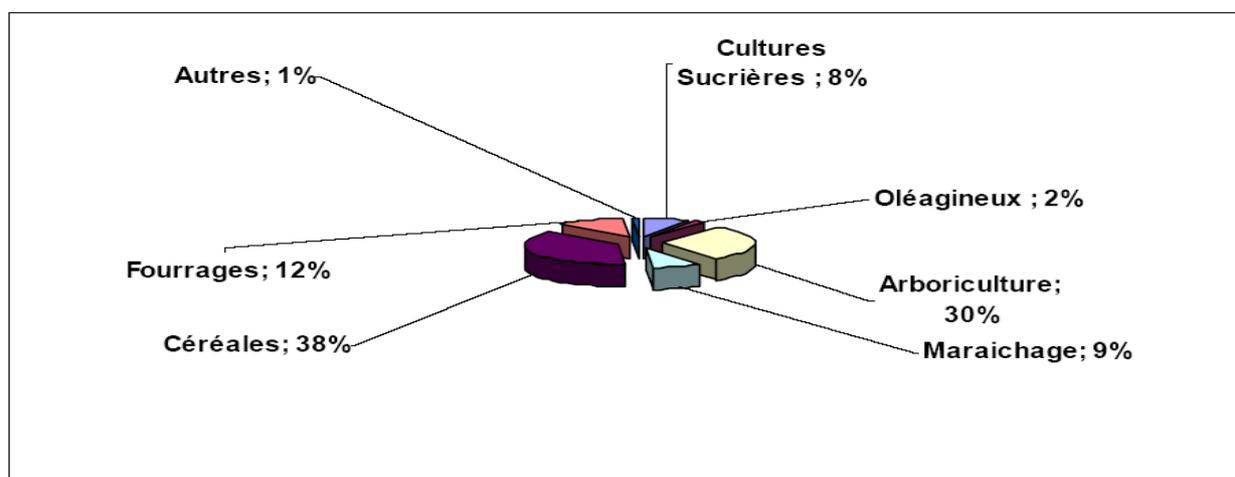
B- Une intensification assez moyenne et assolement équilibré

L'analyse des réalisations en matière de superficies cultivées montre une intensification insuffisante de la production puisque le taux d'intensification cultural (rapport de la superficie totale cultivée sur la superficie totale équipée) ne dépasse guère 100% pour les 9 grands périmètres irrigués du Maroc. Le taux prévu initialement été de 120%.

Loin des prévisions notifiées dans les différents projets d'aménagements hydro agricoles, ce taux témoigne d'une sous utilisation des équipements et aménagements mis en place, ce gap en matière d'intensification est l'équivalent de 3,2 milliard de dirhams, dont 1,87 milliards de dirhams de valeur ajoutée .

Le taux d'intensification culturale est très variable selon les périmètres irrigués, à l'exception du périmètre des Doukkala qui réalise une intensification de 121%, et du Tadla avec 105%, les autres périmètres réalisent des performances inférieures à la moyenne (Moughli & Benjelloun Touimi, 2000).

Figure 1: Assolement dans les grands périmètres irrigués au Maroc



L'examen des cultures pratiquées dans les grands périmètres irrigués permet de constater un assolement relativement équilibré et diversifié, toutefois cette structure permet de comprendre le faible niveau de l'intensification agricole puisque, d'une part, il y a une forte présence de l'arboriculture fruitière (30%) ainsi que celle des céréales (38%), et d'autre part, on note une faible présence des cultures à cycle court comme les cultures maraîchères.

C- Un volume de consommation d'eau assez élevé

La consommation en eau, en tête de parcelle, par hectare se situe autour de 5.500m³/ha en moyenne et varie entre 3.200 m³/ha dans le périmètre du Haouz à 9.000 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 grands périmètres irrigués (GPI).

Cette consommation en eau varie aussi en fonction des cultures pratiquées de 3.000m³/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 GPI et les mesures prises dans le cadre de l'adéquation entre les ressources disponibles et le raisonnement de l'assolement dans ces périmètres.

D- Une valorisation de l'eau d'irrigation généralement faible et très variable selon les périmètres et selon la culture considérée

Les niveaux de valorisation de l'eau d'irrigation sont très variables d'un périmètre à l'autre. La valeur de la production par m³ d'eau d'irrigation consommée est de 2,2DH/m³ dans le périmètre du Souss Massa et n'est que de 1,7 DH/m³ dans le périmètre du Loukkos, la moyenne des GPI est de 2,8 DH/m³, tandis que la Valeur Ajoutée est de 2,4 DH/m³ dans le Souss-Massa et de 1 DH/m³ dans le Loukkos, la moyenne des GPI est de 1,7 DH/m³.

Les productions végétales valorisent différemment le mètre cube d'eau d'irrigation. Les primeurs sont les plus valorisantes avec une valeur de production de 22 DH/m³, dont 10,6 DH/m³ de valeur ajoutée et 11,4 DH/m³ de consommations intermédiaires. Toutes les autres

cultures ne dépassent guère 3 DH/m³ de valeur de la production ou 1,7 DH/m³ de valeur ajoutée (Moughli et Benjelloun Touimi ; 2000).

E- Un important gap de productivité à gagner

Le constat actuel des performances réalisées en irrigué en matière de productivité permet de faire les observations suivantes :

a) les niveaux des rendements sont tellement variables entre les différents périmètres irrigués qu'on peut aller du simple au double. A titre d'exemple, le rendement (en irrigué) de la betterave est 35 T/ha dans le Gharb et de 60 T/ha dans les Doukkala ; Ceci pose la problématique du développement régionale d'une part et des opportunités de spécialisation dans les domaines d'excellence par périmètre (ou par région), d'autre part ;

b) Les niveaux de rendements constatés sont très liés à la qualité du service de l'eau. Dans les périmètres disposant des ressources limitées et/ou offrant une gestion peu performante de ces ressources (lourd système de gestion, problèmes de concordance entre l'offre et la demande, problèmes de coût et de tarification,...), on enregistre les performances les plus faibles (Moughli et Benjelloun Touimi, 2000).

III- Tarification de l'eau d'irrigation

Les principes de la tarification de l'eau d'irrigation sont :

A- Une participation directe

Le Principe édicté par le Code des Investissements Agricoles (CIA) consiste au recouvrement d'une partie des coûts de création des périmètres d'irrigation, à travers une participation directe à la valorisation des terres irriguées assise sur l'hectare équipé. Cette participation est payée par le propriétaire dans le but de prélever une partie de la rente foncière apportée par l'irrigation.

Une fois les équipements d'irrigation achevés et l'eau amenée en tête de propriété agricole, les bénéficiaires contribuent à l'investissement, par une participation directe fixée en 1969 à 1.500 Dh par hectare équipé. Cette participation directe a été augmentée, en 1984, à 30 % du coût moyen pondéré des équipements d'irrigation.

Jusqu'à l'année 1997, cette participation directe est assortie d'exonérations pour les propriétés agricoles inférieures à 5 ha ainsi que pour les 5 premiers hectares des propriétés agricoles d'une superficie inférieure à 20 ha. En plus des exonérations, le

législateur a prévu des facilités de paiements, sous forme de crédit bonifié étalé sur 17ans, avec un délai de grâce de 4 ans, assorti d'un taux d'intérêt de 4%.

A partir de 1997, la participation directe à la valorisation des terres a été portée à 40% du coût moyen pondéré de l'équipement, de même les exonérations prévues ont été abrogées et le taux d'intérêt du crédit a été relevé à 6 % (BELGHITI, 2002).

Par la même occasion, le législateur a introduit une participation directe à l'amélioration du service de l'eau, qui a pour objectif de couvrir les coûts d'équipements complémentaires réalisés par l'Etat postérieurement à la mise en eau des périmètres d'irrigation.

B- Une redevance pour l'usage de l'eau d'irrigation

Les principes édictés par le Code des investissements agricoles (CIA), consistent en :

- La couverture de la totalité des charges d'exploitation d'entretien et d'amortissement des équipements externes d'irrigation par une redevance d'eau d'irrigation;
- La progressivité dans l'application de la redevance d'eau, pour favoriser l'apprentissage de l'irrigation et tenir compte de l'effet de l'irrigation sur la mise en valeur (progressivité sur 5 ans pour les cultures annuelles et 10 ans pour les plantations).

Les usagers de l'eau d'irrigation sont ainsi assujettis au paiement d'une redevance d'eau dite taux d'équilibre assise sur le volume d'eau utilisé qui couvre les charges récurrentes d'exploitation, d'entretien et l'amortissement des équipements d'irrigation.

En plus de cette redevance dite taux d'équilibre, les usagers desservis par pompage d'eau payent une redevance supplémentaire destinée à couvrir les frais de pompage.

Ainsi, la redevance d'eau d'irrigation payée par les agriculteurs est constituée de la redevance dite taux d'équilibre à laquelle vient s'ajouter la redevance de pompage, dans les périmètres où il est fait recours au pompage (zone de relevage et/ou avec réseau sous pression).

C- Le rattrapage tarifaire

La période (1997-2002) a été marquée par la mise en œuvre des mesures de réajustement des redevances d'eau recommandées par l'étude de la tarification de l'eau d'irrigation réalisée entre 1994 et 1997 dans le cadre du Projet d'Amélioration de la Grande Irrigation (PAGI-2).

Ces mesures ont abouti à la mise en œuvre d'un plan de rattrapage tarifaire visant la couverture des charges récurrentes du service de l'eau (charge d'exploitation, d'entretien et d'énergie de pompage) dans les périmètres où ces charges ne sont pas couvertes par les tarifs.

L'étude de la tarification de l'eau d'irrigation a fait un diagnostic détaillé de la tarification de l'eau en vigueur instituée par le Code des Investissements Agricoles et elle a abouti aux conclusions et recommandations résumées ci-après :

- Les principes de tarification édités par le Code des investissements agricoles sont "sains" au regard des objectifs de viabilité financière du service de l'eau, d'efficacité économique et d'équité;
- Les pratiques de la tarification ont généré des distorsions importantes par rapport aux principes visés, justifiées par l'apprentissage de l'irrigation et par le souci de cohérence du cadre macro-économique et par le poids de la politique agricole dans les décisions de tarification de l'eau d'irrigation ;

Les enjeux de la tarification de l'eau d'irrigation ont été évalués tant pour l'Etat (transferts budgétaires) que pour les ORMVA (couverture des charges du service de l'eau) et pour les agriculteurs (marges des cultures et revenus).

D- Les mesures entreprises lors du plan de rattrapage tarifaire

Les principales mesures menées lors de ce rattrapage tarifaire ont été :

- La couverture des charges récurrentes du service de l'eau dans les périmètres où ces charges ne sont pas encore couvertes (près de 60 % des superficies aménagées) ;
- Le plafonnement des augmentations annuelles à 0,03 DH/m³ imposé par les possibilités d'ajustement des exploitations agricoles en termes d'amélioration de la productivité et de la réduction des charges de production ;
- Le plafonnement des charges récurrentes à couvrir dans 5 périmètres en fonction de la capacité de paiement des agriculteurs, notamment dans les périmètres où il s'est avéré que la couverture de l'intégralité des charges récurrentes se traduirait par une déstabilisation des exploitations agricoles qui peut aller jusqu'à l'abandon de l'irrigation ou la sous utilisation de l'eau, préjudiciable à la rentabilité des investissements consentis ;
- Dans les périmètres où l'équilibre des charges récurrentes est difficile à atteindre, des opportunités de réduction de coûts sont identifiées, notamment en ce qui concerne la réduction des coûts d'énergie de pompage qui pèse lourdement sur le coût de l'eau.

E- Relation entre tarification et économie de l'eau

Il est difficile dans les conditions actuelles de distribution de l'eau et de sa facturation d'établir une relation directe de cause à effet entre les tarifs de l'eau et l'utilisation efficiente de l'eau au niveau des exploitations agricoles, à l'échelle globale des périmètres d'irrigation, en raison de la non généralisation des systèmes de comptage individuels, dans la plupart des périmètres d'irrigation, permettant de mettre directement en relation le tarif avec les consommations d'eau par les usagers.

Toutefois, le différentiel important entre les coûts d'économie d'eau à la parcelle et les tarifs de l'eau appliqués dans les périmètres de grande hydraulique, n'encourage pas les agriculteurs à investir en économie d'eau.

Par ailleurs, lorsque les conditions sont favorables, les agriculteurs ne cherchent pas à économiser ni à valoriser au maximum l'eau d'irrigation, compte tenu des tarifs appliqués qui sont relativement bas par rapport au coût d'opportunité du m³ d'eau. Par contre, lorsque la dotation est faible, les producteurs valorisent au maximum l'eau livrée par le réseau, puisque la solution alternative serait le pompage dans la nappe, qui présente un coût supplémentaire (s'il n'y a pas de subventions, le cas de la zone côtière où le gaz utilisé pour les machines de pompage est subventionné).

IV- Programme d'ajustement structurel en agriculture

Le programme d'ajustement structurel agricole a été contracté en 1984, entre le Maroc et certains bailleurs de fonds mondiaux. Les objectifs de ce programme à moyen et à court terme sont la libéralisation et l'allocation meilleure des ressources sur la voie d'une amélioration de l'efficacité et de l'affectation des ressources dans le secteur agricole.

Les nouvelles orientations de la politique économique au niveau du secteur agricole se concrétisent par un ensemble de réformes qui visent la libéralisation et la suppression de l'intervention économique directe de l'Etat dans le secteur, accompagné d'une série de réformes institutionnelles.

Les réformes qui ont visé la libéralisation du secteur sont :

1/ La libéralisation des activités en amont du secteur agricole (engrais et semences) et le désengagement des services étatiques de toutes les opérations à caractère commercial et

de prestation de services (points de vente des engrais et semences, travaux réalisés par les CT et CMV,...) ;

2/ Libéralisation et déréglementation du commerce intérieur des produits agricoles. Cette réforme connaît des retards d'exécution notamment à cause du maintien du contrôle des prix à la consommation pour les principales denrées alimentaires de base et le maintien des subventions à la consommation pour certains produits ;

3/ Assouplissement des assolements dans les périmètres irrigués comme étape préliminaire à leur libéralisation ;

4/ Suppression des subventions à l'utilisation des intrants agricoles (engrais, semences, produits phytosanitaires, eau d'irrigation...) et le renforcement des subventions à l'investissement agricole ainsi que la simplification des procédures de leur octroi (fonds de développement agricole) ;

5/ Décision de privatisation des entreprises publiques à caractère agricole ; Les réformes institutionnelles n'ont concerné de façon précise que la réorganisation administrative pour l'encadrement des agriculteurs (services de vulgarisation au niveau des Offices, groupes pluridisciplinaires pour la vulgarisation en bour, renforcement de la capacité de la D.P.A.E, révision de statut de recherche à l'INRA).

La politique agricole dans les périmètres d'irrigation entrant dans le cadre du programme d'ajustement structurel sera ramenée au programme d'amélioration de la grande irrigation (PAGI) et au plan national d'irrigation (PNI) qui visent pour le premier l'amélioration de la rentabilité des périmètres existants et pour le second l'accélération de l'équipement des périmètres dominés par les barrages existants ou en cours et réhabiliter certains périmètres.

V- Cadre institutionnel, organisationnel et juridique de l'eau

1- Cadre institutionnel

A- Les ORMVA (Offices régionaux de mise en valeur agricole)

L'effort déployé pour le développement de l'hydraulique agricole a été supporté par des investissements publics considérables, plus de 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), 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 toutes ses composantes dans leurs périmètres d'intervention respectifs. 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 (Akesbi, cours 5^{ème} agroéconomie).

Missions des ORMVA

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 ;**

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.

B- Les Agences de bassins

De création très récente (à partir de 1998), conformément aux dispositions de la loi sur l'eau (loi 10-95), les agences de bassin ont pour principale mission de promouvoir une gestion intégrée, décentralisée et concertée des ressources en eau. Les agences de bassin interviennent en concertation avec les acteurs sectoriels dans l'allocation des ressources en eau notamment à travers la programmation des dotations en eau à partir des barrages.

Les redevances qu'elles prélèvent conformément aux dispositions de la loi 10-95 sur l'eau, devraient inciter les pollueurs et les utilisateurs de l'eau à adopter des comportements plus rationnels vis-à-vis de l'eau. Ces redevances qui ont pour objectif de gérer l'eau au mieux de l'intérêt général, se doublent d'une incitation des agences à investir dans la conservation et la protection des ressources en eau, puisque le produit des redevances est affecté à des aides financières aux actions de dépollution et de conservation de la ressource en eau.

En plus de leur rôle fédérateur de tous les acteurs de la gestion de l'eau, les agences de bassins ont pour mission :

- d'évaluer, de planifier, de développer et de gérer les ressources en eau au niveau du bassin hydraulique ;
- de garantir la préservation du domaine public hydraulique ;
- d'engager les partenaires et acteurs (collectivités locales, industriels, agriculteurs, etc.) dans des projets visant la maîtrise quantitative et qualitative des ressources en eau ;
- de promouvoir et de développer la technicité en matière d'utilisation de l'eau ;
- d'anticiper pour pouvoir faire face aux situations exceptionnelles (pénuries d'eau, inondations, dégradations spontanées de la qualité de l'eau, etc.).

C- Les Associations des Usagers des Eaux Agricoles (AUEA)

Ces associations regroupant les usagers au sein d'une organisation commune, se sont d'abord développées dans les périmètres traditionnels d'irrigation. Ces structures autogérées, dans le cadre de règlements intérieurs codifiés soit par des textes écrits soit par des contrats non écrits, ont des compétences pour réaliser et gérer collectivement leurs aménagements. Leurs statuts leur confèrent des capacités en matière de délimitation du périmètre, d'expropriation pour les travaux, ou de recouvrement des redevances.

Ils assurent eux-mêmes l'exploitation et le petit entretien, voire même une partie des travaux dans les périmètres de PMH. Mais il arrive parfois, avec le temps, que la réelle solidarité qui animait les promoteurs de l'aménagement se dilue comme c'est le cas des associations créées depuis longtemps dans certains périmètres traditionnels (Belmadani, 2005).

D- Le Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat

Il est chargé de formuler les orientations générales de la politique nationale en matière d'eau et de climat. Il examine et formule, en outre, son avis sur :

- ❑ la stratégie nationale d'amélioration de la connaissance du climat et de son impact sur les ressources en eau ;
- ❑ le plan national de l'eau ;
- ❑ le plan de développement intégré des ressources en eau des bassins hydrauliques.

En parallèle, le Conseil National de l'Environnement a été créé par le décret du 20 Janvier 1995. Il est chargé de veiller à la préservation de l'équilibre environnemental et à la prise en compte de la composante "environnement" dans les projets de développement socio-économique du pays.

E- Les Commissions Préfectorales/Provinciales de l'Eau

Elles constituent un cadre de concertation local qui regroupe outre les collectivités locales, les services provinciaux de l'Etat et les associations socio-professionnelles. Ces commissions participent à l'établissement des plans d'aménagement intégré des ressources en eau, intéressant leur région et encourageant l'action des communes en matière d'économie de l'eau et de protection de la ressource.

2- Cadre organisationnel

La Gestion Participative en Irrigation (GPI)

La Gestion Participative en Irrigation peut être définie comme un mode de gestion qui a pour finalité d'impliquer tous les usagers dans la planification, la conception et la réalisation des projets d'irrigation, ainsi que dans l'aménagement, la supervision, la maintenance et le contrôle de l'évaluation des systèmes d'irrigation.

Par ailleurs, ce mode de gestion sociale de l'eau a déjà existé au Maroc et dans d'autres pays sous formes traditionnelles bien organisées mais restent non officielles vis-à-vis de la loi.

Les avantages de la GPI sont :

- L'allègement de lourds frais de gestion supportés par l'état auparavant par l'implication des AUEA dans cette gestion,
- Les irrigants se trouvent motivés pour une bonne gestion de l'eau puisqu'ils prennent part dans la décision,
- Les agriculteurs cherchent à améliorer les systèmes d'irrigation mis en place pour une utilisation plus efficiente de l'eau d'irrigation (Abdelatif.2004).

Il faut signaler que la gestion directe de l'eau d'irrigation par l'Etat depuis les années 60 a été caractérisée par un mauvais service de l'eau et la réticence des agriculteurs à payer leur redevance (Méthode de comptage non claire à cause d'absence de compteurs) ce qui a causé une situation de surendettement de l'état.

L'aiguadier

C'est un agent assermenté, chargé des besoins exprimés et de la distribution de l'eau. La situation de cet acteur est clé dans la problématique car il se trouve être en contact direct avec la production pour les besoins d'eau, qui est un facteur indispensable aussi bien pour

l'emblavement que pour la productivité. Cet agent doit jouer un rôle sans calcul et sans complaisance ; pour l'image de l'ORMVAG, et la création d'un climat de confiance pour les producteurs qui pour lancer des spéculations doivent être sûres de pouvoir les irriguer, dans une situation caractérisée par :

*la distribution de l'eau par tour ;

*la compétition entre cultures industrielles et cultures vivrières ;

*la difficulté pour les agriculteurs de trouver leur position réelle dans la distribution de l'eau.

L'aiguadier se trouve donc dans une position qui peut être très facilement mal exploitée et devenir un des facteurs principaux de blocage des initiatives de production et donc de l'intensification.

3- Cadre juridique

Pour la mise en œuvre de sa politique d'irrigation, le Maroc s'est doté également d'un dispositif juridique et institutionnel qui s'est développé au fil des ans. L'ossature de ce dispositif est constituée des outils suivants :

A- Le Code des Investissements Agricoles (CIA)

Pour amener les agriculteurs à relayer l'action de l'Etat dans les périmètres irrigués et s'engager dans la dynamique de modernisation de leurs exploitations, un code des investissements agricoles est promulgué en 1969. L'Etat s'engage à accorder des subventions et des primes, un encadrement et une assistance technique conséquente, voir dans le cas des cultures intégrées la garantie de l'écoulement de la production à des conditions préétablies. La contribution des bénéficiaires de l'eau d'irrigation est ramenée de ce fait à un niveau quasi symbolique (1500 Dh est une redevance annuelle dont sont exemptés les petits et moyens exploitants).

En contrepartie, la mise en valeur des terres est déclarée obligatoire et de plus en plus selon des normes d'exploitation et des plans d'assolements établis par les pouvoirs publics.

Dans ces principes, le CIA consacre :

- une approche intégrée et ciblée de l'aménagement et de la mise en valeur agricole des zones irriguées, en vue de promouvoir un usage efficient et productif de l'eau d'irrigation ;
- l'équité dans l'accès au service de l'eau d'irrigation. Les exploitations agricoles, situées à l'intérieur des périmètres d'irrigation, disposent des mêmes droits d'accès à l'irrigation ;

- L'obligation de mise en valeur des terres situées à l'intérieur des périmètres d'irrigation selon des normes de mise en valeur fixées en concertation avec les agriculteurs ;
- La tarification du service de l'eau d'irrigation, basée sur le recouvrement auprès des usagers d'une redevance pour assurer la continuité du service de l'eau et la durabilité des systèmes d'irrigation (Belmadani. 2005).

B- La loi sur les Associations des Usagers des Eaux Agricoles

Cette loi promulguée en 1990, est venue compléter le dispositif juridique du Code des Investissements Agricoles en matière d'organisation des usagers des périmètres irrigués et de leur implication dans le processus de décision des aménagements hydro-agricoles.

C- La Loi sur l'eau 10-95

La promulgation en 1995 de la Loi sur l'Eau qui définit un nouveau cadre institutionnel qui favorise la décentralisation de la gestion de l'eau, la participation et l'implication des collectivités locales et des usagers à la prise de décision, et l'adoption des principes "pollueur payeur" et "utilisateur payeur"; Pour atteindre ces objectifs et appuyer le cadre institutionnel existant en matière de gestion de l'eau, la loi sur l'eau crée les agences de bassins. Les recettes de ces dernières proviennent des redevances de recouvrement payé par les usagers, des emprunts, des subventions et des dons...

La loi sur l'eau a établi de nouvelles règles d'utilisation de l'eau plus adaptée aux conditions actuelles du Maroc. Elle permettra de valoriser les investissements considérables engagés dans la mobilisation et l'utilisation de l'eau pour mettre le pays en sécurité alimentaire et lui permettre de faire face aux dangers de compétition de la globalisation. Cette loi comprend 123 articles répartis en 8 chapitres.

Les principes essentiels de gestion de l'eau adoptés par cette loi sont :

- La domanialité publique de l'eau : toutes les eaux font partie du domaine public hydraulique à l'exception des droits d'eau traditionnels dont la propriété est juridiquement déjà établie ou reconnue par une procédure appropriée ;
- L'unicité de la ressource : la ressource en eau est unitaire et les aspects quantitatifs et qualitatifs des eaux souterraines et de surface sont indissociables ;
- L'unité de la gestion de l'eau : la gestion de l'eau est menée à l'échelle du bassin hydraulique, cadre géographique approprié pour appréhender le développement et la gestion de l'eau ;

- La reconnaissance de la valeur économique de l'eau : l'application du principe préleveur-pollueur-payeur est une mesure incitative beaucoup plus que dissuasive pour assurer l'économie de l'eau, par la régulation de la demande en eau ;
- La solidarité nationale et régionale : la création des agences de bassins vise notamment l'instauration de mécanismes de solidarité dans les processus de gestion de l'eau, entre usagers, entre secteurs et entre régions ;
- La concertation dans la gestion de l'eau : la gestion de l'eau doit être concertée à tous les niveaux (national, régional, local) entre les services de l'administration, les usagers et les élus (Belmadani. 2005).

Chapitre 2. Description de la région et zones de l'étude

I- La région de l'étude : le Gharb

1- Localisation de la région

La région retenue pour la réalisation du projet est la zone du Gharb. Cette zone se caractérise par une diversité des productions : Cultures sucrières, céréales, maraîchages, fourrages, légumineuses, oléagineuses et arboriculture.

Le périmètre du Gharb est situé au Nord ouest du Maroc et couvre une superficie de l'ordre de 616 000 ha. Elle est entourée par l'Océan Atlantique, les dunes du Sahel, les collines du pré-Rif et le plateau Maamora. Avec une amplitude comprise entre 4 et 25 m, elle est composée d'une zone côtière (cordon dunaire, dépressions inondées, dunes intérieures), de bordures continentales et de la plaine alluviale centrale du Sebou qui en est le principal oued.

La superficie géographique du périmètre (616.000 ha) se répartit comme suit :

- La superficie agricole utile de 388 000 ha se compose de :
 - 250 000 ha de terres irrigables dont 107 000 ha aménagés en grande hydraulique et 12 000 ha en petite et moyenne hydraulique(PMH)
 - 138 000 ha de terres cultivées sous régime pluvieux (zone bour)
- La superficie non cultivée (infrastructures, parcours, inculte) est de 228 000 ha dont 122 000 ha de forêt.

Figure 2: Localisation de la région du Gharb (source : image Google Earth 2008)



2- Climat

Il est de type méditerranéen avec une influence océanique. Les températures moyennes varient entre 13°C pendant l'hiver et 27°C pendant l'été. La température maximale mensuelle est de l'ordre de 35 °C et s'observe en juillet ou août, et la température minimale mensuelle est d'environ 5°C en janvier.

La pluviométrie annuelle est de 660 mm dans la zone côtière et descend jusqu'à 470 mm à Sidi Kacem. Cependant, cette pluviométrie connaît des variations d'une année à l'autre avec une concentration des précipitations entre 15 octobre et le 15 avril.

L'humidité relative de l'air dans la zone côtière se situe en permanence autour de 80% avec de faibles différences saisonnières et ne s'abaisse que rarement au-dessous de 60% au cours des temps de chergui (SCET, 1999).

Le quotient pluviométrique d'Emberger place le périmètre Gharb dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré sur la frange côtière et à l'étage semi-aride à l'intérieur de la plaine et à l'Est (SCET, 1999).

3- Type de sols

Les sols de la plaine du Gharb sont formés sur des alluvions en général fins. Des sols sablonneux sont aussi étendus le long de la côte atlantique. Leurs caractéristiques physico-

chimiques ainsi que leurs profondeurs importantes font des sols du Gharb des terrains de hautes potentialités agricoles, on distingue dans cette zone quatre grandes catégories de sols :

- Les dehs : sols limono-sableux sur bourrelets alluviaux. Il s'agit de sols peu évolués, de couleur grise à nuance jaunâtre, de faible teneur en argile (10 à 35%), une forte teneur en limon (20 à 40%) et une faible teneur en calcaire (5 à 15%). Selon la teneur en argile, on les classe en dehs lourds ou légers. Ils sont naturellement bien drainés et forment les meilleures terres. Ils représentent 22% de la superficie totale du Gharb.
- Les tirs (sols noirs) : sont des Vertisols plus ou moins hydromorphes, de couleur noir et d'âge plus ancien que les Dehs, de texture argileuse à dominance smectique (argile gonflante). Ces sols nécessitent un drainage souterrain et superficiel, ces sols sont dominants dans le Gharb et occupent 34% de la superficie total du périmètre, et sont utilisés essentiellement pour les céréales, la betterave sucrière, la canne à sucre, les agrumes et le maraîchage.
- Les ferchech : ou tirs légers se rapprochent des dehs lourds.
- Les R'mel : Ce sont des sols ferralitiques rouges méditerranéens ayant un horizon sableux en surface et un horizon argileux en profondeur. D'autres sols Rmels plus jeunes se sont formés sur les dunes du Sahel. Ceux-ci présentent une texture très sableuse sur tout le profil. Ce sont des sols très filtrants et à faible capacité de rétention d'eau et des éléments minéraux. Ils couvrent 12.5% de la superficie du périmètre.

Quatre ensembles se dégagent dans le périmètre:

- Les merjas (15%), vastes dépressions souvent inondées dont les sols sont très hydromorphes. Ces zones basses posent souvent des problèmes de drainage et parfois de salure, mais sont aptes à la riziculture et aux cultures fourragères.
- La plaine proprement dite (40%) avec des sols plus ou moins argileux, principalement des tirs. Ces sols peu évolués sont favorables à la céréaliculture et au maraîchage. Dans la zone côtière, les sols devenant plus sableux permettent des cultures sous abris (bananiers, fraisiers, ..) et la culture de l'arachide.

- Les zones de levées d'alluviales (30%), avec des sols moins argileux, essentiellement des Dehs situés surtout le long des oueds principaux, ils sont assez facilement drainés et se prêtent à une vaste gamme de culture (canne à sucre, betterave, céréales, tournesol, etc..)
- Le zsar (15 %) : zone qui s'élève en pente douce vers le sud-ouest.

4- Les ressources en eau

A- Les eaux de surface

Les principaux cours d'eau de la région sont :

L'Oued Sebou : avec une longueur totale de 614 km depuis sa source, il a à son amont les eaux de la rifaine (Oued Lebène et Oued Ouargha) et celles des crêtes (Oued Guigou, Oued Zlough, Oued Mikkés), sans oublier l'Oued Inaouène qui vient de la région de Taza où il borde les régions moyennes-atlasiques et pré-rifaines. Après avoir traversé les collines pré-rifaines, le Sebou débouche dans la plaine du Gharb, où il va recevoir l'Oued Beht et l'Oued R'dom au Sud.

Le Sebou est la principale source d'eau fluviale de la région avec un débit annuel moyen de 137 m³/s. En hiver, la moyenne la plus élevée est celle du mois de février (350 m³/s). La marée, qui fait sentir ses effets dans le cours inférieur du fleuve, maintient dans cette section un volume d'eau suffisant même en été, ce qui permet aux navires de remonter jusqu'au port de Kenitra. Cependant, et malgré l'étendue de son bassin (40.000 km²), le Sebou est caractérisé par une forte variabilité des apports à l'échelle annuelle qu'interannuelle.

Le Beht est le deuxième Oued important de la région. Il draine un bassin d'environ 4.500 km² et assure l'irrigation du périmètre de Sidi Slimane, d'une superficie d'environ 30.000 ha ;

L'Oued Rdom, affluent de l'Oued Beht, lui-même affluent du Sebou. Il draine un bassin versant d'une superficie de 1796 km².

Les apports annuels du Sebou et de ces principaux affluents sont de l'ordre de 6 milliards de m³, soit 27 % du potentiel en eau du Maroc. Le Gharb constitue donc le bassin hydrographique le plus important du Maroc.

B- Les eaux souterraines

La région de Gharb-Chrarda-Ben-Hssen comporte deux unités aquifères : la nappe du Gharb et la nappe de la Maâmora.

- La nappe du Gharb (environ 4.000 km²) située dans la partie centrale de la région et comprend deux systèmes aquifères superposés : la nappe profonde qui circule dans des sédiments sablo-argileux et la nappe superficielle, plus épaisse (8 à 15 m), de moindre importance. L'alimentation naturelle de ces nappes provient essentiellement de l'infiltration des eaux de pluies, des infiltrations des oueds Ouergha et Sebou et de l'abouchement des écoulements profonds en provenance de la nappe Maâmora. Mais malgré ses énormes possibilités, cette nappe n'est pas très exploitée. Les prélèvements qui y sont effectués touchent principalement à l'irrigation de certaines fermes, à l'alimentation en eau potable des centres et douars et à l'industrie.

- La nappe de la Maâmora située au sud de la province de Kénitra, constitue la principale ressource en eau de la région. Elle s'étend sur une superficie de 390 km². La profondeur, pour atteindre l'eau qui est d'une excellente qualité, varie entre 5 et 30 m. Quantitativement, cette nappe est en mesure de pouvoir répondre aux besoins en eau potable de la province de Kenitra à très long terme. Actuellement, elle est exploitée pour l'alimentation en eau potable de la ville de Kenitra (17.500.000 m³/an) et les villes de Rabat et Salé, (environ 78,8 millions de m³/an).

5- Aménagements hydro-agricoles

L'aménagement de la plaine du Gharb est fondé sur la régularisation des eaux du Sebou et de ses principaux affluents (le Beht, l'Inaouène et l'Ouergha).

En ce qui concerne les ouvrages hydrauliques, on trouve les barrages suivants :

- Barrage El Kansera : sur Oued Beht avec une capacité de 270 millions de m³ et régularisant un volume de 210 millions de m³/an.
- Complexe Sebou : (barrage Idriss 1^{er}, Allal Al Fassi et Garde Sebou) permet la régularisation d'un volume de 1.300 millions de m³/an

- Barrage Al Wahda : sur Oued Ouergha, d'une capacité de 3,8 milliards de m³ régularise 1,7 milliards de m³ dont 1,1 milliards de m³ destinés à la troisième tranche d'irrigation du Gharb.

Les premières irrigations datent de 1935, les études du projet Sebou (1936 – 1968) ont servi de base aux aménagements hydro-agricoles. Depuis l'indépendance, dans le Gharb, trois tranches d'irrigation ont été définies. La PTI et la STI sont irriguées par pompage dans l'oued Sebou qui est régularisé par le barrage Idris I sur l'Inaouen. Les superficies équipées sont de 33000 et 50000 et les assolements sont à dominance sucrière, céréalière et fourragère (M. SADIO-Cissé, 2000). La TTI dont la zone côtière en fait partie, est irriguée à partir des eaux de la retenue Al Wahda sur l'Ouergha.

A partir des études effectuées dans le cadre du projet Sebou, on distingue quatre périmètres de la plaine du Gharb dont 3 sont déjà équipés en irrigation. La zone des Mnasra fait partie du dernier périmètre (troisième tranche d'irrigation).

Les périmètres actuellement aménagés sont ceux du Beht, de la première tranche d'irrigation (PTI) et de la seconde tranche d'irrigation (STI).

Le périmètre du Beht, d'une superficie d'environ 29000 Ha, est irrigué par gravité à partir de la retenue du barrage El kansera.

La première tranche d'irrigation (PTI) est située sur la rive gauche du Sebou et compte une superficie de 36000 Ha entièrement équipée et mise en eau progressivement de 1972 jusqu'à 1978.

La seconde tranche d'irrigation (STI) est située sur la rive droite du Sebou et couvre une superficie de 41000 Ha dont environ 37000 Ha sont déjà équipés. La PTI et la STI sont irriguées par le barrage Idris I dont le volume régularisable est de l'ordre de 1300 millions de m³.

La troisième tranche d'irrigation (TTI), qui couvre une superficie de 103000 Ha, dont seulement 3000 Ha sont équipées.

Tableau 3: Evolution des superficies équipées par rapport au potentiel irrigable au niveau de la plaine du Gharb

Tranche d'irrigation	Potentiel irrigable (Ha)	Superficie équipée (Ha)	Année de réalisation
Beht	29 000	29 000	1933 à 1968
Moghrane	2 000	2 000	1972
PTI	36 000	36 000	1968-1978
STI	41 000	37 000	1977-1998
TTI	104 000	3 000	1995-1998
PMH	38 000	12 000	-
Total	250 000	119 000	-

6- Potentiel de la région d'étude

Cultures maraîchères

✓ *Zone d'action du Gharb*

Le secteur maraîcher du Gharb se compose des productions de saison, des primeurs et des productions destinées à la transformation. Ce secteur a connu un développement avec l'introduction des cultures sous-abris dans la **zone côtière**. A partir du début des années 80, le secteur maraîcher s'est orienté vers les cultures d'exportation, en particulier la fraise, et les cultures de transformation notamment le niora et la tomate.

➤ *Maraîchage de saison*

La production maraîchère de saison est de l'ordre de **291 300 tonnes** soit **12,63%** de la production nationale. La superficie récoltée a atteint **8 445 ha** soit **9,01%** par rapport à la superficie nationale.

La culture du melon dans la région du Gharb vient en tête des cultures maraîchères en production et en superficie récoltée soit **161 770 tonnes** et **4 400 ha** respectivement.

La tomate est en seconde position avec une production de **58 840 tonnes** et **1 570 ha** de superficie récoltée.

En troisième lieu, la pomme de terre et la pastèque occupèrent respectivement une superficie récoltée de l'ordre de **1 325 ha** et **1 150 ha** avec une production de **25 500 tonne** et **45 190 tonnes**.

Tableau 4 : Production et superficie de maraîchage de saison dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002

Culture	Production (T)			Superficie (HA)		
	Gharb	National	%	Gharb	National	%
Pomme de terre	25500	1204380	2.12	1325	50520	2.62
Pastèque	45190	369950	12.22	1150	12450	9.24
Melon	161770	491410	32.92	4400	22040	19.96
Tomate	58840	240390	24.48	1570	8750	17.94
Total	291300	2306130	12.63	8445	93760	9.01

Cultures maraîchères : Primeurs

Les cultures maraîchères de primeurs dans la région du Gharb, sont dominées par la pomme de terre avec une superficie récoltée de **1 275 ha** soit **18 %** de la superficie nationale et une production de **41 480 tonnes** soit **32 %** de la production nationale en pomme de terre d'automne.

En deuxième lieu, la culture de l'artichaut occupe une superficie de **2 665 ha** avec une production de **35 330 tonnes**.

Enfin, la culture du chou et du fraisier représente chacune la même production qui est de l'ordre de **24 500 tonnes** et respectivement une superficie de l'ordre de **700 ha** et **612 ha**. La tomate sous serre occupe une superficie récoltée de **34 ha** avec une production de **4100 tonnes (MADR, 2004)**.

Tableau 5: Production et superficie des cultures maraîchères primeurs dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002

Culture	Production (T)			Superficie (ha)		
	Gharb	National	%	Gharb	National	%
Tomate (ss. serre)	4100			34		
Melon (ss. serre)	13700			341		
Fraisier (ss. serre)	24500			612		
Artichaut	35330			2665		
Pomme de terre	41480	130000	31.91	1275	7000	18.21
Choux	24500			700		
Total	143610	130000	31.91	5627	7000	18.21

Source : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR).

➤ Cultures maraîchères destinées à la transformation

La culture de tomate et de niora destinée à la transformation s'accapare de plus de **80 %** en superficie et en production par rapport à l'échelle nationale. Ainsi, la production en tomate industrielle est de **153 150 tonnes** et **3 192 ha** de superficie récoltée dans la région du Gharb. Le niora participe avec une production de **6 170 tonnes** dans la région et emblave une superficie de **460 ha**.

Tableau 6: Production et superficie des cultures maraîchères destinées à la transformation dans la région du Gharb durant la campagne 2001-2002

Culture	Production (T)			Superficie (ha)		
	Gharb	National	%	Gharb	National	%
Tomate	153150	185630	82.50	3192	4410	72.38
Niora	6170	6200	99.52	460	1655	27.79
Total	159320	191830	83.05	3652	6065	60.21

✓ **Région du Gharb-Chrarda-Beni-Hssen**

➤ Maraîchage de saison

La superficie occupée par les cultures maraîchères de saison dans la région est de l'ordre **27420 ha** soit **15,5 %** de la superficie nationale. La production de la zone en légumes de saison avoisine **734230 tonnes** soit **18,9 %** de la production nationale.

La culture de l'artichaut dans la zone occupe une superficie de **2755 ha**, soit **85,8 %** de la superficie nationale consacrée pour la même culture avec une production qui représente **83,9 %** de la production nationale. La superficie réservée au piment représente **59,5 %** de la

superficie nationale avec une production qui est de l'ordre de **79970 tonnes** soit **79.4 %**. La production de melon dans la région est de l'ordre de **169170 tonnes** soit **34.4%**, notant que la superficie emblavée par le melon dans la région ne dépasse pas **24,1 %** de la superficie nationale de melon.

➤ **Maraîchage primeur**

Concernant les cultures maraîchères primeur, la superficie totale emblavée dans la région est 1186 ha soit 8,3 % de la superficie de ces produits au niveau national avec une production de l'ordre de 50 000 tonnes soit 5,5 % de la production nationale. Les principales cultures sont le fraisier, la pastèque et le melon, dont les parts en superficie et production par rapport à la superficie nationale et la production nationale restent importantes. Ainsi, le fraisier occupe en premier lieu une superficie de 615 Ha dans la région soit 32,5% par rapport à la superficie nationale consacrée au fraisier. En deuxième lieu, la superficie emblavée par la pastèque dans la zone est de l'ordre de 180 Ha soit 24,7 % par rapport à la superficie à l'échelle nationale en même culture. Enfin, le melon occupe une superficie de 340 Ha soit 16,6 % par rapport à la superficie nationale occupée par la culture du melon (MADR, 2004).

II- Les zones de l'étude

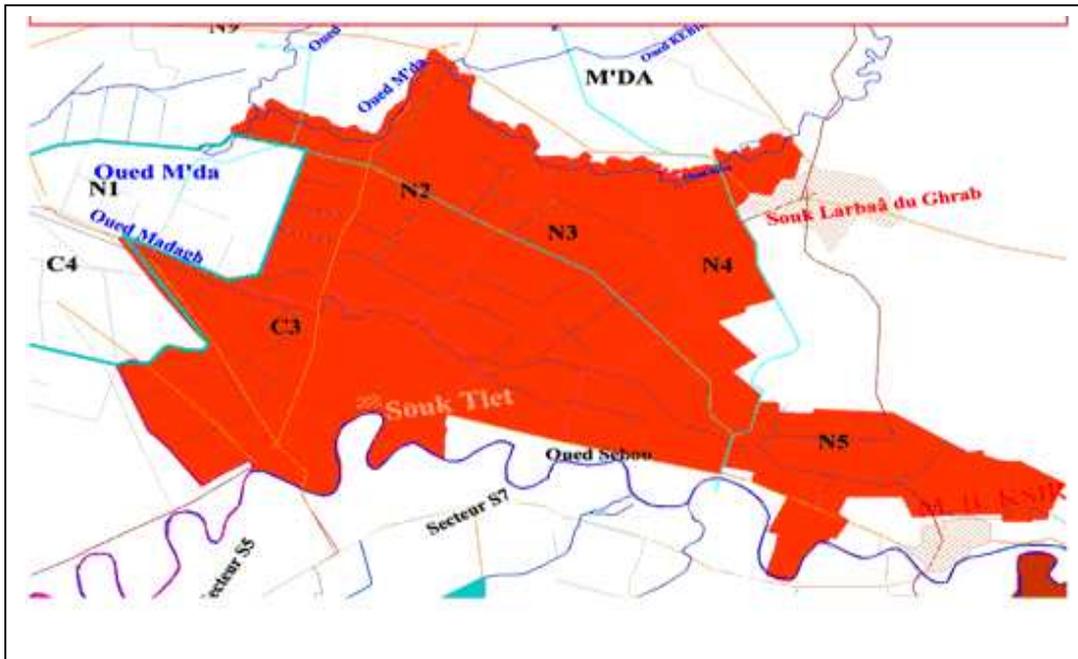
A - Zone centrale

Les cultures dominantes dans la zone sont : les céréales, les cultures sucrières (BAS et CAS) et les cultures fourragères. On trouve dans cette zone deux principales modes d'irrigation : le gravitaire et l'aspersion (les secteurs Nord).

Les secteurs P7 et P8, se situant au Centre-Est du périmètre du Gharb, dans la province de Sidi Kacem. Le secteur P7 s'étale sur une superficie agricole de l'ordre de 2 520 ha sur la commune rurale de Rmila. Tandis que le P8 coiffe une superficie totale de 5 934 ha s'étalant sur trois communes rurales notamment la commune de Rmila, celle de Dar El Aaslouji et celle de Dar El Guedari .

Secteur en gravitaire au Sud (S9 : 3 191 ha), deux secteurs en aspersion au Nord (N4 aménagé en 1991 (523 ha) et N5 aménagé en 1995 (1 900 ha)).

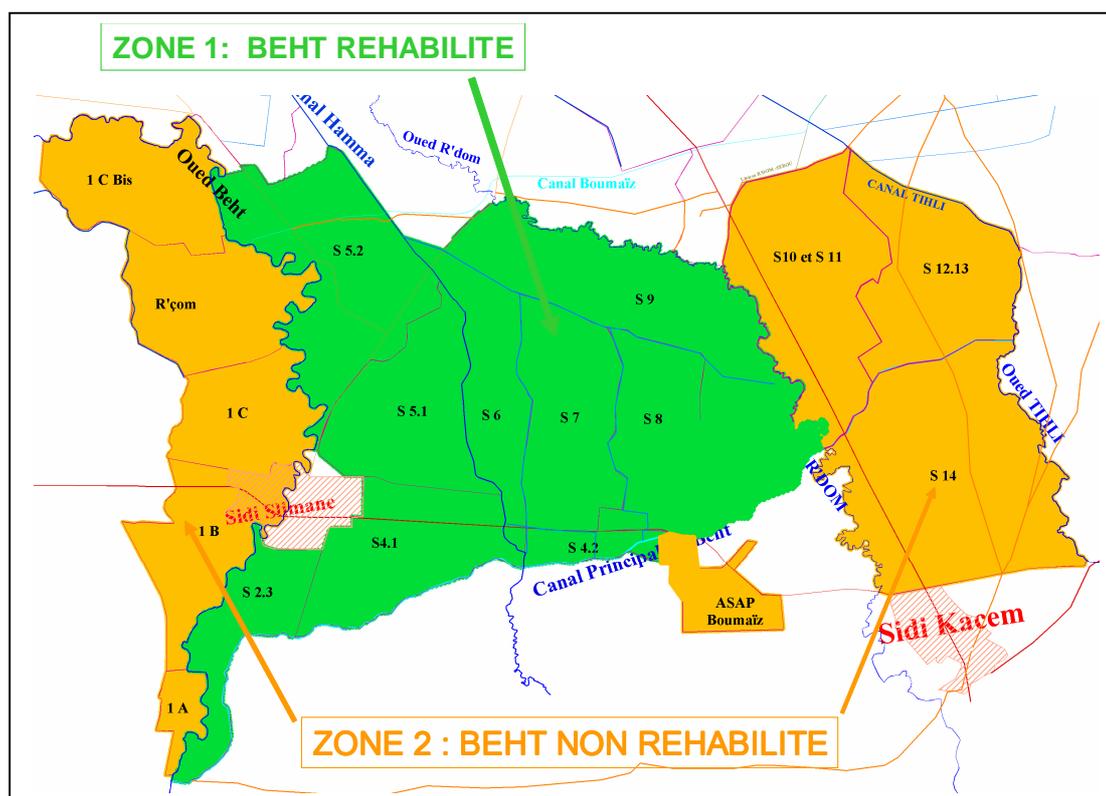
Figure 3: Carte de la zone centrale (secteurs aspersionnels) (source : ORMVAG, 2007)



2- Zone du Beht

Le périmètre du Beht a une superficie équipée de 29 000 ha et a été aménagé entre 1938 et 1952. Il est alimenté à partir du barrage El Kansra (250Mm^3) sur l'Oued Beht, soit par un canal principal qui dessert les différents secteurs hydrauliques, soit directement par le biais de stations de relevage. Le réseau d'irrigation est constitué de canaux portés.

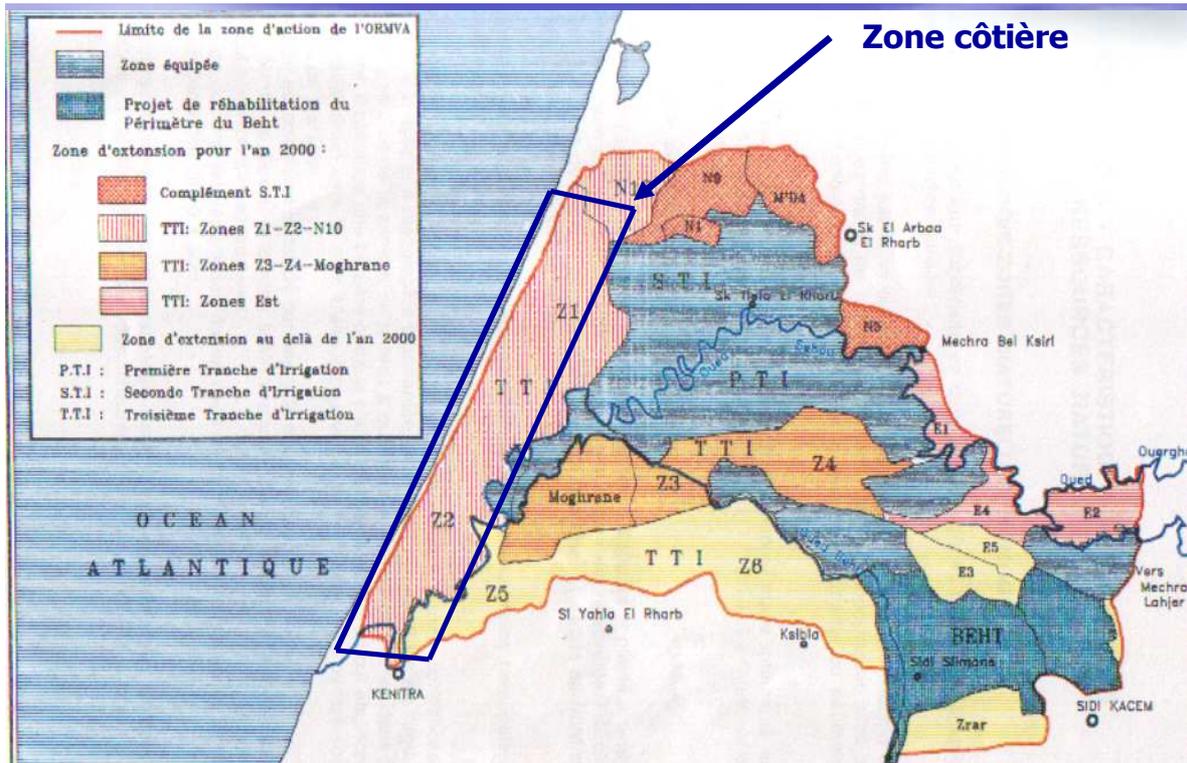
Figure 4: Carte de la zone Beht (source : ORMVAG, 2007)



3- Zone côtière

La zone côtière a une superficie totale de 60 268 ha dont 51 717 ha de SAU. La SAU irriguée est de 34 630 ha. Longeant l'Oued Sebou dans le sens Nord-Est, Sud-Ouest. Selon les dénominations de l'ORMVAG, elle englobe les zones Z1 et Z2 de la troisième tranche d'irrigation (TTI) et le secteur N10 qui était initialement rattaché à la seconde tranche d'irrigation (STI).

Figure 5: Localisation de la zone côtière (source : ORMVAG, 2007)



Chapitre 3. Problématique de l'étude et objectifs du travail

Doté d'un remarquable potentiel en horticulture, le Maroc attire de nombreux producteurs et acteurs commerciaux étrangers. Compte tenu de la concurrence de plus en plus rude entre producteurs de différents pays et de la hausse progressive des coûts de production, les producteurs marocains mettent l'accent sur la qualité, les produits à forte valeur ajoutée, pour des « fenêtres d'exportation » et des créneaux bien précis. Ce secteur revêt une importance particulière par les emplois et les revenus qu'il procure aux différents opérateurs de la filière, par les surfaces qu'il occupe, par sa contribution à la production, aux modèles de consommation et aux échanges extérieurs.

Les cultures maraîchères qui occupent une superficie de près de 230.000 ha pour la campagne agricole 2001/2002 (MADR¹, 2004), assurent une production de près de 4,4 millions de tonnes de fruits et légumes. Les superficies des cultures maraîchères sous serre destinées principalement aux productions de primeurs ont connu une extension rapide durant les deux dernières décennies passant de quelques centaines d'hectares à la fin des années 80 à près de 10.000 ha aujourd'hui. La production Marocaine de fruits et légumes couvre la totalité de la consommation interne et une partie importante de cette production est destinée à l'agro-industrie et l'exportation. Les avantages comparatifs dont dispose le Maroc pour certaines filières telles que les agrumes et le maraîchage primeur notamment la tomate constituent le fer de lance des exportations agricoles et une source appréciable de devises et contribuent à l'essor des unités de conditionnement et des industries agroalimentaires.

Cependant, La structure des exportations agricoles marocaine reste fortement concentrée sur quelques produits traditionnels (tomates, agrumes, pomme de terre, etc.). Certes, il est vrai que ces produits représentent plus de 80% de la valeur totale des exportations agricoles du Maroc, mais ils restent particulièrement sensibles dans les négociations concernant la libéralisation des échanges euro méditerranéens. Mais ces cultures à haute valeur ajoutée sont

¹ MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

souvent exigeantes en eau et elles n'étaient pas destinées aux systèmes de gestion collective de la ressource en eau qui étaient destinés au départ aux grandes cultures.

Aujourd'hui, on cherche de manière générale à éviter la surexploitation des ressources en eau, en ayant recours à des ressources alternatives (réutilisation des eaux usées, désalinisation...), mais aussi en maîtrisant le développement des usages. Dans ce contexte de raréfaction de l'eau et de renouveau nécessaire dans les modes de gestion, les eaux souterraines méritent une attention particulière. Ceci est lié à leur importance relative, à la spécificité de leurs caractéristiques, notamment la flexibilité de l'usage qu'elles permettent à l'agriculteur et au nombre de nappes et d'aquifères surexploités dans différentes régions du monde (Le Goulven, 2006).

Il faut donc envisager un autre mode de gestion des ressources en eau et passer de la gestion de l'offre à celle de la demande. Ainsi grâce à une réduction de la demande globale, qui passe notamment par une diversification des cultures et des sources de revenus, on peut développer des activités à forte valeur ajoutée, peu consommatrices d'eau et susceptibles de dégager des capacités financières importantes (Bouaziz et Belabbes. 2002; Le Goulven, 2006). On est ainsi dans l'obligation d'inciter les agriculteurs et de les encourager et développer des cultures qui valorisent mieux l'eau d'irrigation. La gestion de la demande, notamment au niveau des grands périmètres d'irrigation, représente un potentiel considérable d'économie d'eau face à une ressource limitée et dont les coûts de mobilisation deviennent de plus en plus élevés.

Les zones irriguées au Maroc, bien qu'elles ne représentent que moins de 11% de la SAU, ont bénéficié de la place de choix qui leur a été accordée. Ainsi, ces périmètres irrigués contribuent à environ 45% en moyenne de la valeur ajoutée agricole, constituent 75% des exportations agricoles et assurent plus du tiers de l'emploi en milieu rural (Herzenni. 2002). Le secteur irrigué, qui consomme près de 92% des eaux mobilisées, est ainsi appelé à utiliser à bon escient l'eau d'irrigation à travers une meilleure valorisation technique, économique et sociale de cette ressource, et surtout la préserver pour les générations futures (Moughli et Benjelloun Touimi, 2000 ; Bouaziz et Belabbes. 2002).

On constate aussi qu'à l'intérieur d'un même périmètre irrigué des niveaux de rendements très contrastés sont atteints. On peut citer l'exemple du périmètre des Doukkala où le rendement blé peut passer de 20 à 70 qx/ha avec une moyenne d'environ 40 qx/ha. Ceci montre qu'il

existe des potentialités très importantes qui ne sont pas exploitées. En d'autres termes, on peut par l'optimisation de l'utilisation des facteurs de production et l'amélioration des itinéraires techniques moyennant les technologies disponibles, déplacer le niveau moyen des rendements vers des valeurs nettement supérieures (Bouaziz et Belabbes, 2002).

Le secteur irrigué est appelé donc à améliorer sa productivité et donc son efficacité, avec la même quantité d'eau disponible, sinon avec moins, et ce, tout en préservant le patrimoine productif comprenant aussi bien le milieu (la terre avec sa fertilité et sa viabilité) que le principal facteur de production qui est l'eau d'irrigation.

De ce fait, un grand nombre de technologies agricoles ont été disséminées pour améliorer les rendements et la productivité des cultures mais l'efficacité à l'échelle des exploitations agricoles a souvent été ignorée. L'amélioration de cette efficacité globale à l'échelle du système d'exploitation nécessite la mise à niveau des connaissances et des compétences technique et économique de l'agriculteur par la formation et le partage de l'information et l'adaptation ou le changement de l'environnement socio-économique et institutionnel.

Les objectifs du présent travail, qui a été mené dans la zone d'action du Gharb sur un échantillon de 49 exploitations agricoles, ont été de :

- Mesurer l'efficacité (valorisation) de l'utilisation de l'eau d'irrigation ;
- Evaluer et estimer les indices d'efficacité économique des exploitations agricoles ;
- Identifier les exploitations servant de modèle de gestion pour les exploitations économiquement non-éfficaces ;
- Identifier les systèmes de cultures affectant les niveaux d'efficacité de ces exploitations.

Partie II. Matériels et méthodes

Chapitre 1. Présentation de l'échantillon

Les enquêtes réalisées ont touchées 49 exploitations de trois zones dans la région du Gharb :

- 18 enquêtes dans la Zone centrale principalement dans les secteurs S9, N4, N5, P7 et P8.

Les cultures dominantes dans la zone sont : les céréales, les cultures sucrières (BAS et CAS) et les cultures fourragères. On trouve dans cette zone deux principaux modes d'irrigation ; le gravitaire et l'aspersion (les secteurs Nord).

- 18 enquêtes au niveau du Beht, les cultures principales qu'on retrouve dans cette zone sont : les agrumes, les céréales et les cultures fourragères. Le mode d'irrigation dans la zone est principalement le gravitaire.

- 13 enquêtes² au niveau de la zone côtière. Ces exploitations sont principalement maraîchères, et le mode d'irrigation est le goutte à goutte.

Les exploitations ont été choisies de manière à refléter la diversité que connaissent les trois zones citées auparavant notamment en terme de taille des exploitations (< 5ha, 5 à 10ha et > 10 ha), de leur statut foncier (Melk ou propriété privée, collectif, domanial, réforme agraire et Guich) et de système d'irrigation (Localisé, gravitaire, aspersion et/ou pompiste³).

L'enquête a permis de montrer que l'âge des exploitants est en moyenne de 45 ans dans la zone côtière, 54 ans dans le Beht et 56 ans dans la zone centrale. La structure par âge révèle que les agriculteurs de la zone côtière sont plus jeunes que ceux des deux autres zones. En effet, 46% des agriculteurs de la zone côtière appartiennent à la classe d'âge de moins de 40 ans contre seulement 17 % dans le Beht et 6% dans la zone centrale. La classe d'âge de 40 à 60 ans est plus représentée dans le Beht avec 50%, 44% dans la zone centrale et 46% dans la zone côtière. Les agriculteurs de plus de 60 ans sont peu nombreux dans la zone côtière avec 7% de l'échantillon contre 50% dans la zone centrale.

² Six exploitations parmi les 13 ont été enquêtées par Mlle Mamounata SEMDE, ingénieur du Génie Rural, lauréate de l'IAV HASSAN II

³ Il s'agit d'un mode d'irrigation spécifique où l'ouvrier irrigant apporte de l'eau à la parcelle via un tuyau d'arrosage plastique en essayant de couvrir l'ensemble de la surface cultivée. Cette pratique est très courante sur la culture de l'arachide dans la zone côtière sablonneuse.

Tableau 7: Répartition des exploitants par âge

Tranches d'âge	Z. côtière		BEHT		Z. centrale	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Moins de 40 ans	6	46	3	17	1	6
40 à 60 ans	6	46	9	50	8	44
Plus de 60 ans	1	8	6	33	9	50

De plus, la grande majorité des agriculteurs est soit analphabète soit dispose d'un niveau d'instruction équivalent à celui du primaire. Rares sont ceux qui ont atteint le niveau des études secondaires.

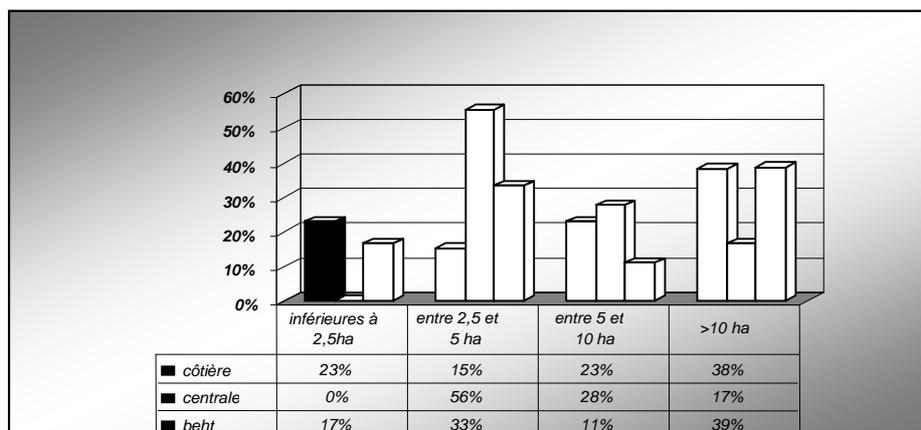
Tableau 8: Répartition des exploitants par niveau d'instruction

Niveaux d'instruction %	Z. côtière		BEHT		Z. centrale	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Analphabète	5	38	8	44	12	67
Primaire	4	31	6	33	3	17
Secondaire 1 cycle	3	23	2	11	1	6
Secondaire 2 cycle	0	0	2	11	1	6
Supérieur	1	8	0	0	1	6

La famille dépend totalement de l'activité agricole (mono-activité) dans les exploitations enquêtées dans la zone côtière et le Beht, tandis que dans la zone centrale 17% des exploitants enquêtés déclarent avoir une autre activité que l'agriculture.

Du point de vue de la taille des exploitations agricoles, 38 % de l'échantillon de la zone côtière est constitué par celles qui disposent de moins de cinq hectares. Il en est de même pour celles de plus de 10 ha. Celles qui sont comprises entre 5 et 10 ha ne représentent que 23 % de cet échantillon. Dans la zone centrale et le Beht, plus de la moitié des agricultures enquêtés ont des exploitations de moins de 5 ha.

Figure 6: Tailles des exploitations enquêtées



Le mode de faire valoir direct représente 94 % des superficies des terres des exploitations enquêtées dans la zone centrale, 67 % dans le Beht et 61 % dans la zone côtière. Le reste des terres est exploité en mode de faire valoir indirect sous forme de location.

Les terres collectives constituent le statut foncier dominant dans l'échantillon de la zone côtière, le Melk dans le Beht et la réforme agraire dans la zone centrale⁴.

Tableau 9: Statuts fonciers des exploitations

Statut foncier	Zone côtière		Beht		Zone centrale	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Melk	5	38	6	33	5	28
Collectif	7	54	1	6	5	28
Reforme agraire	1	8	5	28	7	39
Guiche	0	0	3	17	0	0
Domanial	0	0	1	6	0	0
Mixte	0	0	2	11	1	6

⁴ On peut distinguer plusieurs statuts fonciers : le melk, qui correspond à une propriété individuelle, avec ou sans enregistrement officiel ; le collectif, pour lequel les terres sont la propriété de la tribu, avec théoriquement une redistribution annuelle des terres de culture ; les terres de la réforme agraire, dont les titres de propriété ne sont pas encore établis et de ce fait ne sont pas cessibles ; le guiche, terres dont les tribus ont seulement la jouissance et enfin le domanial, qui sont des terres propriété de l'état et sont données en location.

3. Caractérisation des systèmes de production et des modes d'accès à l'eau des zones enquêtées :

Dans la zone côtière, les cultures dominantes sont le maraîchage, suivi par les céréales et les oléagineux. La zone centrale est plus à vocation sucrière, céréalière et fourragère (Maïs fourrager et bersim). La zone du Beht se singularise par la forte présence des agrumes à côté des principales cultures que l'on rencontre dans la zone centrale. Le bétail est la principale source de trésorerie pour la plupart des agriculteurs (El Hasnaoui et al, 2004). Le même phénomène a été observé dans nos enquêtes, l'élevage bovin a une place très importante dans le système de production des exploitations enquêtées dans la zone centrale et la zone du BEHT. Dans les deux zones, on trouve respectivement 72 % et 61 % des exploitations pratiquant l'élevage bovin.

Du point de vue des modes d'accès à l'eau, les agriculteurs utilisent exclusivement l'eau de la nappe dans la zone côtière où le pompage privé est très développé. La plupart utilisent la technique du goutte à goutte. Les moins fortunés ont recours à la technique du pompiste. Dans la zone centrale, ils irriguent uniquement à l'aide de l'eau du réseau étatique. 56% parmi eux utilisent le gravitaire, 39% l'aspersion et 5% utilisent à la fois le gravitaire et le goutte à goutte grâce à un bassin alimenté par le réseau publique.

Au niveau du Beht, qui est une zone caractérisée par son fort déficit en eau, 100% des exploitations utilisent l'eau du réseau, 83 % des agriculteurs irriguent avec la technique du gravitaire, 11% utilisent le gravitaire et l'aspersion et une exploitation utilise le gravitaire et le goutte à goutte. Cette dernière technique n'est pas utilisable sans un puits (qui théoriquement n'est pas autorisé dans une zone équipée), rendu nécessaire par le manque et l'irrégularité de l'offre d'eau du réseau et le retard des tours d'eau. D'autres agriculteurs dans cette région déclaraient souhaiter avoir recours à la même technique mais ils ne pouvaient pas le faire à cause de la salinité de l'eau de la nappe. Dans cette zone, on a aussi remarqué, que plusieurs agriculteurs irriguent à partir des canaux de drainage du fait de l'insuffisance des disponibilités en eau.

Chapitre 2 : Les outils

I- Plate forme Olympe

Pour évaluer les niveaux de performances économiques, et agronomiques dans des différentes situations d'accès à la ressource, les exploitations (49 exploitations) qui ont fait l'objet d'enquêtes technico-économiques approfondies ont été modélisées à partir de la plate forme olympe (Attonaty et Le Grusse, 1994 ; Attonaty et al., 2000 et Attonaty et al., 2004). Ce qui nous a permis d'évaluer les performances technico- économiques des différents systèmes de production dans différentes situations d'accès à la ressource. Ces données nous ont permis de produire différents indicateurs de comparaison :

- Marge nette par culture et par hectare assolé ;
- Produit brut par culture et par hectare assolé ;
- Valorisation de l'eau par les principales cultures pratiquées et par m³ d'eau apporté;
- Valorisation de l'eau par l'assolement moyen pratiqué ;
- Structure des charges de production par culture et par hectare moyen assolé, et part des charges de l'eau dans les charges variables globales.

Figure 7: Interface de la plate forme Olympe

Agriculteur	Nb Var	N° Var	Zone	Statut Foncier	Taille	Mode d irrigation
boujil abdelhah	0	1	COTIERE	Reforme agraire	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
kaj ktab	0	1	COTIERE	MELK	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
Ait Lazim Ali	0	1	COTIERE	COLLECTIF	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
kraae mhamed	0	1	COTIERE	MELK	< = 5 Ha	mixte
zraoula	0	1	COTIERE	MELK	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
flifla	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
mohamed lbark	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
Ettrachli ahmed	0	1	COTIERE	COLLECTIF	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
lhamiani allal	0	1	COTIERE	COLLECTIF	>= 10 Ha	mixte
Ramch abdelali	0	1	COTIERE	COLLECTIF	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
Lasfar moustapha	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
Nourdine al assal	0	1	COTIERE	MELK	>= 10 Ha	mixte
Hauouhaou drisse	0	1	BEHT	Reforme agraire	>= 10 Ha	Gravitaire
almouhi drisse	0	1	BEHT	Reforme agraire	>= 10 Ha	Gravitaire
Ezzouhri driss	0	1	BEHT	Guich	< = 5 Ha	Gravitaire
Kada thami	0	1	BEHT	COLLECTIF	< = 5 Ha	Gravitaire
choughi jilali	0	1	BEHT	MELK	< = 5 Ha	Gravitaire

Buttons: Donnees, Nouveau, Copier, Supprimer, Modifier, Variantes, V. Elaguer, Visible, Non Visible, Note, Visible, Non Visible, Classer, Classer selon Critere (Alphabétique, A la demande), Fermer, Quitte

II- Le modèle ratio CCR

Pour calculer les scores d'efficience, on a considéré un output (le produit dégagé par l'exploitation) et huit agrégats d'inputs.

Pour le calcul des indices de l'efficience, on doit disposer des prix des inputs. Donc, l'agrégation va se faire en générale sur la base des valeurs monétaires :

- **Terre** : à cause de la présence de plusieurs types de sol, il ne nous était pas possible de comparer les exploitations agricoles entre elles sans en tenir compte parce que le sol léger est un input différent du sol lourd. Pour résoudre ce problème nous nous sommes servis des prix de location de la terre comme base de pondération.
- **Main-d'œuvre** : on dispose pour chaque opération culturale du nombre de jours de travail de chaque catégorie de main-d'œuvre familiale ou salariale. L'input Main-d'œuvre est exprimé en Nombre de jours (total)* Prix d'une journée de travail (35Dh à 50Dh).
- **Mécanisation** : cet agrégat comporte les différentes opérations de travail du sol (labour, cover-cropage, billonnage....) et de la récolte (la moisson, le bottelage et le transport). Pour chaque opération, on dispose du prix payé par l'agriculteur.

- **Eau d'irrigation** : elle comporte l'eau livrée par l'Office et l'irrigation à titre privé à travers les puits. En ce qui concerne les précipitations, on suppose que les exploitations agricoles reçoivent les mêmes quantités de pluie et par conséquent, elle ne sera pas comptabilisée. L'input sera exprimé en m³.
- **Semences** : nous avons introduit cet input par l'affectation du prix sur le marché à chaque type de semence.
- **Produits phytosanitaires** : il prend en compte l'ensemble des produits de traitements (en DH).
- **Engrais** : l'agrégat est constitué des produits de fertilisation (en DH)
- **Autres** : ce dernier rassemble les dépenses occasionnelles des exploitations agricoles (en DH).

Signalons que l'approche DEA n'utilise que des variables exprimées en volume pour calculer l'indice d'efficacité. Cependant, la nécessité d'agréger certaines variables nous conduit à les exprimer en valeur. Cette agrégation peut alors introduire un biais dans la mesure de l'efficacité technique car elle peut capturer l'effet du système des prix en plus des différences techniques existantes entre les différentes exploitations agricoles. Toutefois, les tests mis en œuvre révèlent que ce biais est peu significatif (Lepetit, 1996).

Explication de l'introduction du Modèle sur Excel (voir annexe 2).

Chapitre 3 : Calcul de la valorisation de l'eau d'irrigation

I- Définition de la valorisation de l'eau

On peut la définir comme étant le rendement maximal que réalise l'agriculteur en utilisant 1 m³ d'eau (valorisation agronomique) (Bouaziz et Belabbes, 2002). Une autre approche à ce concept est de le considérer, du point de vue économique :

Valoriser l'eau = bénéfice (marge brute) optimum pour 1 m³ d'eau.

D'après Bouaziz et Belabbess (2002), 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. On peut écrire:

$$\text{PB (Dirhams/ha)} = \text{Rdt (kg/ha)} \times \text{PU}$$

Le revenu réel (RR) par hectare : Il s'agit de la valeur ajoutée (VA) d'ou sont déduites les charges de la main d'œuvre salariée (CH M.O.S). On peut écrire de la manière suivante :

$$\text{RR (Dirhams/ha)} = \text{VA} - \text{CH M.O.S}$$

Le revenu net (RN) par hectare : Il s'agit du revenu réel (RR) d'ou l'on déduit les charges de la main d'œuvre familiale (Ch M.O.F). Le calcul se fait de la manière suivante:

$$\text{RN (dirhams/ha)} = \text{RR} - \text{CH M.O.F}$$

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 (Bouaziz et Belabbes, 2002).

Comment valoriser le m³ d'eau ?

La valorisation du m³ d'eau de point de vue économique est calculée par :

$$\text{Valorisation de m}^3 \text{ d'eau} = \text{Marge brute (DH)} / \text{L'eau consommée (m}^3\text{)}$$

NB : Cette formule ne prend pas en considération l'amortissement du matériel d'irrigation. Pour remédier à ça, on peut créer un indicateur dans la plate forme olympe " valorisation du m³ d'eau = (marge brute (DH) + amortissement du matériel (DH)) / l'eau consommée (m³).

A partir de cette définition on peut bien valoriser l'eau soit en augmentant la marge brute soit en diminuant la consommation en eau.

Pour augmenter la marge brute, on doit réduire les dépenses sur certains facteurs de production à savoir : l'eau, les fertilisants, les produits phytosanitaires, faire le bon choix du matériel végétal. De même, on peut mettre en place plus d'une culture par campagne (intensification) et ceci à travers les nouvelles techniques d'irrigation qui sont l'aspersion améliorée et le goutte à goutte (Si Hammou K, 2004)

Chapitre 4. Mesures de l'efficacité

I- Les méthodes de mesures de l'efficacité

1- Introduction

Le travail pilote de Farrell (1957) sur les mesures de l'efficacité productive inspiré de la mesure de l'efficacité technique proposée par Debreu (1951) et de la définition de Koopmans de l'efficacité « *A feasible input-output vector is said to be technically efficient if it is technologically impossible to increase any output and/or reduce any input without simultaneously reducing another output and/or one other input* (Koopmans 1951) », lui a permis de faire le premier pas important vers l'économétrie des frontières. L'innovation de Farrell réside dans l'application de l'efficacité mesurée par Debreu « avec le coefficient d'utilisation des ressources qui calcule la réduction équi-proportionnelle maximale de tous les facteurs de production permettant de maintenir le niveau de production existant » à chaque unité de production d'un secteur .

L'idée des techniques des frontières consiste à modéliser le processus de production (ou la fonction de coût) pour expliquer l'efficacité relative des firmes. Ce domaine a été enrichi par de nombreux travaux empiriques sur les mesures de l'efficacité (par exemple : Timmer 1971). Cependant, le débat théorique laisse toujours des ambiguïtés et des questions sans réponses.

2- La notion d'efficacité

Le concept d'efficacité dans un large sens est employé pour caractériser l'utilisation des ressources, on peut dire que l'efficacité est un rapport au sujet des performances d'un processus transformant un ensemble d'intrants en un ensemble d'output. Elle correspond à l'écart entre la production maximale autorisée compte tenu des inputs consommés et la production réalisée (Boussemart, 1994).

En termes d'analyse comparative, la frontière de production matérialise les meilleures pratiques et l'écart de chaque observation par rapport à cette frontière représente son degré d'inefficience. Cet écart peut être attribuer au manque de concurrence qui fait que les exploitants peuvent se permettent d'opérer en dessous de leurs frontières s'ils sont protégés sur le marché (Bachta et Chebil, 2002). D'autres explications mettent au devant les effets des inputs non physique (information, savoir faire, ...) sur l'efficience des exploitations.

Farrell est le premier auteur à proposer une division de l'efficience en deux composantes : l'efficience technique et l'efficience allocative (de prix).

A- L'efficience technique (ET) : L'efficience technique est définie comme étant « le niveau maximum d'output (produit) que l'on observe en utilisant un niveau déterminé d'inputs (facteurs de production), étant donné l'éventail de technologies alternatives offertes à l'agriculteur » ou réciproquement une quantité minimale (l'utilisation optimale et pas excessive) d'input pour produire un niveau d'output donné (Azzam et al, 1994). Cette définition suppose que la même technologie est accessible à l'ensemble des producteurs et que seuls les producteurs produisant à ces niveaux maxima sont techniquement efficaces.

On peut dire donc que l'inefficience technique correspond à une production insuffisante par rapport à ce qui est techniquement possible avec un niveau d'inputs donné (ou réciproquement une quantité d'inputs supérieur au nécessaire pour un niveau d'outputs donné).

Pour Farrell ET est mesurée en comparant les coefficients observés des points d'inputs avec les coefficients d'inputs sur la frontière d'efficience (la frontière formée par les firmes de l'échantillon les plus efficaces) pour les mêmes proportions de facteurs (Timmer , 1971).

B- L'efficience allocative (EA) : ou l'efficience par rapport aux prix des facteurs de production, évalue la façon dont les firmes choisissent les proportions des différents inputs en fonction des prix proposés par le marché. Cette mesure décrit comment les firmes allouent leurs ressources productives pour produire un niveau donné de biens ; c'est pourquoi le terme d'efficience allocative est employé par Farrell pour désigner l'efficience-prix. On peut dire donc que L'EA est l'utilisation des inputs dans des proportions qui correspondent à l'optimalité décrite par les prix relatifs des inputs.

C- L'efficacité économique : L'efficacité au sens économique du terme est déterminée à la fois par l'efficacité technique et allocative. Ainsi, l'efficacité économique ou totale est un concept plus restrictif puisqu'il suppose à la fois l'efficacité technique et l'efficacité allocative.

3- Mesures de l'efficacité

Puisque la mesure de l'efficacité se fait par rapport à une frontière d'efficacité, l'estimation de cette frontière constitue donc une étape centrale dans toute analyse d'efficacité (Boussemart, 1994). On peut mesurer l'efficacité d'une firme ou d'un secteur par deux approches : l'approche des méthodes paramétriques et celle des méthodes non-paramétriques. Ces deux approches dépendent de la façon dont les différents auteurs ont estimé la fonction de production. En effet, les méthodes paramétriques spécifient une forme fonctionnelle pour la frontière d'efficacité et elles estiment les paramètres à l'aide des méthodes économétriques usuelles, dans ce cas, on fait l'hypothèse de l'existence d'un modèle paramétrique caractérisant une fonction de production déterminée par un nombre fini de paramètres qu'il faut estimer. Tandis que les méthodes non-paramétriques ne spécifient aucune forme fonctionnelle pour la frontière et utilise des techniques de programmation linéaire pour envelopper les observations.

A- Méthodes paramétriques

a- 1. Approche pragmatique

La plus simple mesure de l'efficacité économique est celle de l'indice partiel de productivité, habituellement celui de la main d'œuvre, cette approche ignore la présence d'autres facteurs qui affectent la productivité moyenne et marginale (Lau et Yotopoulos, 1971).

Une approche plus sophistiquée construit des indices d'efficacité en comparant le poids moyen des inputs (le poids étant les prix relatifs ou les parts relatives des facteurs) avec celui des outputs.

L'approche adoptée par Bennett (1967) fait appel à l'efficacité économique de la production à partir d'un indice incluant la productivité marginale et son coût relatif. Cette approche présente l'inconvénient d'être peu flexible dans l'attribution des différences d'efficacité à la dotation initiale en facteurs fixes. Le deuxième inconvénient qui mérite d'être signalé, c'est la

difficulté de la comparaison des indices de Bennett entre les groupes d'exploitations agricoles (Okacha.L. 2005).

a- 2. Approche économétrique :

1) Modèle déterministique non paramétrique :

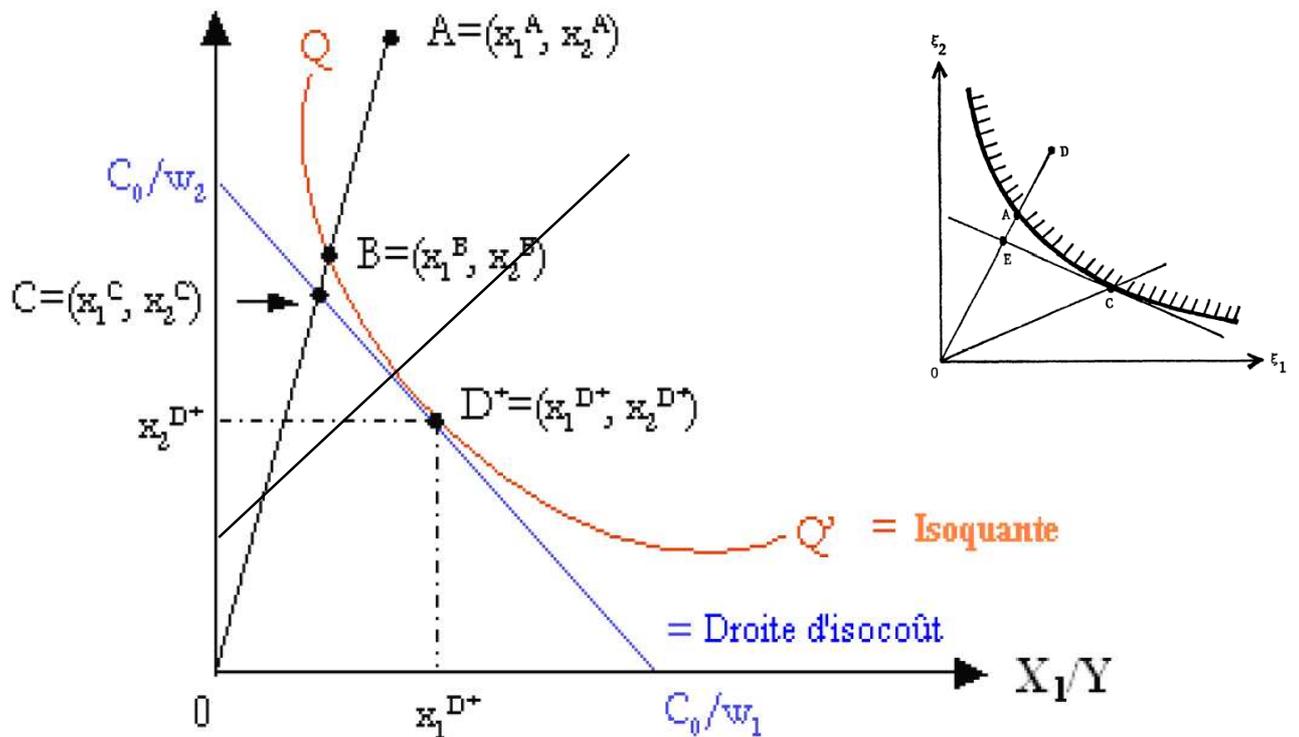


Figure 8: Représentation graphique (Farrell 1975) de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative (source : Swed. J. of Economics 1974)

Farrell considère une fonction de production à deux facteurs $y = f(x_1, x_2)$ et suppose des rendements d'échelles constants. Dans ce cadre simplifié, la fonction de production s'écrit : $1 = f(x_1/y, x_2/y)$, elle est représentée par l'isoquante QQ' , c'est la frontière de production. Autrement dit, elle présente les différentes combinaisons des facteurs X_1 et X_2 qu'une exploitation agricole parfaitement efficiente peut utiliser pour produire une unité d'output.

L'efficacité technique d'une firme avec des coefficients observés d'input A est mesurée par le rapport OB/OA . B est le point de la frontière qui possède les mêmes proportions d'input que A . Une propriété immédiate de cette définition est que : $0 < ET < 1$.

les facteurs de production réellement utilisés par deux exploitations agricoles produisant une unité de produit peuvent se situer aux points A et B ; les deux exploitations agricoles utilisent

les mêmes proportions de facteurs X_1/X_2 , mais l'exploitation agricole B produit l'output avec **OB/OA** de moins de chaque facteur que l'exploitation agricole A. Ce ratio **OB/OA** mesure l'efficacité technique de A. l'exploitation agricole B est dite techniquement efficace, comme l'exploitation agricole D qui se situe sur l'isoquant QQ' . Donc l'ET (orienter inputs) correspond au ratio de la meilleure utilisation des facteurs au niveau d'utilisation observé sans modification des proportions X_1/X_2 .

Supposons que toutes les firmes font face aux mêmes prix de facteurs et l'objectif est de réduire au minimum les coûts, une mesure d'efficacité allocative est basée sur la comparaison du coût moyen observé au coût moyen représenté par la ligne de prix de revient unitaire : droite d'isocoût (c'est une droite de rapport des prix). Théoriquement, Les exploitations doivent équilibrer leur taux marginal de substitution technique (TST) entre les inputs avec le rapport des prix des inputs déterminés par le marché. L'efficacité allocative provient d'une bonne combinaison des inputs, étant donné les prix relatifs.

Par un déplacement le long de la droite d'isocoût, le point C a le même coût que le point D et l'efficacité prix est décrite par le ratio **OC/OB**. Le point B situé sur l'isoquant conduit à une utilisation des ressources productives plus coûteuse qu'en C, car pour que B se situe sur la droite d'isocoût, un déplacement de celle-ci vers le haut est nécessaire, ce qui correspond à un coût d'utilisation des facteurs 1 et 2 plus grand. Donc, la longueur CB représente la mesure de l'inefficacité allocative ou l'inefficacité prix, c'est-à-dire le coût résultant d'une utilisation des facteurs dans des proportions non optimales pour le système des prix observés. Cette mesure a l'avantage de faire apparaître la même efficacité allocative à deux exploitations utilisant les facteurs de production dans les mêmes proportions.

Enfin, la mesure de l'efficacité économique du producteur A est donnée par **OC/OA**, ce qui correspond au produit de l'efficacité technique et de l'efficacité-prix : **OC/OA = OB/OA * OC/OB**.

Farrell a aussi proposé une mesure portant sur les outputs, mise en œuvre par Timmer (1971). Cette mesure correspond au ratio de l'output observé à l'output optimal pour un niveau donné d'inputs. Elle coïncide avec la mesure en inputs lorsque la technologie présente des rendements d'échelle constants. Toutefois, il peut y avoir des économies d'échelle caractérisent une situation d'accroissement de la production qui diminue le coût moyen.

Pour un rendement d'échelle variable, du côté output, on peut décomposer l'efficacité technique en une ET pure et ET d'échelle ((Luis R. Murillo-Zamorano, 2004).

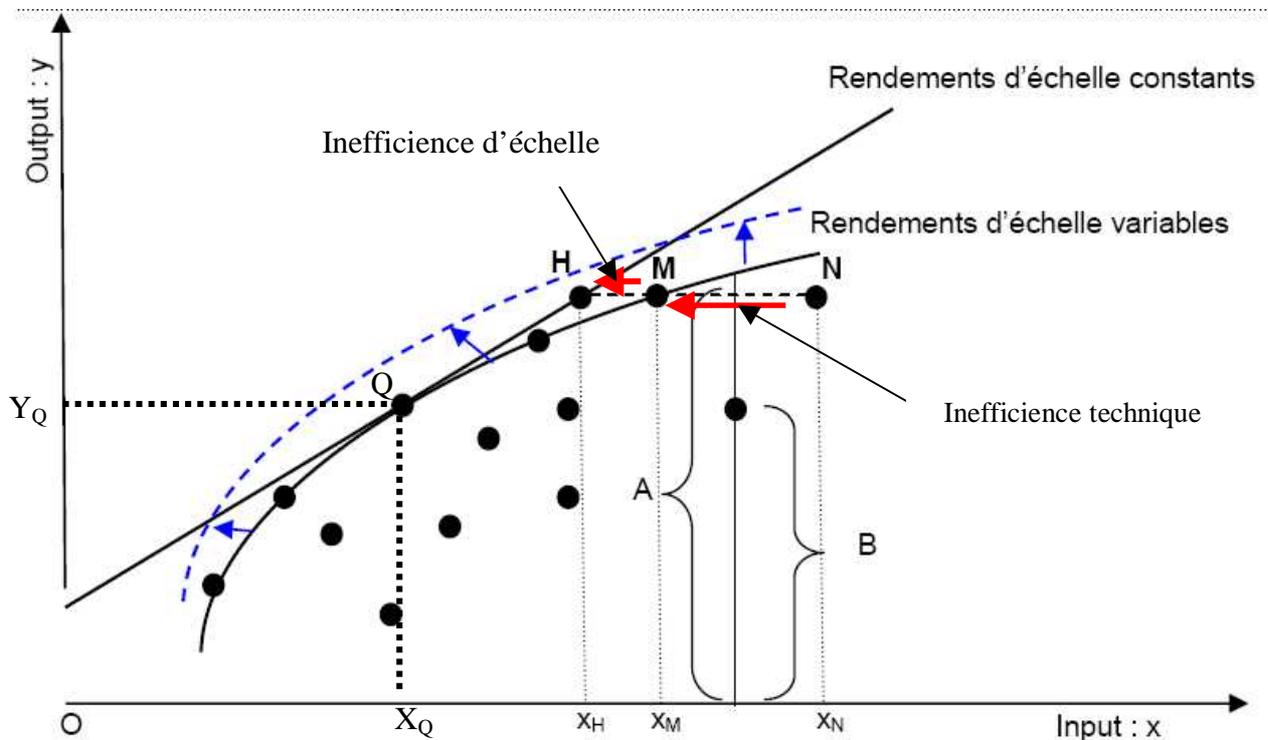


Figure 9: Représentation graphique de l'efficacité technique pure, et de l'efficacité technique d'échelle et du progrès technique. (Source : Albouchi L, 2003)

Le progrès technique mesure le passage d'une frontière de production à une autre. L'effet du progrès technique correspond au déplacement de la courbe (frontière) vers le haut (soit la courbe en trait discontinu). La technologie est à rendement d'échelle croissant à gauche de Q, décroissante à droite de Q et constante en Q.

La courbe (Rendement d'échelle variable) est la vraie frontière de l'ensemble des possibilités de production.

L'exploitation N est techniquement inefficace étant donné qu'il est possible de produire la même quantité d'output avec moins d'intrant (elle doit diminuer sa quantité d'input pour se situer sur la frontière de production en M). L'efficacité technique pure correspond au rapport X_M/X_N et l'efficacité d'échelle est égale à X_H/X_M . Le produit de ces deux efficacités correspond à l'efficacité technique totale au point N, soit X_H/X_N .

L'efficacité d'échelle caractérise l'écart existant entre les performances constatées et celles qui seraient obtenues dans une situation de rendements d'échelle constants. Le rendement d'échelle constant correspond à un équilibre concurrentiel de long terme où le profit est nul. A long terme, tous les facteurs de production peuvent être ajustés par le producteur pour réduire son inefficacité (Albouchi L, 2003).

Farrell se restreint à une technologie monoproduit à rendements d'échelle constants et les mesures proposées se font le long d'un rayon issu de l'origine dans l'espace des facteurs de production. Ces caractéristiques radiales découlent directement de la définition de l'efficacité de Farrell qui recherche un point situé sur l'isoquant, ayant des proportions d'utilisation de facteurs similaires à celles de l'exploitation agricole dont on mesure l'efficacité.

a- 3) Modèle de Lau & Yotopoulos

Lau et Yotopoulos (1971) ont élaboré le premier modèle économétrique qui permet l'identification des indicateurs de l'efficacité de la production (l'efficacité technique et l'efficacité économique). Pour eux, la maximisation du profit est à l'origine de l'efficacité économique. En outre, une exploitation agricole n'est considérée comme techniquement plus efficace qu'une autre, que dans le cas où elle parvient à maximiser son profit. Le modèle mathématique proposé est le suivant :

Ils considèrent une exploitation (Firme) avec la fonction de production suivante :

$$Y = F(X_1, \dots, X_m; Z_1, \dots, Z_n)$$

Avec :

Y : est l'output ;

X_i : représentent les variables d'inputs ; et

Z_i : représentent les inputs fixes de la production.

Pour simplifier on prend le cas de deux firmes, dans ce cas la fonction de production s'écrit :

$$Y_i = A_i F(X_i; Z_i) \quad i=1,2$$

A_i : est l'indice qui marque le degré de l'efficacité technique de la firme i. donc La firme qui présente une valeur de A_i la plus élevée est considérée comme étant techniquement plus efficace.

Les conditions de premier ordre de la maximisation du profit sont données par :

$$\frac{\partial A_i F(X_i, Z_i)}{\partial X_{ij}} = k_{ij} (W_{ij}/P_i) \quad k_{ij} \geq 0, j=1..n, i=1,2$$

Doukkali Avec :

W_{ij} : Prix de l'input (j) utilisé par la firme i ;

P_i : Prix de l'output produit par la firme i ;

K_{ij} : est l'indice de l'efficacité économique ;

Le terme (W_{ij}/P_i) est le prix effectif supporté par la firme i. La comparaison de l'efficacité économique entre les deux firmes se fait sur la base des paramètres k_{ij} , quand ce paramètre atteint la valeur 1 La condition de maximisation de profit est atteinte. Ce paramètre permet donc de mesurer l'efficacité économique et de conduire des comparaisons entre plusieurs firmes.

B- Méthode non paramétrique

L'approche développée selon les propositions initiales de Farrell (1957) est qualifiée de non paramétrique car on construit par programmation mathématique une enveloppe des observations sans qu'aucun vecteur de paramètres ne soit estimé.

Charnes *et al.* (1978) ont généralisé et rendu opérationnelles les propositions de Farrell en permettant l'estimation de la fonction de production par une courbe enveloppe formée des segments de droite joignant les entités efficaces d'où la dénomination ***Data Envelopment Analysis (DEA)***, voir figure 10 ci-dessous) (Boussemart, 1994).

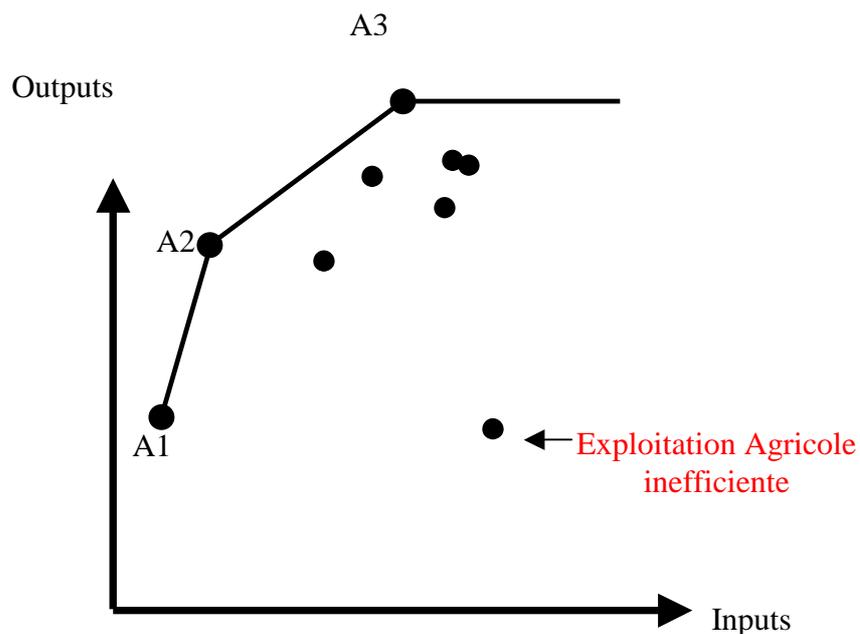


Figure 10: Enveloppe linéaire par morceau.

II- La méthode DEA (*Data Envelopment Analysis*)

DEA est une méthodologie fondée sur la programmation linéaire pour identifier des fonctions de production empiriques, elle détermine la frontière d'efficacité du point de vue de la meilleure pratique et elle compare toutes les unités similaires dans une population donnée. Chaque unité est considérée comme une unité décisionnelle « *decision-making unit* ou DMU» qui transforme des inputs en outputs.

Cette méthode fournit une évaluation composite de l'efficacité des DMU en synthétisant simultanément plusieurs mesures partielles de l'efficacité, elle permet de savoir quelles sont les DMU ayant les meilleures pratiques parmi l'échantillon étudié d'après la distance de chaque DMU par rapport à la frontière d'efficacité.

La formulation d'un modèle DEA :

Pour chaque unité décisionnelle k :

$E_k =$ somme pondérée des outputs / somme pondérée des inputs

$$= W_1 * Out_1 + W_2 * Out_2 + \dots \dots / V_1 * Inp_1 + V_2 * Inp_2 + \dots \dots$$

La méthode DEA calcule des pondérations séparées pour chaque unité : les pondérations sont celles qui donnent le meilleur résultat pour l'unité considérée. L'idée de base de cette méthode est la suivante :

Pour chaque DMU k :

*Maximiser E_k

Sous la contrainte : $E_k \leq 1$ pour toutes les DMU de la population considérée (aucune autre DMU ne soit déclarée surefficace).

*Toutes les pondérations sont positives.

Les modèles DEA de base

Dans ce qui suit nous faisons l'hypothèse qu'il y a n unités de décision à évaluer (les DMU). Chaque DMU consomme des montants variables de m inputs différents pour produire s outputs différents.

De façon spécifique, DMU₁ consomme des montants $X_j = \{x_{ij}\}$ d'inputs ($i = 1, \dots, m$) et produit des montants $Y_j = \{y_{ij}\}$ d'outputs ($r = 1, \dots, s$). Pour ces constantes qui généralement

prennent la forme d'observations, nous faisons l'hypothèse que $x_{ij} > 0$ et $y_{ij} > 0$. La matrice $s \times n$ des mesures d'outputs est dénotée par Y , et la matrice $m \times n$ des mesures d'inputs est dénotée par X (Badillo . 1999).

NB : il convient de remarquer que la méthode DEA n'exige aucune forme fonctionnelle pour la fonction de production mais impose l'hypothèse de convexité de l'ensemble de production.

Les principaux modèles mathématiques de base sont : le modèle du ratio CCR, le modèle BCC, le modèles additif et les modèles Multiplicatifs. Ces modèles s'appliquent à des problèmes économiques et des questions de management et fournissent des résultats utiles et leurs orientations sont différentes.

1- Le modèle additif

La forme du modèle additif est la suivante :

$$\begin{aligned} \text{Min } Z_0 = & - \sum_{r=1}^s S^+ - \sum_{i=1}^m S^- \\ & \lambda, s^+, s^- \end{aligned}$$

Sous contraintes

$$\left\{ \begin{array}{l} Y \lambda - S^+ = Y_0 \\ -X \lambda - S^- = -X_0 \\ \sum \lambda = 1 \\ \lambda, S^+, S^- \geq 0 \end{array} \right.$$

X , Y , X_0 et Y_0 représentent les valeurs observées d'output et d'input pour les DMU et sont par conséquent constants. Les ensembles de variables pour le programme linéaire sont respectivement $(\lambda, S^{+*}, S^{-*})$.

S^{+*} , S^{-*} sont les vecteurs d'écarts respectivement pour les outputs et les inputs (ils sont déterminés lors de la solution du programme et mesure les quantités de facteurs à la disposition de la DMU non utilisées ainsi que les possibilités de production non réalisées par la DMU au cours du processus de production).

La valeur optimale Z_0^* fournit un indicateur d'efficacité qui mesure la distance à laquelle une DMU particulière qui est évaluée se situe par rapport à la frontière. Ainsi, DMU_0 est efficace si et seulement si $Z_0^* = 0$. DMU_0 est inefficace si elle ne se situe pas sur la frontière, c'est-à-

dire si tout composant des variables d'écart S^{+*} ou S^{-*} n'est pas égal à zéro ; les valeurs de ces composants non négatifs identifient les sources et les montants d'inefficience dans les outputs et inputs correspondants (Badillo P. 1999).

Les valeurs obtenues de la fonction objectif séparent l'ensemble des DMU en deux sous ensembles : les DMU pour lesquelles $Z_0^* = 0$ sont efficaces et déterminent la surface enveloppe, tandis que les DMU pour lesquelles $Z_0^* < 0$ sont inefficaces, et se situent en dessous de la surface.

2- Les modèles multiplicatifs

Le modèle multiplicatif est le résultat de l'application du modèle additif aux logarithmes des valeurs originelles des données. Ainsi, toutes les interprétations relatives au modèles additif s'appliquent à nouveau, mais maintenant dans l'espace transformé ($\log(X), \log(Y)$).

$$\begin{array}{l} \text{Min } Z_0 = - \sum_{r=1}^s S^+ - \sum_{i=1}^m S^- \\ \lambda, s^+, s^- \end{array}$$

Sous les contraintes

$$\left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{\text{Log}(Y)} \lambda - S^+ = \overrightarrow{\text{Log}(Y_0)} \\ \overrightarrow{\text{Log}(X)} \lambda - S^- = \overrightarrow{\text{Log}(X_0)} \\ \sum \lambda = 1 \\ \lambda, S^+, S^- \geq 0 \end{array} \right.$$

Les modèles multiplicatifs fournissent un enveloppement log-linéaire ou une interprétation Cobb-Douglas par morceaux du processus de production.

3- Le modèle BCC (Banker, Charnes et Cooper)

L'efficience (ou l'inefficience) d'une DMU dépend du modèle de DEA employé et aussi de l'orientation du modèle. Par exemple, dans une orientation input avec le model BCC, on se concentre sur le mouvement maximal vers la frontière à travers une réduction proportionnelle des inputs; l'objectif est de produire les outputs observés avec un niveau de ressource

minimum (figure 11), alors que dans orientation output on se concentre sur un mouvement maximal à travers une augmentation proportionnelle des outputs (figure 12).

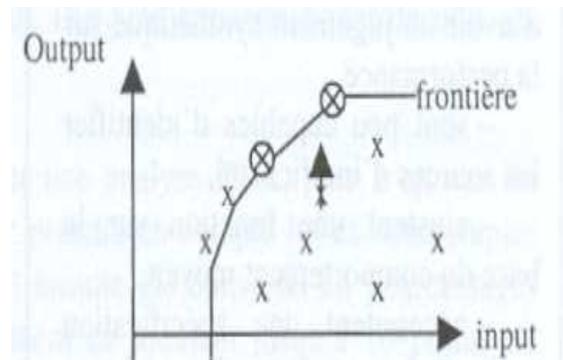
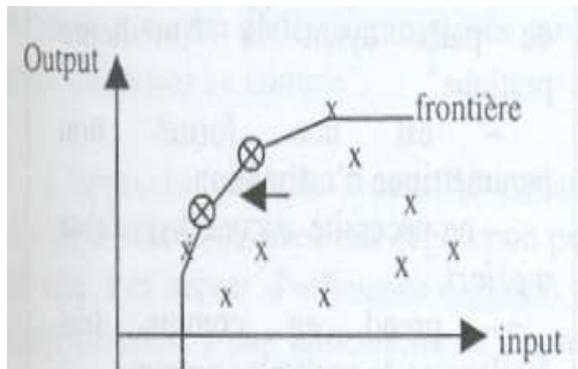


Figure 11: Orientation input d'un modèle DEA **Figure 12: Orientation output d'un modèle DEA**

L'orientation input de BCC

Le modèle s'écrit comme suit :

$$\text{Min } Z_0 = \theta - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^m S^+ - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m S^-$$

$\theta, \lambda, s^+, s^-$

Sous contraintes

$$\left\{ \begin{array}{l} Y \lambda - S^+ = Y_0 \\ \theta X_0 - X \lambda - S^- = 0 \\ \sum \lambda \geq 1 \\ \lambda, S^+, S^- \geq 0 \end{array} \right.$$

Avec :

θ est la réduction (proportionnelle) appliquée à tous les inputs DMU_0 (celle qui est évaluée) pour améliorer l'efficacité. Cette réduction est appliquée simultanément à tous les inputs, et a pour résultat un mouvement radial vers la surface enveloppe.

ε est une constante non Archimédienne (infinitésimale), ça présence dans la fonction objective permet à la minimisation sur θ et d'assurer l'optimisation concernant les écarts (c'est-à-dire, en ça présence la maximisation des variables d'écart devient un objectif secondaire par rapport à la diminution du coefficient θ (Badillo P. 1999)) ;

S^+ : est le vecteur de variable d'écart non négatives associé à l'inégalité sur les outputs ;

S^- : le vecteur de variable d'écart non négatifs associés à l'inégalité sur les inputs ;

Une DMU est efficiente si et seulement si les deux conditions suivantes sont satisfaites :

a) $\theta^* = 1$

b) tous les écarts sont égaux à zéro.

Les écarts non négatifs et la valeur de $\theta^* \leq 1$ identifient les sources et la quantité de toutes les inefficiences qui peuvent être présentes.

L'orientation output de BCC

Comme on peut le voir à partir de l'écriture du modèle ci-après, la différence essentielle entre le modèle BCC précédent orienté input et le modèle BCC orienté output est que le programme linéaire maintenant maximise sur ϕ pour obtenir une augmentation proportionnelle de l'output (Badillo, 1999).

$$\text{Max } Z_0 = \phi + \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^s S^+ + \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m S^-$$

ϕ, λ, s^+, s^-

$$\text{Sous contraintes } \left\{ \begin{array}{l} X\lambda + S^- = X_0 \\ \phi Y_0 - Y\lambda + S^+ = 0 \\ \sum \lambda = 1 \\ \lambda, S^+, S^- \geq 0 \end{array} \right.$$

Dans cette orientation output, l'attention n'est plus centrée sur la minimisation des ressources en inputs ; l'objectif est de maximiser la production d'outputs tout en ne dépassant pas les niveaux donnés des ressources. Ce modèle essaie à travers ϕ^* d'obtenir autant d'expansion d' Y_0 que le permettent les contraintes.

Les caractéristiques de l'efficacité sont les mêmes que dans l'orientation input : une valeur optimale de la fonction objectif égale à 1 avec tous les écarts identiquement nuls. Donc, une DMU n'est considérée comme efficiente avec une orientation output que si et seulement si elle est caractérisée comme efficiente avec une orientation input appliquée aux mêmes données.

Remarques :

1) Banker, Charnes et Cooper ont étendu la mesure de l'efficacité au cas des rendements d'échelle variable en introduisant la contrainte de convexité de frontière d'efficacité : $\sum \lambda = 1$.

Donc l'unité évaluée n'est plus comparée qu'avec des unités de taille comparable.

Par conséquent, une hypothèse de rendement d'échelle non croissant peut être faite sur la technologie de production en introduisant dans le modèle la contrainte $\sum \lambda \leq 1$.

2) Dans le modèle BCC, l'analyste peut déterminer si l'inefficacité d'une DMU découle d'un problème technique pur ou d'un problème d'échelle.

4- Le modèle Charnes, Cooper et Rhodes (CCR)

Ce modèle a la particularité de combiné à la fois la mesure radiale de l'efficacité de Farrell et les variables d'écarts.

Le modèle CCR admet aussi des orientations à la fois input et output, et la formulation est similaire à celle du modèle BCC (en effet, le modèle BCC est une extension du modèle CCR dont on conserve toutes les hypothèses, sauf celle des rendements d'échelles constants).

Ce modèle permet de mesurer les quantités de facteurs à la disposition de l'exploitation agricole non utilisées ainsi que les possibilités de production non réalisées par l'exploitation agricole au cours du processus de production.

Le modèle CCR à orientation input s'écrit :

$$\text{Min } Z_0 = \theta - \varepsilon \cdot \sum_{r=1}^s S^+ - \varepsilon \cdot \sum_{i=1}^m S^-$$

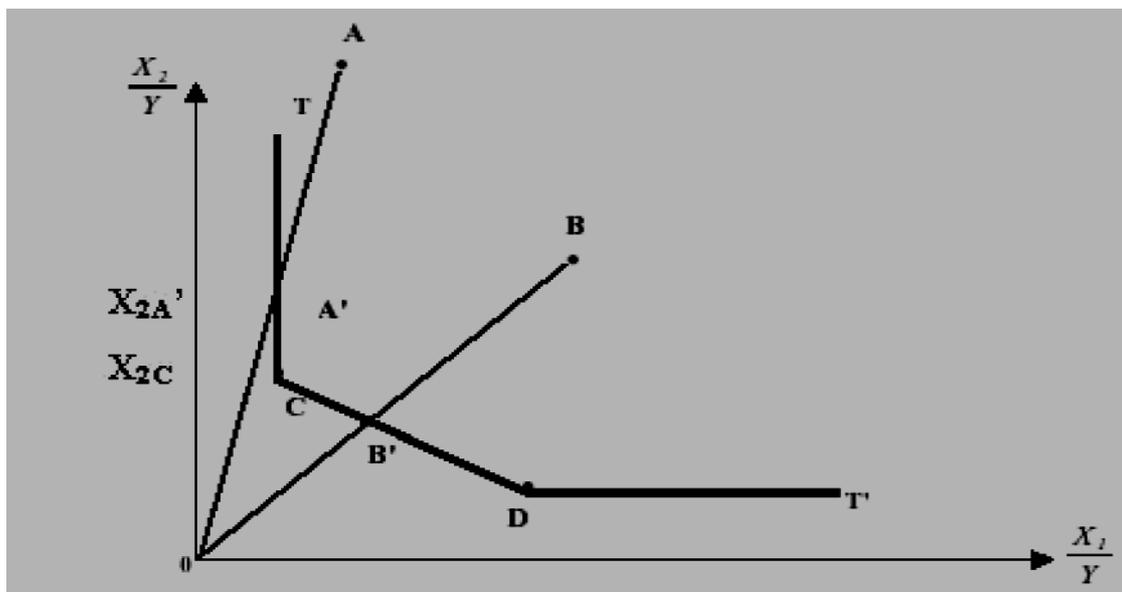
$\theta, \lambda, s^+, s^-$

$$\text{Sous contraintes } \begin{cases} Y \lambda - S^+ = Y_0 \\ \theta X_0 - X \lambda - S^- = 0 \\ \lambda, S^+, S^- \geq 0 \end{cases}$$

Pour une exploitation agricole efficiente (les exploitations agricoles C, D et B') le coefficient θ vaut 1 et toutes les variables d'écart s'annulent $S^+ = 0$ et $S^- = 0$.

Une exploitation agricole inefficace (l'exploitation agricole A) peut réduire de $(1 - \theta) X_n$ la quantité de l'input n pour se retrouver sur la branche verticale de la frontière d'efficacité

(l'exploitation agricole A'), mais la présence de variables d'écart sur les inputs (l'input X2 pour l'exploitation A') montre que la dotation de l'exploitation agricole est sous-utilisée pour ces inputs. Donc, l'exploitation agricole A doit réduire de $(1 - \theta)X_n + S^-$ la quantité de l'input n et /ou augmenter de S^+ la production de l'output m pour se retrouver sur la frontière d'efficacité au point C. le coefficient θ s'applique à l'ensemble du vecteur des inputs (Badillo P. 1999)



La forme ratio du modèle CCR

La caractéristique essentielle de la construction sous la forme ratio du CCR est la réduction de la situation multiproduits – multifacteurs de chaque DMU en une situation monoproduits – monofacteur fictif. Pour une DMU, le ratio de ce seul output virtuel à ce seul input virtuel fournit une mesure d'efficacité qui est une fonction de multiplicateurs. Ce ratio, qui doit être maximisé, forme la fonction objective pour la DMU particulière DMU_0 qui est évaluée.

On peut dire donc que le ratio de CCR est une généralisation du ratio de productivité (**prix * output**) / (**prix * input**) associé à la fonction de production qui à un input unique associe un output unique.

Pour la DMU_0 le programme s'écrit comme suit :

$$\text{Max}_{u,v} h_0(u,v) = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^0}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0}$$

$$s.c \left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \text{ pour } j = 0, 1, \dots, n \\ \frac{U_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0} \geq \epsilon, \text{ pour } r = 0, 1, \dots, s \\ \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0} \geq \epsilon, \text{ pour } i = 0, 1, \dots, m \end{array} \right.$$

Où v_n et u_m sont les poids déterminés par la solution du problème, c'est-à-dire par les données sur toutes les DMU utilisées comme ensemble de référence, et x_i^0 et y_r^0 les valeurs observées de la DMU₀.

La forme ratio ci-dessus (1) produit un nombre infini de solutions optimales. Si (u^*, v^*) est optimal alors $(\beta u^*, \beta v^*)$ est aussi optimale pour $\beta > 0$. Il faut alors le reformuler sous la forme d'un problème de programmation linéaire en sélectionnant une solution représentative. Pour ce faire, Charnes et Cooper ont développés un programme linéaire fractionné où la somme pondérée des inputs de la DMU₀ (le dénominateur de la fonction objective) est considérée comme étant égale à l'unité :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} = 1$$

« Cette programmation fractionnelle linéaire sélectionne une solution représentative (solution (u, v) pour laquelle $v^T X_0 = 1$, le changement de variable vers (μ, v) est un résultat de la transformation $\mu = u^T / v X_0$, $v = v^T / v X_0$) pour chaque classe d'équivalence et fournit le problème de programmation linéaire équivalent suivant » (Badillo. 1999) :

Pour la DMU₀ $\text{Max}_{\mu, v} h_0(\mu, v) = \sum_{r=1}^s \mu_r y_r^0$

$$S C \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m v_i x_i^0 = 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ \mu_r; v_i \geq \varepsilon \end{array} \right.$$

Avec :

h_0 donne la mesure de l'efficacité technique de l'exploitation agricole considérée, selon la définition de Farrell (1957). Le problème est résolu J fois, une fois pour chaque producteur devant être évalué, et génère J valeurs optimales de h.

X, Y : les matrices respectives des quantités observées d'outputs et d'inputs ;

y^0 : le vecteur des quantités observées d'outputs de l'exploitation agricole dont on mesure l'efficacité ;

x^0 : le vecteur des quantités observées d'inputs de l'exploitation agricole dont on mesure l'efficacité.

NB : soulignons que par convention, il est établi que le nombre de DMU doit être égal ou supérieur à 3 fois le nombre d'inputs et d'outputs (Louis . 2007).

Choix du modèle :

On a choisi le modèle CCR parce que d'une part on fait l'hypothèse des rendements d'échelles constants et d'autre part c'est le modèle le plus simple à utiliser du fait qu'on peut le programmer sur Excel sans avoir recours à des logiciels payants.

III- Conclusion

La mesure de l'efficacité des exploitations agricoles nécessite la détermination de l'approche la plus appropriée. L'approche économétrique présente l'inconvénient d'être très exigeante en données, en plus elle donne le score d'efficacité par groupe d'exploitations agricoles est non

par exploitation. En effet, l'estimation de la fonction de profit nécessite, à la fois, des données en séries chronologiques, et une très grande variabilité de situations des exploitations agricoles observées. En plus, le score d'efficacité est très sensible aux hypothèses sur la distribution des variables considérées (Okacha . 2005).

Les approches non-paramétriques imposent moins de structure à la frontière mais suppose l'absence d'erreurs aléatoires provenant du hasard des facteurs externes. La méthode DEA est une méthode non paramétriques, et les résultats obtenus par cette méthode peuvent être différents non seulement en sélectionnant des modèles de DEA différents, mais aussi avec les différentes orientations à l'intérieur d'un modèle. Ainsi, le choix d'un modèle DEA particulier détermine :

- 1) les propriétés implicites de rendements d'échelle ;
- 2) la géométrie de la surface enveloppe (en fonction de laquelle les scores d'efficacités sont déterminer);
- 3) la projection efficiente, c'est-à-dire le chemin de la DMU inefficace vers la frontière d'efficacité.

En somme, les quelques modèles de base présentée précédemment ont les caractéristiques suivantes :

- 1) Le modèle CCR a pour résultat une surface enveloppe linéaire par morceaux, avec des rendements d'échelles constants.
- 2) Le modèle BCC ainsi que l'additif, donnent une surface enveloppe linéaire par morceaux, à rendements d'échelles variables.
- 3) Les modèles multiplicatifs donnent des surfaces enveloppes log-linéaires par morceaux.

Partie III : Résultats et discussion

I- Comparaison des différents systèmes de production et de la valorisation de l'eau.

Il faut rappeler les modes de calculs utilisés :

- Marge brute = Produits – Charges variables
- Marge nette = Marge brute – amortissements des équipements en communs
- Marge directe = Marge brute – amortissements spécifiques (équipements spécifiques par ex. les tunnels plastiques pour la fraise)
- Valeur Ajoutée = Produit brute – consommations intermédiaires.

Les équipements sont peu importants ou amortis dans le cas de la pompe (zone côtière) ou des petits asperseurs (zone centrale). Les travaux du sol sont souvent fait à l'entreprise pour les petites exploitations. Par contre pour l'irrigation localisée, il convient de prendre en compte les gaines, les « circo-jets » ou les « monojets » dans le calcul des la marge nette et de la marge directe.

- Valorisation de l'eau = (marge nette culture irriguée – marge nette culture en sec) / volume d'eau d'irrigation

Pour le calcul de la valorisation de l'eau, il faut distinguer le cas des cultures qui peuvent être cultivées en sec et où le calcul s'effectue en tenant compte de la marge obtenue sans irrigation. Seules les cultures de blé tendre sont concernées car les autres céréales, blé dur et orge ne sont pas irriguées.

Les différents systèmes de production dans les différentes zones enquêtées

Les exploitations ont été classées en fonction de la contribution des différents types de production dans la marge nette et rattachées à un type de production lorsque ce pourcentage est supérieur à 50%.

Il apparaît ainsi que les exploitations maraîchères représentent 100% de l'échantillon de la zone côtière et 28% au niveau du BEHT. Les exploitations céréalières ou fourragères représentent 14% de l'échantillon du BEHT et 15% de celui de la zone centrale, Les

exploitations agrumicoles représentent 42% de l'échantillon du BEHT, tandis que les exploitations de cultures sucrières représentent 70% de l'échantillon de la zone centrale.

Le tableau 10 compare la marge nette pondérée par la surface ainsi que la valorisation de l'eau par ha assolé de l'ensemble des exploitations par zone. La marge nette la plus élevée est obtenue, comme on pouvait s'y attendre dans la zone côtière où le système maraîcher domine. Elle affiche aussi la meilleure valorisation de l'eau d'irrigation à hauteur de 8.4 Dh/m³ ; il faut cependant immédiatement s'interroger sur la durabilité de cette situation face à l'exploitation intensive de la nappe côtière qui peut induire une salinisation plus ou moins rapide. A l'opposé, les exploitations sucrières de la zone centrale ont la plus faible valorisation de l'eau, avec une valeur 6 fois inférieure ; il faut évidemment tenir compte du fait qu'il s'agit dans ce cas d'irrigation gravitaire de cultures avec des cycles longs.

Tableau 10: Comparaison des différents systèmes de production

Type d'exploitations	Marge nette (Dh/ha)			valorisation de l'eau (Dh/m ³)		
	Z. côtière	Z. centrale	BEHT	Z. côtière	Z. centrale	BEHT
Céréalières		<u>11680</u>	4458		<u>(5.9)</u>	(4.2)
Fourragères		6176	7383		3.3	4
Maraîchères	44364		10683	8.4		3.3
Agumicoles			14875			2.9
Sucrières		9180			1.3	

En ce qui concerne le système de production caractéristique de la zone du BEHT, les exploitations agrumicoles ont une marge nette de 14 875 Dh/ha et occupent la troisième place ; elles valorisent l'eau à un niveau de 2.9 Dh/ha, cette valeur assez modeste est à rapprocher du système d'irrigation et des types de cultures pratiquées, qui sont analysées ci-après.

Il convient enfin de noter que ces résultats doivent être pris avec précaution compte tenu du nombre limité d'exploitations enquêtées, par rapport à l'effectif global.

Dans un deuxième temps, nous proposons de reprendre cette analyse en tenant compte des strates de taille des exploitations agricoles dans les trois zones. La comparaison des revenus

moyens par exploitation fait tout d'abord apparaître (tableau 11) une importante disparité des revenus entre les trois zones : les revenus de la zone centrale sont les plus faibles.

Tableau 11: Comparaison des exploitations des trois zones par strate de SAU

classe de surface	Nombre d'exploitations	SAU moyenne (ha)	Revenu moyen /mois (Dh)	marge nette / exploitation (Dh/ha)	volume irrigation (m3/ha)	valorisation de l'eau (Dh/m3)
Exploitations de la zone côtière						
inférieur à 5 Ha	3	2.2	3054	16969	3694	4.6
de 5 à 10 Ha	1	6.4	9697	18182	4094	4.4
supérieur à 10 Ha	2	17.5	70891	48555	5446	8.9
Exploitations de la zone centrale						
inférieur à 5 Ha	7	2.35	1660	8478	6293	1.2
de 5 à 10 Ha	5	7.2	5337	8895	6202	1.2
supérieur à 10 Ha	2	13.5	11096	9863	7238	1.4
Exploitations de la zone du BEHT						
inférieur à 5 Ha	6	3.5	4178	14326	4505	3.8
de 5 à 10 Ha	6	5.75	4964	10360	2865	3
supérieur à 10 Ha	3	25	28823	13835	4883	2.8

Pour l'échantillon enquêté, le revenu mensuel de la première strate de cette zone est inférieur au SMIC (qui est voisin de 2000 Dh/mois) ; ces revenus qui ne tiennent compte que des productions végétales sont cependant probablement à réévaluer en intégrant l'élevage qui constitue la principale source de revenu. La confrontation des revenus par ha montre que les marges nettes restent voisines pour les différentes strates sur la zone centrale et le Beht. Les plus faibles sont encore celles de la zone centrale, elles n'atteignent que 50% de celle des deux premières strates de la zone côtière, pour plus de 70% pour celles du Beht.

Dans la zone côtière, les exploitations de la strate de plus de 10ha dégagent des marges très supérieures aux autres. Les cultures pratiquées sont à prendre en compte : ces exploitations produisent en effet des cultures avec des prix de vente élevés comme les bananes, les fraises et les avocats. Il conviendra d'examiner si elles présentent aussi une meilleure efficacité dans l'utilisation des facteurs de production. En ce qui concerne l'eau d'irrigation la marge dégagée par m3 d'eau est de 2 à 7 fois supérieure à celle des autres exploitations, mais ce type d'exploitation n'est évidemment pas généralisable.

On peut aussi noter à l'inverse que pour le Beht, les exploitations inférieures à 5 Ha assurent la marge à l'ha la plus élevée, les céréales et les fourrages sont alors associés aux betteraves à sucre et souvent aux agrumes. La zone centrale comporte plutôt des cultures sucrières, canne ou betterave avec des céréales, des fourrages et éventuellement d'autres cultures comme les artichauts. Les particularités des cultures des différentes zones peuvent permettre d'analyser plus précisément les différences mises en évidence et sont abordées dans le paragraphe suivant.

II- Valorisation de l'eau d'irrigation dans les différentes zones

1. Valorisation de l'eau d'irrigation dans la zone côtière (Tableau 12)

On constate que les exploitations de la zone côtière sont plus diversifiées et les cultures pratiquées sont des cultures maraîchères qui valorisent le plus l'eau d'irrigation, d'une part parce que les exploitations utilisent l'irrigation localisée (économie d'eau) et d'autre part parce que ces cultures dégagent une marge et une valeur ajoutée très élevée par hectare.

La fraise est la culture qui valorise le mieux l'eau d'irrigation avec une marge directe de 16,3 par m³ étant donné sa forte rentabilité : 250000 dirhams par hectare contre 20 à 40000 dh pour les autres cultures maraîchères. Ces dernières qui viennent en deuxième position sont par ordre décroissant le melon, la tomate industrielle, le poivron et la pomme de terre. Leur marge directe par m³ représente moins de la moitié de celle de la fraise. Les cultures oléagineuses sont à la fois les moins rentables et celles qui valorisent le moins l'eau d'irrigation.

Le coût de l'irrigation représente entre 11 et 16 % des charges globales par culture et ne constitue cependant qu'une part négligeable si on la rapporte au produit brut de la culture. Sa part est plus élevée dans le groupe des cultures oléagineuses.

2- Valorisation de l'eau dans la zone centrale (Tableau 13)

Dans cette zone, le niveau de valorisation de l'eau d'irrigation ne dépasse pas 3,4 dh par m³. On remarque que la CAS à un niveau de valorisation modeste 0.7 Dh/m³ qui dépasse à peine le tarif du M3 d'eau (0.5 Dh/ha). La betterave sucrière, moins gourmande en eau, est plus rentable que la canne à sucre et valorise l'eau d'irrigation à un niveau supérieur à celui de la

culture de l'artichaut et à un niveau équivalent à celui du melon. A remarquer également que le complément d'irrigation apporté au blé tendre permet d'augmenter le rendement d'une vingtaine de quintaux à l'ha. La valorisation de l'eau rapportée par ce complément d'irrigation a été calculée de la façon suivante : supplément de marge brute procurée par cette irrigation divisée par la quantité d'eau consommée.

3- Valorisation de l'eau dans le Beht (Tableau 14)

Dans le Beht, le niveau de valorisation de l'eau ressemble à celui de la zone centrale alors que cette zone souffre d'une pénurie d'eau. Il s'agit d'un périmètre où les équipements hydro-agricoles sont vétustes et où les plantations d'agrumes ont besoin d'un sérieux effort de rajeunissement.

Tableau 12: Valorisation de l'eau d'irrigation dans la zone côtière du Gharb (7 exploitations)

	Irrigation Dose (m3/ha)	Produits		Charges			Part de l'irrigation		Marge directe / SI (Dh/ha)	Valorisation de l'eau		
		Rdt (T/ha)	Produit brut (Dh/ha)	Travaux (Dh/ha)	Intrants* (Dh/ha)	MO (Dh/ha)	Irrigation (Dh/ha)*	Coût Irrig / Charges		Coût Irrig / Produit brut	Marge directe / Eau Irrig. (Dh/m3)	VA / Eau Irrig. (Dh/m3)
Cultures irriguées												
fraise	15390	60	300000	2800	32000	5950	7695	16%	3%	251555	16,3	17
melon	4185	50	50000	2433	5000	4000	2092	15%	4%	36474	8,7	11
tomate	5020	54	55000	1933	8500	4500	2510	14%	5%	37557	7,5	9
pastèque	4083	47	41708	1900	2000	3500	2041	22%	5%	32266	7,9	10
poivron	3695	30	39000	2100	3400	5700	1847	14%	5%	25952	7,0	10
p. de terre	5676	25	47475	2500	15700	4500	2838	11%	6%	21937	3,9	6
arachide	4950	3,5	25975	2200	3700	3200	2475	21%	10%	14400	2,9	5
haricot sec	2760	1,5	14500	2500	3400	3500	1380	13%	10%	3720	1,3	4
courgette	3193	9	9000	1933	1250	2500	1596	22%	18%	1720	0,5	2
tournesol	1400	1,4	5088	900	1600	1600	700	15%	14%	288	0,2	2

* Le coût de l'eau retenu est 0,5 Dh/m3, moyenne des coûts d'exhaure enquêtés

**Tableau 13: Produit brut et valorisation de l'eau dans la zone centrale du Gharb
(14 exploitations)**

	Irrigation	Produits		Charges			Part de l'irrigation			Marge directe / SI (Dh/ha)	Valorisation de l'eau	
		Dose (m3/ha)	Rdt (T/ha)	Produit brut (Dh/ha)	Travaux (Dh/ha)	Intrants* (Dh/ha)	MO (Dh/ha)	Irrigation (Dh/ha)	Coût Irrig / Charges		Coût Irrig / Produit brut	Marge directe / Eau Irrig. (Dh/m3)
Cultures en sec												
blé dur		2,5	6281	1200	1445	300				3336	*****	*****
orge		1,5	3150	600	900	250				1400	*****	*****
										<i>[supplément de marge & VA par rapport à une culture en sec]</i>		
blé tendre	1226	4.3	9474	1200	1420	300	1226	30%	13%	5238	[2.1]	[4.2]
Cultures irriguées												
CAS*	11500	70	20020	300	5000	1370	5750	46%	29%	7600	0,7	1,3
bersim*	4500	50	12131**	600	1600	700	2250	44%	19%	6981	1,6	2,3
maïs fourr.*	5400	50	17000**	600	250	400	2700	68%	16%	13050	2,4	3,1
Artichaut	7020	10	30000	650	3800	3500	2176	21%	7%	19874	2,8	3,7
BAS	3186	48	22116	700	6000	4000	988	8%	4%	10428	3,3	5,1
melon	8000	40	40000	1200	4300	5000	2480	19%	6%	27020	3,4	4,5



* Les cultures de maïs fourrage, bersim et CAS sont cultivées sur des exploitations en irrigation par aspersion (prix de l'eau 0,5 Dh/m3) par contre les autres cultures reçoivent de l'eau par irrigation gravitaire (prix de l'eau 0,31 Dh/m3)

** Le produit brut est calculé à partir du prix de vente constaté du fourrage et non pas à partir de son utilisation pour alimenter le bétail

Tableau 14 : Produit brut et valorisation de l'eau dans le Beht (15 exploitations)

	Irrigation	Produits		Charges			Part de l'irrigation			Marge directe / SI (Dh/ha)	Valorisation de l'eau	
		Dose (m3/ha)	Rdt (T/ha)	Produit brut (Dh/ha)	Travaux (Dh/ha)	Intrants* (Dh/ha)	MO (Dh/ha)	Irrigation (Dh/ha)	Coût Irrig / Charges		Coût Irrig / Produit brut	Marge directe / Eau Irrig. (Dh/m3)
Cultures en sec												
fève		16	5220	800	350	670				3400	*****	*****
blé dur		2.1	5137	1200	1445	300				2192	*****	*****
blé tendre		2	4430	1200	1420	300				1510	2.1	4,2
orge		1.8	4500	600	520	100				3210	*****	*****
										<i>[supplément de marge & VA par rapport à une culture en sec]</i>		
blé tendre	1296	4.5	9966	1200	1420	300	402	12%	4%	6664	[2.2]	[4.04]
Cultures irriguées												
BAS	3340	45	18546	700	6000	4000	1035	9%	6%	6810	2	3.8
bersim	4104	50	14000**	600	1600	700	1272	30%	9%	9827	2.4	3.0
agrume	7537	37	33571	800	5600	4600	2336	18%	7%	20234	2.7	3.7
artichaut	7180	10	30000	650	3800	3500	2226	22%	7%	19824	2.8	3.6
tomate ind.	7500	90	52250	1100	7700	20460	2325	7%	4%	20665	2.8	5.9
melon	6736	45	46666	1200	4300	5000	2088	17%	4%	34077	5.1	6.3

* sauf irrigation (Le prix de l'eau correspondant à l'irrigation gravitaire est de 0,31 Dh/m3)

** Le produit brut est calculé à partir du prix de vente constaté du fourrage et non pas à partir de son utilisation pour alimenter le bétail

Les agriculteurs, leurs perceptions des freins d'une meilleure valorisation de l'eau d'irrigation

- La perte d'eau d'irrigation est principalement causée par la vétusté des canaux d'irrigation. Cette perte se traduit par une surfacturation par rapport à la consommation réelle en eau d'irrigation.



- Si les canaux d'irrigation tombent en panne, l'agriculteur est dans l'obligation d'effectuer le déplacement jusqu'à Rabat ou Kenitra pour signaler cette panne, ce qui engendre des dépenses en plus, car les frais de transport sont à sa charge. Ainsi les agriculteurs s'abstiennent de se déplacer et préfèrent entretenir eux même le réseau avec les faible moyens dont ils dispose (briques, ciment, bois...).



Photos : Rachid Harbouze

- Des problèmes de « vol d'eau », ce qui oblige les agriculteurs à surveiller les canaux d'irrigation lorsqu'il s'agit de leur tour d'irriguer, en plus quand le tour d'eau est accordé à un agriculteur, il doit impérativement surveiller ses canaux d'irrigations pour savoir si cette eau a été mise en circulation ou pas. Quant à l'arrêt de l'irrigation, il est géré d'une manière archaïque, car l'agriculteur n'est pas informé des horaires d'arrêt de cette opération.
- Dans certains secteurs (ex : N5), il y a un très grand problème de drainage ce qui pénalise beaucoup les agriculteurs (les rendements sont très faibles). En plus du problème du nivellement des parcelles.
- Détérioration des compteurs et des vannes du réseau (aspersion).
- Problème de déplacement du matériel d'une parcelle à l'autre (aspersion).
- Les agriculteurs prennent à leur compte les pertes d'eau du réseau, car il y a un problème dans l'aspersion. A cet effet, même si ils expriment l'intention de se reconverter en GAG en construisant des bassins, il leur serait quasi impossible à cause de la faiblesse du débit d'eau (Pb de pression).
- Dans le cas où l'agriculteur n'utilise pas l'eau quand son tour arrive, il n'aura pas la possibilité de la récupérer plus tard.
- L'eau d'irrigation ne parvient pas aux agriculteurs automatiquement à travers l'aval du réseau (ex : P81).
- Il a été constaté que pour faire face à la non disponibilité de l'eau (rareté de l'eau), plusieurs agriculteurs ont recours à des pompages à partir des canaux de drainage.



- La détérioration de l'état des infrastructures, et plus spécialement les routes. A titre d'exemple, pendant la période des grandes pluies, les agriculteurs trouvent des difficultés pour accéder à leurs champs surtout dans les zones à terre Tirs.
- La qualité de l'eau d'irrigation n'est pas telle que les agriculteurs le souhaiteraient, car elle est souvent polluée.

- Plusieurs stations de pompage tombent fréquemment en panne. Ce qui perturbe l'approvisionnement en eau pour les agriculteurs.

III- Résultats de la méthode DEA (modèle ratio CCR)

Analyse des scores d'efficacité pour les exploitations par zones

Z. Côtière :

L'efficacité économique moyenne pour l'ensemble des exploitations enquêtées au niveau de la zone côtière est de l'ordre de 73%, avec un écart moyen de 23%. 54% des agriculteurs ne se trouvent pas sur la frontière d'efficacité.

Chaque score d'efficacité mesure la réduction proportionnelle des inputs sans réduction du niveau de l'output (Produit). En d'autres termes, une exploitation qui obtient un score d'efficacité de 79%; elle peut réduire de 21% ses inputs, tout en maintenant constant l'output produit.

Zone Beht :

L'efficacité économique moyenne des 19 exploitations de la zone du BEHT est de l'ordre de 62%, avec un écart moyen de 18%. 78% des exploitations enquêtées sont inefficaces.

Zone Centrale :

Au niveau de cette zone on retrouve le plus faible score moyen d'efficacité économique qui est de l'ordre de 58%, avec un écart moyen de 16%. On a 83% des exploitations dans l'échantillon des exploitations enquêtes de cette zone qui sont inefficaces.

Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha par Zone.

Tableau 15: Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Zone côtière)

Classe d'efficacité en %	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto ⁵ (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca ⁶ (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
80-100	11417	7252	6026	126	6271	7583	4000	102930	14	43170	2,3
60-80	5670	3691	1512	112	1463	8645	4000	31500	4	24575	1,4
40-60	2133	2388	1148	54	2059	3819	3403	22988	6	14923	1,5
20-40	1288	899	835	31	2220	2286	3250	11953	5	10723	1,1

⁵ Phyto : produits phytosanitaire

⁶ Méca : mécanisation (travaux du sol)

On constate que la classe la plus efficiente (80%-100%) est celle qui dégage le plus de produit/ha et qui consomme le plus d'inputs/ha, ces exploitations en moyenne arrivent à dégagées 14DH/m³ avec une utilisation moyenne de 7583m³ d'eau par hectare.

Les exploitations les moins efficientes (20% à 40%) sont celles qui dégagent le plus faible produit/Ha et qui consomme le moins d'inputs/ha, ce sont des exploitations peut consommatrices en eau d'irrigation et ne valorisent l'eau utilisé qu'à hauteur de 5DH/m³.

On remarque qu'il y a une certaine cohérence entre les niveaux d'efficacités des exploitations et le rapport produit/inputs, c'est-à-dire que les exploitations les plus efficientes sont celles qui ont le rapport produit/inputs le plus grand. En d'autres termes, ce sont les exploitations qui produisent plus d'outputs avec moins d'inputs.

Tableau 16: Classes des scores d'efficacite et moyenne des inputs/ha (BEHT)

Classe d'efficacite en %	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
80-100	3051	268	540	67	2607	4940	2100	27283	6	13365	2,1
60-80	1694	634	719	41	2102	4285	2500	20683	5	11235	1,8
40-60	1641	865	1051	31	1909	2191	2700	15263	7	10354	1,4
20-40	1461	832	495	22	2388	2064	2750	9037	6	9693	0,9

On remarque que les exploitations de cette zone sont moins performantes que les exploitations de la zone Côtière. Les exploitations les plus efficientes n'arrivent à dégager que 27283DH/ha (cinq fois moins qu'en zone côtière), ces exploitations arrivent à peine à dégager 6DH/M³ utilisé.

Il faut préciser qu'en terme de valorisation de l'eau, les exploitations de la classe d'efficacite 40%-60% sont celles qui valorisent mieux l'eau d'irrigation avec 7 DH/m³. Ce résultat est supérieur à 3 des 4 classes de la zone côtière.

Tableau 17: Classes des scores d'efficacite et moyenne des inputs/ha (Zone Centrale)

Classe d'efficacite en %	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
80-100	522	159	88	11	1235	9261	3000	26170	3	10009	2,6
60-80											
40-60	1312	1450	342	15	1635	4227	3214	13340	3	10603	1,2
20-40	1122	1456	570	33	1174	3153	4000	6696	2	11057	0,6

On remarque dans cette zone les exploitations les moins efficaces sont les exploitations qui utilisent plus d'inputs : il y'a une utilisation excessive d'intrants qui ne se justifie pas par le niveau de produit dégagé par ces exploitations. Tandis que les exploitations les plus efficaces sont celles qui utilisent moins d'inputs, ce n'est pas le cas observé au niveau de la zone Côtière et le Beht où les exploitations les plus efficaces sont celles qui utilisent plus d'intrants.

En terme de valorisation de l'eau d'irrigation, les exploitations de la zone centrale n'arrivent à valoriser l'eau d'irrigation qu'à hauteur de 3DH/m³, ce qui est très faible par rapport aux autres zones.

Analyse des scores d'efficience des cultures

Une première observation peut être faite en examinant les systèmes de production des classes correspondant aux scores extrêmes.

Pour le niveau d'efficience le plus bas (20%-40%), les exploitations qui appartiennent à cette classe ont soit un système de cultures céréalière soit sucrière. C'est-à-dire que ce sont des exploitations dont le revenu est assuré à plus de 50% de cultures sucrières ou de céréales. Par contre, pour la classe d'efficience 80%-100%, 80% des exploitations les plus efficaces sont des exploitations avec un système de cultures maraîchères. Il apparaît donc intéressant de poursuivre l'étude par type de cultures pratiquées.

Les cultures

Tableau 18: Classes des scores d'efficience et moyenne des inputs/ha (BAS)

Culture	Classe d'efficience en %	Produit (DH/ha)	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
Betterave à sucre	80-100	23140	930	900	1624	35	1575	3800	6,1	8154	2,8
	60-80	21505	2050	1150	950	69	1564	3015	7,1	9636	2,2
	40-60	20045	4056	1100	1281	83	930	2706	7,4	11625	1,7
	20-40	17400	5193	1575	1927	94	800	2242	7,8	13906	1,3

On remarque que les cultures de betteraves à sucre (BAS), les moins efficaces sont celles qui utilisent plus d'inputs /ha et dégagent le plus faible produit/ha. Les BAS qui appartiennent à cette classe d'efficience (20%-40%) sont celles qui valorisent mieux l'eau d'irrigation, ceci

peut être expliqué par le fait que les BAS n'utilisent pas beaucoup d'eau par rapport aux autres classes d'efficacité.

Les BAS de la classe la plus efficace dégagent le plus grand produit/ha et utilisent moins d'intrants/ha par rapport aux autres classes d'efficacité.

Ces résultats confirment ceux de Si Hammou (2004), qui a montré que les cultures sucrières (BAS et CAS) sont parmi les cultures qui utilisent l'eau d'irrigation avec les plus faibles efficacités.

Tableau 19: Classes des scores d'efficacité et moyenne des intrants/ha (Canne à sucre (CAS))

Culture	Classe d'efficacité en %	Produit (DH/ha)	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m ³ /ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Intrants (DH/ha)	Produits / intrants
Canne à sucre	80-100	28917	2520	4733	800	50	1198	10389	2,8	16196	1,8
	60-80	15000	3125	1555	620	47	1000	11340	1,3	13615	1,1
	40-60	20167	1177	3200	452	50	2438	9647	2,1	13841	1,5
	20-40	18375	2395	1623	785	54	1225	9070	2,0	12453	1,5

Les CAS les plus efficaces sont celles qui dégagent le produit/ha le plus grand et qui utilisent plus d'intrants, ce n'est pas le même constat que pour les BAS (les plus efficaces sont celles qui utilisent le moins d'intrants/ha). En termes de valorisation de l'eau, les CAS efficaces sont celles qui valorisent mieux l'eau d'irrigation à hauteur de 2.8DH/m³.

25% des itinéraires de cette culture sont efficaces (classe 80%-100%), ce qui montre que cette culture est très mal conduite en termes d'utilisation des intrants.

On constate que les cultures sucrières des exploitations de notre échantillon sont en majorité inefficaces, ce qui pose la question de la manière dont sont conduites ces cultures.

Les constatations faites pour les BAS sont aussi valables pour les céréales et les agrumes (tableaux 20 et 21), c'est-à-dire que la classe la plus efficace est celle qui dégage le produit/ha le plus élevé et utilise moins d'intrants. Les agrumes les plus efficaces valorisent l'eau d'irrigation à hauteur de 6dh/ha., les céréales étant le plus souvent conduites sans irrigation, cet indice est sans objet.

Tableau 20 : Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (céréales)

Culture	Classe d'efficacité en %	Produit (DH/ha)	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
Céréales	80-100	9301	990	631	401	15	1644			4191	2,2
	60-80	7370	869	711	536	20	1398			4214	1,7
	40-60	7969	1259	722	554	16	2240			5336	1,5
	20-40										

Tableau 21 : Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Agrumes)

Culture	Classe d'efficacité en %	Produit (DH/ha)	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
Agrumes	80-100	42500	1710	1550	2600	17	1975	7000	6,1	14030	3,0
	60-80	45000	6030	3500	750	132	450	8100	5,6	19400	2,3
	40-60	28000	3141	1850	1205	97	600	7237	3,9	13809	2,0
	20-40										

Tableau 22 : Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Maraîchères)

Culture	Classe d'efficacité en %	Produit (DH/ha)	Engrais (DH/ha)	Semences (DH/ha)	Phyto (DH/ha)	MO (JT/ha)	Méca (DH/ha)	Eau (m3/ha)	Produit/m ³ (DH/ha)	Inputs (DH/ha)	Produits / inputs
Canne à sucre	80-100	71462	6609	4536	3504	65	1382	5534	12,9	21072	3,4
	60-80	37007	4219	3624	2431	80	1257	5200	7,1	16931	2,2
	40-60	35277	4078	5254	2502	116	1864	5400	6,5	20358	1,7
	20-40	15750	3431	2893	1079	60	1050	4400	3,6	12752	1,2

On constate que les cultures maraîchères les plus efficaces ont un produit/ha le plus élevé par rapport aux autres cultures (2 à 7 fois plus grand), ce sont les cultures qui valorisent mieux l'eau d'irrigation avec 12.9 DH/ha pour les classe d'efficacité 80%-100%.

On remarque en général que pour être efficaces les cultures maraîchères doivent être conduites en mode intensif (plus je dépense en inputs, plus j'aurais de produit), même observation que pour la canne à sucre.

NB : Ces résultats sont des résultats de la campagne 2005/2006, et le fait de ne pas intégrer l'élevage constitue une limite de cette étude, parce que si on intègre le volet élevage (très important dans la région), les efficacités des exploitations changeront sûrement.

Exemple d'aide à la décision pour les agriculteurs

Exploitations	Cultures	Surface	DEA cultures	DEA exploitation
1	blé tendre	1	1,0	0,30134313
	blé dur	3,2	0,8	
	BAS	4,7	0,35	
	CAS	1,5	0,5	
2	pastèque	3	0,5	1
	fraises	10,5	1,0	
	Melon	4	0,9	
3	Bersim	1	0,7	1
	CAS	4	1,0	

L'exploitation 1 ne maîtrise pas bien la conduite des cultures sucrières. L'efficacité est faible pour la canne à sucre et très faible pour la betterave à sucre, tandis que les céréales sont très efficaces.

Mais globalement cette exploitation est inefficace du fait que les cultures sucrières occupent plus de 60% de la surface totale de l'exploitation. Ce qu'on peut faire pour corriger cette inefficace c'est de voir comment cet agriculteur conduit ses cultures sucrières, et le comparer par exemple à l'agriculteur 3 dont la canne à sucre est très efficace.

A ce stade, on peut dire qu'une exploitation est inefficace parce que l'agriculteur conduit mal telle ou telle culture, mais on ne peut pas répondre à la question pourquoi telle ou telle culture est inefficace.

En somme, les résultats précédents des indices de l'efficacité suggèrent plusieurs réflexions. En premier lieu : les scores d'efficacité qui sont très faibles, 73% des exploitations de l'ensemble de l'échantillon sont inefficaces, 52% pour la zone côtière, 78% pour la zone du BEHT et 83% pour la zone Centrale. Donc on peut conclure que :

- La majorité des agriculteurs ne maîtrisent pas la technologie disponible ;
- Le niveau technique des agriculteurs appartenant à une même zone est très similaire ;
- Moyennant la technologie disponible l'affectation des ressources par les agriculteurs se fait d'une manière similaire (au sein d'une même zone), ce qui veut dire que les agriculteurs disposent des mêmes informations techniques.

En second lieu : au début, on s'attendait à ce que les exploitations de la zone côtière soient les plus efficaces, certes 49% de ces exploitations sont efficaces mais la plus efficace d'entre elles n'occupe que le rang 5 par rapport aux 48 autres exploitations. Tandis que 4 exploitations de la zone du Beht (ou il y'a manque d'eau) occupent les quatre premiers rangs.

En effet, même si les agriculteurs de la zone du Beht manque beaucoup d'eau d'irrigation, cela ne les empêche pas d'être aussi efficaces que ceux de la zone côtière où le problème de manque d'eau ne se pose pas ; ceci peut être expliqué par le fait que les agriculteurs du BEHT ont acquis une certaine expérience pour maîtriser au mieux les ressources qui sont à leur disposition.

Au niveau de la zone centrale, les agriculteurs n'arrivent pas avoir les mêmes niveaux d'intensification observés dans la zone côtière et le Beht, ils ont des niveaux de produit/ha et de valorisation de l'eau très faible, ce qui pousse ces agriculteurs à avoir un mode de gestion plus orienté vers l'économie des intrants, tandis que la zone côtière et le Beht les agriculteurs ont plus tendance à intensifiés leurs production.

Conclusion

L'objectif du présent travail était le calcul et la comparaison des efficacités économiques et de la valorisation de l'eau d'irrigation des systèmes de production dans différentes situations d'accès à la ressource au niveau de la plaine du Gharb. L'efficacité a été définie à partir du modèle analytique standard DEA (ratio CCR).

Pour atteindre cet objectif, 49 enquêtes ont été réalisées dans trois zones distinctes (côtière, centrale et le Beht) de la plaine du Gharb, qui présentent des différences de systèmes de cultures et du mode d'accès à la ressource. Ainsi, on a constaté que les exploitations de la zone côtière sont des exploitations maraîchères conduites en irrigation localisée et elles dégagent la plus importante marge globale (revenu) et marge par hectare, ce sont des exploitations qui se diversifient énormément du fait de la disponibilité abondante de l'eau acquise par pompage direct dans la nappe. Ainsi les cultures pratiquées dans cette zone, sont des cultures qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation avec en tête la fraise avec 16.3 Dh/M3.

Au niveau des deux autres zones, le mode d'accès à l'eau se fait par le réseau public, les exploitations de la zone centrale (les secteurs Nord) utilisent plus l'aspersif tandis que les exploitations du Beht connaissent un manque d'eau et le gravitaire est la technique d'irrigation la plus utilisée, les exploitations de ces zones présentent des similitudes de niveaux de performances et de valorisation de l'eau d'irrigation.

La valorisation économique de l'eau d'irrigation est un concept qui reflète l'efficacité d'utilisation de cet intrant par un système de culture. Le niveau de cette performance dépend cependant des conditions climatiques, de la conduite technique, des conditions de marché et aussi des stratégies adoptées par les agriculteurs.

L'analyse des données par la méthode DEA (modèle ratio CCR) montre des résultats frappants : 1) parmi les exploitations les plus efficaces ont trouvé en même temps celles qui « souffrent » d'un manque d'eau d'irrigation (zone Beht) et celles qui ont un accès « illimité » à la ressource (pompages privés au niveau de la zone Côtière). 2) 73% des exploitations de

l'ensemble de l'échantillon sont inefficaces, ce qui montre que la majorité des agriculteurs ne maîtrisent pas correctement la technologie disponible.

Il apparaît que dans la Zone Côtière les exploitations les plus efficaces sont celles qui intensifient les facteurs de production du fait du libre accès à l'eau et de leur capacité à se diversifier, c'est le contraire dans la zone centrale où les agriculteurs n'ont pas beaucoup de choix de diversification ; ils jouent donc plus sur la gestion des intrants (l'efficacité se joue dans une bonne maîtrise des intrants, gestion par les charges).

Cette méthode nous permettrait d'envisager à partir de l'évaluation d'externalités négatives au niveau environnemental (ex : lixiviation des nitrates dans les différentes exploitations), d'évaluer les efficacités par rapport à des outputs environnementaux et de les comparer à des outputs économiques. Il faudrait dans l'avenir approfondir cette méthode pour obtenir les efficacités partielles (par rapport à chaque input) pour répondre à la question posée précédemment : Pourquoi telle ou telle culture est inefficace ?

La notion d'efficacité peut être aussi utilisée pour l'évaluation des projets d'irrigation : déterminer les projets les plus efficaces, ce sont les projets qui utilisent moins d'intrants pour avoir plus d'outputs, au niveau de ces outputs, on peut intégrer plusieurs capitaux par l'utilisation des méthodes de valorisation. Dans ce cas, on sort d'une vision restrictive de l'évaluation des projets qui ne prend en compte que la ressource eau à une vision plus large et plus intéressante qui prend en compte plusieurs capitaux (sociaux, physiques et naturels), ceci va être plus approfondi dans le cadre de notre thèse de doctorat sur l'évaluation des performances des systèmes innovants d'irrigation.

Références bibliographiques

1. **Afriat S. (1972)**. Efficiency estimation of production function. *International Economic Review*, vol. 12, n. 3, p. 586-598.
2. **Ake G., N'Gbo M. (1994)**. L'efficacité productive des scop françaises: Estimation et simulation à partir d'une frontière de production stochastique. *Revue économique*, vol. 45, n. 1, p. 115-128.
3. **Albouchi L., Bachta M., Le Grusse P. (2003)**. Pour une meilleure valorisation globale de l'eau d'irrigation : une alternative de réallocation de la ressource sur des bases économiques : cas du bassin du Merguellil en Tunisie centrale [en ligne]. Séminaire PCSI [Programme de Recherches Coordonnées sur les Systèmes Irrigués] sur la Gestion Intégrée de l'Eau au Sein d'un Bassin Versant; 2003/12/02; Montpellier. 13 p. <http://www.iwmi.cgiar.org/Assessment/FILES/word/ProjectDocuments/Merguellil/Pour%20une%20meilleure%20valorisation%20globale%20de%20eau%20ALBOUCHI.pdf>
4. **Alioua F. (2002)**. Valorisation du mètre cube d'eau ou économie de l'eau ? A la recherche d'une cohérence. *Revue Homme Terre et Eaux*, n. 124.
5. **Ambapour S. (2004)**. Efficacité technique comparée des systèmes de santé en Afrique subsaharienne : une application de la méthode DEA [en ligne]. Brazzaville : Bureau d'application des méthodes statistiques en informatique. 33 p. (document de travail). <http://www.cnsee.org/Publication/PDF/BAMS110.pdf>
6. **Attonaty J.M., Le Bars M., Allaya M., Le Grusse P. (2004)**. Manuel d'utilisation d'OLYMPE : Logiciel de simulation Technico-économique pour l'Agriculture. Montpellier : CIHEAM-IAM.
7. **Attonaty J.M., Le Grusse P. (1994)**. Helping farmers in strategic decision-making-training of executives from different countries: an experiment. In *Farmers' decision making : a descriptive approach*. Valby (Danemark) : Institute of Agricultural. p. 235-245.
8. **Attonaty J.M., Le Grusse P., Le Bars M. (2000)**. Towards new instruments to help negotiation concerning irrigation. International Symposium of Intelligent Information Technology 2000 (ISIAIT, 2000) December 1-4 Beijing, China.
9. **Azzam S.M., Azzam A.M., Moussaoui M., Laamari A., Moore K., Sefrioui A. (1994)**. Les pertes de production dues à l'inefficacité technique chez les producteurs de pois chiches dans la Chaouia. Journée d'information sur les recherches en économie agricole, INRA, Maroc.
10. **Bachta S., Chebil A. (2002)**. Efficacité technique des exploitations céréalières de la plaine du Sers-Tunisie. *New Medit*, vol. 1, n. 2, p. 41-45.
11. **Badillo P. (1999)**. *La méthode DEA : Analyse des performances*. Paris : Hermès Science Publications, Paris.
12. **Belghiti M. (2002)**. La tarification de l'eau d'irrigation au Maroc : principes, pratiques et acquis. Conférence internationale « Les politiques d'irrigation : considérations macro et micro économiques », Agadir (Maroc) 15-17 juin 2002 (ANAFID AMAECO).
13. **Belmadani A. (2005)**. Contribution à l'étude de développement de l'irrigation localisée dans le périmètre du Loukkous (cas du sous secteur A). Mémoire de troisième cycle : IAV Hassan II.
14. **Benjelloun M. (2003)**. Valorisation de l'eau d'irrigation dans les grands périmètres irrigués au Maroc (Cas des productions végétales). Situation actuelle et éléments de stratégie. *Revue Homme, Terre et Eaux*, n.125.
15. **Bouaziz A., Belabbes K. (2002)**. Efficacité productive de l'eau en irrigué au Maroc. *Revue Homme Terre et Eaux*, n.124.
16. **Boussemart J.P. (1994)**. Diagnostic de l'efficacité productive par la méthode DEA : application à des élevages porcins. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, n.31, p.44-58.

17. **Chaffai M., Dietsch M. (1988).** Mesures de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative par les fonctions de distance et application aux banques européennes. *Revue économique*, vol. 50, n. 3, p. 633-644.
18. **Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1978).** Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, n. 2, p. 429-444.
19. **Debbagh A. (2000).** L'irrigation au Maroc : un choix stratégique pour le développement stratégique et la sécurité alimentaire. *AgriDoc-revue thématique*.
20. **Debreu G. (1951).** The coefficient of resource utilisation, *Econometrica*, vol. 19, n.3, p. 273-292.
21. **Dietsch M. (1995).** Efficacité et prise de risque dans les banques en France. *Revue économique*, vol. 47, n. 3, p. 745-754.
22. **Doorenbos J., Pruitt O. (1977).** Les besoins en eau des cultures. *Bulletin FAO d'irrigation et du drainage*, n. 27.
23. **Doukkali et al. (2003).** Évolution récente des politiques agricoles au Maroc. Paper prepared for the Roles of Agriculture International Conference 20-22 October, Rome, Italy. FAO.ESA (Agricultural and Development Economics Division).
24. **Dupont L. (2007).** Evaluation de la compétitivité touristique des destinations Guadeloupe et Martinique par l'analyse de leur productivité et efficacité. The George Washington University. 23 p.
www.veilleinfotourisme.fr/servlet/com.univ.collaboratif.utils.LectureFichiergw?ID_FICHIER=12259
25. **El Gueddari M. (2001).** L'irrigation au Maroc. *Revue Homme Terre et Eaux*, n. 120.
26. **El Hasnaoui A., Boulassel A., Raki M. (2002).** Freins socio-économiques à la valorisation de l'eau dans les grands périmètres irrigués au Maroc. *Revue Homme Terre et Eaux*, n. 124.
27. **Farrell M. (1957).** The measurement of productif efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*. Series A, Part III, vol. 120, p. 253-281.
28. **Farrell M., Fieldhouse M. (1962).** Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 125, n. 2, p. 252-267.
29. **Forsund F., Hjalmarsson L. (1974).** On the Measurement of Productive Efficiency. *Swedish Journal of Economics*, vol. 76, n. 2, p. 141-154.
30. **Hammani A., Kuper M., Debbarh A. (eds). (2004).** La modernisation de l'agriculture irriguée. Actes du séminaire Euro-Méditerranéen, , 19-23 avril 2004, Rabat. Rabat : IAV Hassan II, 2 vol. (358, 368 p.). Tome 2.
31. **Herzenni A. (2002).** Les offices régionaux de mise en valeur agricole, les associations d'usagers d'eau agricole et la gestion participative de l'irrigation. Conférence internationale sur « Les politiques d'irrigation : considérations macro et micro économiques », 15-17 juin 2002, Agadir (Maroc). *Revue Hommes, terre et eaux*, septembre-décembre, n. 124.
32. **Hilali A. (2004).** Diagnostic du développement de l'irrigation localisée dans le périmètre du Gharb. Mémoire de troisième cycle : IAV Hassan II.
33. **Koopmans T.C. (1951).** Efficient allocation of resources. *Econometrica, journal of the econometric society*, vol. 19, n. 4, p. 455-465.
34. **La Villarmois O. (1999).** L'évaluation de la performance des réseaux bancaires : la méthode DEA. *Décisions Marketing*, n. 16, p. 39-51.
35. **Lau L., Yotopoulos P. (1971).** A test of relative efficiency and application to Indian agriculture. *The American Economic Review*, vol.61, n. 1, p. 94-107.
36. **Le Goulven P. (2006).** Gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) : principes, définitions et mise en œuvre. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.
37. **Lepetit I., Rainelli P. (1996).** Détermination des marges de manœuvre des élevages à partir de la mesure des inefficacités. *INRA Production Animale*, vol. 9, n. 5, p. 367-377.
38. **Mamounata S. (2006).** Evaluation des Performances Technico-économiques d'Exploitations Agricoles dans le Périmètre du Gharb. Mémoire de troisième cycle : IAV Hassan II.
39. **Meeusen W., Den Broeck J. (1977).** Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, vol. 18, n. 2, p. 435-444.

40. **Moughli E., Benjelloun T. (2000).** Valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales dans les grands périmètres irrigués au Maroc. *Revue Homme Terre et Eaux*, n. 116, p. 30-38.
41. **Muller J. (1974).** On sources of measured technical efficiency: the impact of information. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 5, p. 730-738.
42. **Murillo-Zamorano L.R. (2004).** [Economic Efficiency and Frontier Techniques](#). *Journal of Economic Surveys*, Blackwell Publishing, vol. 18, n. 1, p.33-77.
43. **Okacha L. (2005).** Contribution à l'Analyse de l'Efficiency Technico-Economique et de la Productivité Globale des Facteurs des Exploitations Agricoles. Mémoire de troisième cycle : l'IAV Hassan II.
44. **Raab, Lichty. (2002).** Identifying sub-areas that comprise a greater metropolitan area: the criterion of county relative efficiency. *Journal of Regional Science*, vol. 42, p. 579-594.
45. **Ragsdale C. (2001)** *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis*. 3e ed. Mason (Ohio) : South-Western college Publishing.
46. **Scheel H. (2000).** EMS: Efficiency Measurement System User's Manual [en ligne]. <http://www.wiwi.uni-jena.de/Mikro/pdf/ems.pdf>
47. **Si Hammou K. (2004).** Diagnostic de la conduite technique de la canne à sucre et valorisation de l'eau par les cultures dans le périmètre irrigué du Gharb. Mémoire de troisième cycle : IAV Hassan II.
48. **Timmer C. (1971).** Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy*, vol.79, n.4, p. 776-794.
49. **Yacoubi Soussane M. (2000).** La valorisation de l'eau en agriculture : au-delà du million d'hectares irrigués. La politique de l'eau et la sécurité alimentaire du Maroc à l'aube du XXI^e siècle. Rabat : Académie Royale de l'Eau. Session d'automne.

Sites Internet :

<http://www.jstor.org>

<http://www.mtpnet.gov.ma>

<http://www.madrpm.gov.ma>

<http://www.fao.org>

<http://www.inra.fr>

<http://developpementdurable.revues.org>

Annexes

Annexe 1: Le questionnaire de l'étude

FICHE D'ENQUETE (le)

I- L'exploitation

Localisation : Localisation : Commune rurale.....
Douar.....
CDA.....
Adresse hydraulique (prise/secondaire/tertiaire/bloc)

Statut foncier : Melk Collectif Domanial

Mode de faire valoir

Direct

Indirect : pris en association pris en location

II- L'exploitant

• Nom et prénom :..... Age :ans.

• Situation familiale : Célibataire Marié Divorcé Veuf

• Niveau d'instruction : Analphabète Primaire Secondaire 1^{er} cycle
Secondaire 2^{ème} cycle Supérieur

• Avez-vous une formation agricole ?

.....

• Avez vous d'autres activités en dehors de l'exploitation ?

Non

Oui

Lesquelles ?.....

.....

• Avez vous d'autres revenus en dehors de ceux de l'exploitation ?

Non

Oui

Lesquels ?.....
.....
.....

• Adhérez-vous à une association ou coopérative ?

Non

Oui

Laquelle?.....
.....
.....

• Etes-vous en contact avec les services du CDA ou/et de l'ORMVAG?

.....

Si oui, de quels types de services bénéficiez-vous ?

.....
.....
.....
.....

• Nombre d'enfants :.....

III Etat parcellaire (voir page suivante)

Quels sont les facteurs que vous prenez en considération dans le choix de vos cultures ?

La ressource en eau disponible et son coût

La rentabilité des cultures

La disponibilité de la main d'œuvre

Le choix des autres agriculteurs

Les subventions

Autres :.....
.....

Diversification : pourquoi ?

VI Equipements hydro agricoles de l'exploitation

Source d'eau

Sources	Nbre	Niveau piézométrique ou pression (m)	Q de pompage (l/s)	Coût (puit, forage) (dhs)	Coût annuel eau (dhs)
-Réseau public					
- Puits					
-Forages					
-Oued					
-Autre ...					

- Quel est le coût de revient d'un puit ou forage ?

La pompe:.....

Le moteur :.....

Le creusement :.....

La construction de l'abri :.....

III Etat parcellaire

Les frais d'entretien :.....

Quel est le montant de la subvention :.....

Coût total :

Amortissement (10% du coût total) :.....

Les frais de gasoil ou d'électricité (par an) :

Quelle est la durée du tour d'eau (eau distribuée par l'ORMVAG)?

.....

- A quelle fréquence recevez-vous cette eau?

.....

- Cela vous convient-il?.....

- Avez-vous recours à l'eau de la nappe ?

Non

Pourquoi ?.....

Oui

A quelle période de l'année ?.....

- Comment se fait la répartition de l'eau dans l'exploitation?

Irrigation

Irrigation	cultures	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Jt	Aôut	Sept	Total ou moyenne
Débit (l/s)														
Durée d'arrosage (h/ha)														
Nombre d'arrosages														
Total (m³)														
Coût du m³ (dhs)														
Coût total (dhs)														

Matériels agricoles

Nature	Nbre	Coût unit (dhs)	Date d'acquisit	Durée de Vie (années)	Frais de carburant (dhs/an)	Frais de lubrifiants (dhs/an)	Frais de réparation (dhs/an)
Tracteur							
Moissonneuse Batteuse							
Faucheuse							
Ensileuse							
Botteleuse							
Charrue à disque/ à soc							
Semoir							
Epandeur d'engrais							
Atomiseur/ Pulvérisateur							
Herse							
Cover-crop							
Camion/Pick-up							

Bâtiments

Désignation	Sup. (m ²)	Date de construction	Coût (dhs)	Observation (Stockage, etc....)

Production animale

Désignation	Nbre actuel (2)	Nbre de l'année Dernière (1)	Nbre nvx nés/an	Mvts d'anmx entre (1) et (2)		Prix (dhs/tête)		Valeur totale (dhs)
				Ventes	Achats	vente	Achat	
Vaches								
Taureaux								
Veaux								
Génisses								
Ovins								
Caprins								
Autres								

Autres produits animaux

Sous produits	Qté produite (u/an)	Qté vendue (u)	Prix de vente (dh/u)	Prix de vente total (dhs)
Lait				
Laine				
Beurre				
Miel				
Autres (fumier)				

Charges animales

Aliments de bétail	Quantité (u)	Coût (dhs/kg)	Frais vétérinaires (dhs/an)	Coût de la main-d'œuvre (dhs/an)	Autres (dhs)
Concentré					
Pulpe de betterave					
Autres					

Situation de l'endettement

Date d'emprunt	Source	Montant (dhs)	Taux d'intérêt (%)	Période de remboursement

-Ces endettements pose-t-ils des problèmes au déroulement des opérations d'exploitation ?

.....

-Les périodes pour lesquelles vous faites recours aux crédits

.....

Quelles sont les contraintes qui entravent le développement de votre activité ?

- | | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Superficie insuffisante | <input type="checkbox"/> | Manque d'eau | <input type="checkbox"/> |
| Approvisionnement | <input type="checkbox"/> | Manque de matériel | <input type="checkbox"/> |
| Commercialisation | <input type="checkbox"/> | Manque de main d'œuvre | <input type="checkbox"/> |
| Problèmes techniques | <input type="checkbox"/> | Zone enclavée | <input type="checkbox"/> |
| Problèmes financiers | <input type="checkbox"/> | Autres : | |
| Problème de statut | <input type="checkbox"/> | . | |

Fiche technique culturale

Culture : Année :

montant payé pour l'eau :DH

Opération culturale		Fourniture			Matériel			Main d'œuvre salariée			Main d'œuvre familiale		
		Nature	Qté.	P.U	Nature	Qté.	P.U.	Nature	Qté.	PU	Qté.	PU	
Travail du sol													
2 ^{ème} travail du sol													
Préparation lit semence													
Semis recouvrement													
- Fumier													
- Engrais de fond													
- Engrais Azoté													
Entretien													
Désherbage													
- chimique													
- Manuel													
Traitement phytosanitaire													
- Fongicide													
- insecticide													
Récolte													
Emballage													
Transport													
Irrigation		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S
quantité	Eau réseau (m3, h)												
	Eau puits (h)												

Partie : valorisation (élément de fonctionnement)

(Cette partie doit être faite avec le chef d'exploitation et le responsable de l'irrigation à la Parcelle).

*quelle est la personne responsable de l'irrigation ?

*est ce que la dotation reçue est suffisante ? Non : quelles sont vos aptitudes pour compenser le manque en eau ? (Diminution de la SAU cultivée, dose d'irrigation, fréquence d'irrigation, puits, changement de système de production)

.....

*quels sont les problèmes rencontrés au moment de l'irrigation ? (Avertissement, moment,...)

.....

*dans les conditions actuelles, est-ce que vous croyez que c'est le bon assolement pour mieux valoriser votre dotation ? oui non

si oui pourquoi (spécifier pour chaque culture).....

Si non

pourquoi :.....

.....

.....

*est ce que vous croyez que vous êtes rationnel vis-à-vis du partage d'eau entre cultures ?

Oui non .

Si oui, comment ?.....

Si non,

-quels sont les problèmes rencontrés au moment de partage d'eau entre parcelles (cultures) ?

.....

...

-comment vous faites pour surmonter ces problèmes (compromis, échange d'eau)?.....

.....

...

*est-ce que vous irriguez toutes les cultures ?.....

Si non :

cultures ?.....

pourquoi ?.....

*que pensez-vous des charges liées à l'eau ? (pourquoi) ?.....

.....

projets d'avenir :

*quels sont vos projets d'avenir pour surmonter cette contrainte de dotation limitée et insuffisante ? (Changement de système, développement de d'autres alternatives, techniques d'irrigation.....) :.....

*est-ce que vous comptez toujours être agriculteur ?

Si oui, pourquoi ?.....

.....

Si non pourquoi

?.....

*que pensent vos enfants de l'agriculture ?.....

*quels sont leurs projets d'avenir liés à l'agriculture ?

.....

*Avis de l'Agriculteur sur :

- L'approvisionnement en intrant et matériel agricole :

.....

-Prix du marché.....

.....

- La commercialisation :.....

.....

- stockage et conservation :.....

.....

Annexe 2 : Le modèle ratio CCR

Explication de l'introduction du Modèle sur Excel :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
4																				
5																				
6																				
7	unit	marâchage	céréales	cultures sucrières	Agumes	oléagineuses	arbres fruitière	fouillage	Engrais	semences	Phyosanitaires	main d'œuvre	Mécanisation	eau d'irrigation	terres	autre	Weighted output	Weighted input	Difference	DEA Efficiency
29	22	1123250	254000	0	0	0	0	0	217380	79550	173180	3768.57	60350	180720	107500	87500	13,825896	17,567919	-3,74202273	0,973419094
30	23	0	11485	0	4800	0	0	0	3068	1657	1298	29.97	3177	5762	6400	320	0,3018005	0,5690771	-0,267276585	0,89
31	24	0	6300	0	60000	0	0	28000	10950	3990	4760	239.97	2550	23760	7500	5000	0,82496067	1,592615	-0,767654323	1
32	25	0	24063	51420	450000	0	0	0	74545	1155	10274	1644,71	12093	90000	46500	37500	6,0120597	7,4065417	-1,394482017	1
33	26	5040	19250	27900	60000	0	0	0	3710	2600	4305	479,14	5840	22140	19500	14745	1,2888532	2,3775139	-1,078660604	1
34	27	48286	21000	0	0	0	0	4900	12500	2450	9128	126,91	3676	9326	12500	4050	0,8078952	1,0888055	-0,280910285	1
35	28	0	62080	94860	0	0	0	0	21881	13410	6464	440,475	45705	25142	46200	0	1,8538301	3,8479493	-1,994119181	0,856080882
36	29	18000	193744	101990	0	0	0	0	18540	28500	33110	569,975	31505	52180	72000	0	4,8415098	5,8866027	-1,045092885	1
37	30	0	10150	8570	0	0	0	0	1645	406	1631	7,75	1660	3900	4500	665	0,2649528	0,377276	-0,112323203	1
38	31	0	22800	0	0	0	0	8400	4455	1710	560	12,125	3830	3995	12000	0	0,4873357	0,6805453	-0,193209623	1
39	32	0	3138	12570	0	0	0	0	1898	1000	262	27,45	1400	1050	3000	0	0,1368941	0,2012428	-0,064348763	0,882330895
40	33	0	0	157000	0	0	0	7700	4640	715	300	35,71	9100	3024	15000	0	0,8720717	0,8720717	4,998E-15	1
41	34	9000	0	43200	0	0	0	6000	347	522	350	42,86	600	3728	9000	1350	0,3068786	0,5325306	-0,225652029	1
42	35	0	26396	0	0	0	0	28000	5100	5840	1000	28,57	6865	8208	15000	5554	0,9539942	1,2175495	-0,263555287	0,970649753
43	36	4688	25290	24000	0	0	0	43400	7496	2762	1298	53,94	9732	17894	22800	2420	0,7100549	1,8763572	-1,166302455	1
44	37	0	0	62850	0	0	0	14000	25755	28825	1386	219,14	6165	67500	36000	0	0,3491064	4,5221804	4,173074009	1
45	38	0	9188	9570	0	0	0	0	5995	5317	1052	48,51	2991	11718	9000	0	0,2495452	0,9318386	-0,682293333	0,663955382
46	39	5760	8757	0	0	0	0	16125	1150	2730	805	28,14	2360	4324	9000	1465	0,2300042	0,614395	-0,384390769	1
47	40	2160	0	15000	0	0	0	14000	4555	1820	732	20,00	1170	16740	7200	320	0,0993798	0,9987145	-0,89933473	1
48	41	0	7420	90000	0	0	0	31500	9595	16080	2979	117,94	14010	47000	22500	0	0,6895103	3,2451011	-2,555590827	1
49	42	0	0	193795	0	0	0	22000	17115	5640	10083	223	22345	97710	40500	3990	1,076453	6,2236751	-5,147222043	0,55679728
50	43	35000	194200	0	0	16250	0	21000	20494	30212	4428	322,225	13750	47188	52500	10000	4,7407768	4,7407768	-5,1513E-14	1
51	44	0	3570	0	0	0	0	0	123	570	395	25	375	1200	2500	300	0,0763065	0,1687002	-0,092393701	1
52	45	45000	129220	0	0	48750	0	0	12285	16760	13175	56,05	24125	26000	69000	15000	4,0854838	4,5304684	-0,444984528	1
53	46	42	122268	0	0	52813	0	0	11646	15107	10405	100	23130	0	66000	137311	3,6850187	6,5040271	-2,819008346	1
54	47	0	13700	31200	0	0	0	10800	2740	3318	1572	70,175	2910	13400	12000	1150	0,4661923	1,1216227	-0,655630465	1
55	48	0	4480	9855	0	0	0	0	598	906	632	23,875	740	3160	2400	460	0,1604877	0,2620165	-0,101528754	1
56	49	4320	8930	0	0	0	0	44000	2950	2111	1000	32	3725	7200	22000	2500	0,2037578	1,2239147	-1,020156873	1
57	50	70040	22420	0	0	0	0	0	6475	4210	5365	218	4530	4800	15000	1350	1	1	3,88878E-14	1
58																				
59	Weight	74,9559E-06	2,13744E-05	5,5544E-06	1,9582E-05	2,02849E-05	2,57265E-06	0	0	8,8502E-06	0	0,000546003	2,41893E-05	4,1625E-05	3,33795E-05	2,58999E-05				
60																				
61	unit	50																		
62																				
63	output	1																		
64	input	1																		
65																				

Figure 13: Présentation du modèle sur Excel

Tableau 23: Formules principales des cellules (sur Excel)

Cellules	formule	copier à
Q8	=SOMMEPROD (B8:H8;\$B\$59:\$H\$59)	Q9:Q57
R8	=SOMMEPROD (I8:P8;\$I\$59:\$P\$59)	R9:R57
S8	=Q8-R8	I9:I57
B63	=INDEX (Q8:Q57;B61;1)	-----
B64	=INDEX (R8:R57;B61;1)	-----

La fonction INDEX Renvoie la valeur d'un élément, d'un tableau ou d'une **matrice** sélectionnée à partir des indices de numéro de ligne et de colonne.

La cellule B63 représente l'objectif approprié du modèle CCR.

La cellule B64 représente le poids des inputs qui doit être égale à 1.

Résolution du modèle :

On résout le modèle à l'aide du Solver (sous Excel) : la cellule cible c'est la maximisation du poids de l'output (cellule B63 \longrightarrow $\text{Max}_{\mu, \nu} h_0(\mu, \nu) = \sum \mu_j y_j^0$), les cellules variables sont

les poids des inputs et des outputs déterminés par la solution du problème (cellules \$B\$59:\$P\$59).

Les contraintes du modèle ratio CCR :

$$\$B\$59:\$P\$59 \geq 0 \quad (1) \quad \mu_r, v_i \geq \varepsilon \quad (3)$$

$$\$B\$64 = 1 \quad \sum v_i x_i^0 = 1$$

$$\$S\$8:\$S\$57 \leq 0 \quad \sum \mu_r y_{rj} - \sum v_i x_{ij} \leq 0$$

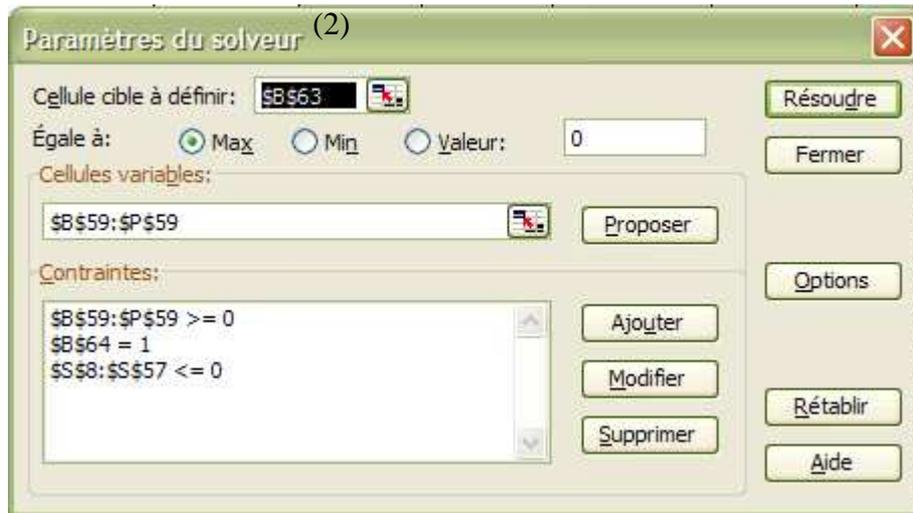
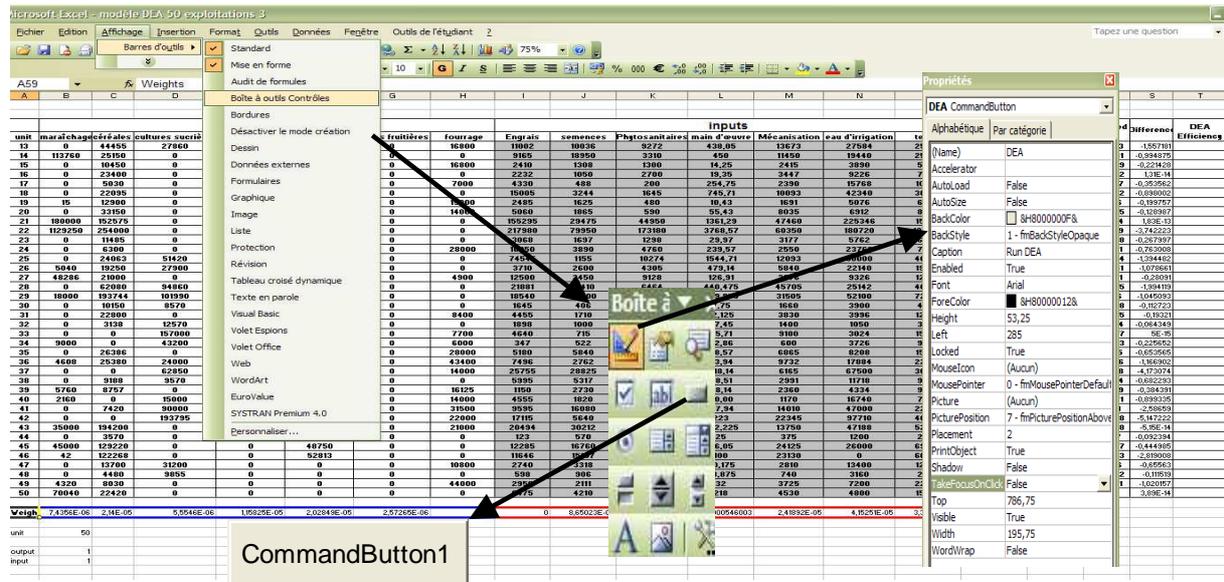


Figure 14: Paramètres du Solver sur Excel

Après on introduit une commande pour que le calcul se face automatiquement pour toutes les unités.



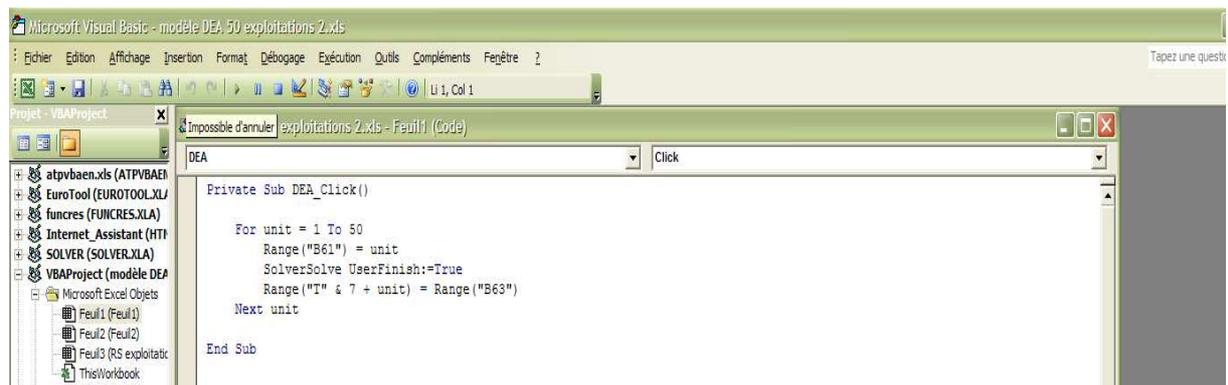


Figure 15 : Procédure de paramétrage du Modèle sur Excel

On clique deux fois sur le Bouton de commande pour introduire un programme sur Microsoft Visual Basic :

Range("B61") = unit : place la valeur courante de l'unité (1,2.....50) dans la cellule B61 sur la feuille de travail.

SolverSolve UserFinish:=True : « dire » au Solver de résoudre le problème.

Range("T" & 7 + unit) = Range("B63") : il prend la valeur optimale de fonction objective dans la cellule B63 et il la place dans la cellule T & 7 + unit (de la cellule T8 jusqu'à la cellule T57).

Annexe 3 : Analyse en composantes principales

ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES

STATISTIQUES SOMMAIRES DES VARIABLES CONTINUES
EFFECTIF TOTAL : 49 POIDS TOTAL : 49.00

NUM .	IDEN -	LIBELLE	EFFECTIF	POIDS	MOYENNE	ECART-TYPE	MINIMUM	MAXIMUM
3 .	C4	- DEA2 ET	48	48.00	0.60	0.23	0.21	1.00
4 .	C5	- DEA2 rang	48	48.00	25.29	14.19	1.00	49.00
12 .	C13	- engrais/ha	48	48.00	2827.31	4379.66	116.00	22768.00
13 .	C14	- semences/ha	48	48.00	1867.71	2826.43	75.00	16371.00
14 .	C15	- phyto/ha	48	48.00	1034.33	1283.21	57.00	6007.00
15 .	C16	- Mo/ha	48	48.00	44.08	47.41	2.00	259.00
16 .	C17	- mécanisation/ha	48	48.00	1819.40	792.98	614.00	3438.00
17 .	C18	- eau/ha	48	48.00	3755.83	2627.16	605.00	12642.00
18 .	C19	- valeur ha terre	48	48.00	3125.19	750.14	300.00	5000.00
1 .	C2	- DEAL ET	48	48.00	0.61	0.24	0.21	1.00
2 .	C3	- DEAL Rang	48	48.00	25.33	14.12	1.00	49.00
5 .	C6	- Engrais	48	48.00	25302.21	46456.04	123.00	217980.00
6 .	C7	- semences	48	48.00	14144.71	21731.62	406.00	85949.00
7 .	C8	- Phytosanitaires	48	48.00	11065.88	26364.93	200.00	173180.00
8 .	C9	- main d'œuvre	48	48.00	400.43	688.65	7.75	3768.57
9 .	C10	- mécanisation	48	48.00	10439.40	13303.00	375.00	60350.00
10 .	C11	- eau d'irrigation	48	48.00	32206.96	44554.55	1050.00	225346.00
11 .	C12	- terres	48	48.00	23128.13	22253.97	2400.00	107500.00
19 .	C20	- Dh/M3	48	48.00	15.95	16.11	2.28	108.93
20 .	C21	- SAU	49	49.00	8.75	10.04	0.50	50.00

MATRICE DES CORRELATIONS

	C4	C5	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
C4	1.00								
C5	-0.97	1.00							
C13	0.47	-0.41	1.00						
C14	0.35	-0.31	0.84	1.00					
C15	0.36	-0.32	0.85	0.80	1.00				
C16	0.43	-0.39	0.42	0.48	0.42	1.00			
C17	0.05	-0.04	0.06	0.11	0.19	0.36	1.00		
C18	0.30	-0.30	0.53	0.39	0.40	0.56	0.06	1.00	
C19	-0.01	0.03	0.30	0.44	0.27	0.35	-0.05	0.27	1.00

MATRICE DES VALEURS-TESTS

	C4	C5	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
C4	99.99								
C5	-14.68	99.99							
C13	3.51	-3.06	99.99						
C14	2.57	-2.19	8.38	99.99					
C15	2.58	-2.33	8.71	7.68	99.99				
C16	3.16	-2.88	3.08	3.62	3.06	99.99			
C17	0.37	-0.29	0.45	0.74	1.31	2.60	99.99		
C18	2.15	-2.11	4.11	2.89	2.92	4.34	0.42	99.99	
C19	-0.05	0.21	2.12	3.25	1.92	2.56	-0.38	1.95	99.99

VALEURS PROPRES

APERCU DE LA PRECISION DES CALCULS : TRACE AVANT DIAGONALISATION .. 9.0000
SOMME DES VALEURS PROPRES 9.0000

HISTOGRAMME DES 9 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR	POURCENT .	POURCENT .
	PROPRE		CUMULE
1	4.1337	45.93	45.93
2	1.5541	17.27	63.20
3	1.1278	12.53	75.73
4	0.9217	10.24	85.97
5	0.6558	7.29	93.26
6	0.3111	3.46	96.71
7	0.1686	1.87	98.59
8	0.1029	1.14	99.73
9	0.0245	0.27	100.00

RECHERCHE DE PALIERS (DIFFERENCES TROISIEMES)

PALIER	VALEUR DU
ENTRE	PALIER
1-- 2	-1933.20
2-- 3	-279.92
5-- 6	-19.03

RECHERCHE DE PALIERS ENTRE (DIFFERENCES SECONDES)

PALIER ENTRE	VALEUR DU PALIER	
1-- 2	2153.35	*****
2-- 3	220.15	*****
5-- 6	202.23	*****

INTERVALLES LAPLACIENS D'ANDERSON
INTERVALLES AU SEUIL 0.95

NUMERO	BORNE INFERIEURE	VALEUR PROPRE	BORNE SUPERIEURE
1	2.4799	4.1337	5.7875
2	0.9323	1.5541	2.1758
3	0.6766	1.1278	1.5790
4	0.5529	0.9217	1.2904
5	0.3934	0.6558	0.9181

ETENDUE ET POSITION RELATIVE DES INTERVALLES

```

1 . . . . . *-----*
2 . . . . . *-----*
3 . . . . . *-----*
4 . . . . . *-----*
5 . . . . . *-----*

```

COORDONNEES DES VARIABLES SUR LES AXES 1 A 5

VARIABLES ACTIVES

VARIABLES	COORDONNEES					CORRELATIONS VARIABLE-FACTEUR					ANCIENS AXES UNITAIRES			
IDEN - LIBELLE COURT	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
5														
C4 - DEA2 ET	0.68	-0.70	-0.10	0.07	0.16	0.68	-0.70	-0.10	0.07	0.16	0.33	-0.56	-0.09	0.07
0.19														
C5 - DEA2 rang	-0.64	0.73	0.10	-0.09	-0.15	-0.64	0.73	0.10	-0.09	-0.15	-0.32	0.58	0.09	-0.09
0.18														
C13 - engrais/ha	0.88	0.17	-0.21	-0.27	-0.13	0.88	0.17	-0.21	-0.27	-0.13	0.43	0.13	-0.20	-0.28
0.16														
C14 - semences/ha	0.84	0.32	-0.14	-0.24	0.12	0.84	0.32	-0.14	-0.24	0.12	0.41	0.26	-0.13	-0.25
0.15														
C15 - phyto/ha	0.82	0.24	-0.08	-0.41	-0.04	0.82	0.24	-0.08	-0.41	-0.04	0.40	0.19	-0.07	-0.43
0.05														
C16 - Mo/ha	0.71	0.03	0.44	0.37	0.03	0.71	0.03	0.44	0.37	0.03	0.35	0.02	0.41	0.39
0.03														
C17 - mécanisation/ha	0.20	0.01	0.91	-0.27	0.12	0.20	0.01	0.91	-0.27	0.12	0.10	0.01	0.86	-0.28
0.14														
C18 - eau/ha	0.65	0.11	0.07	0.42	-0.59	0.65	0.11	0.07	0.42	-0.59	0.32	0.09	0.07	0.43
0.73														
C19 - valeur ha terre	0.40	0.58	-0.12	0.48	0.47	0.40	0.58	-0.12	0.48	0.47	0.19	0.47	-0.12	0.50
0.58														

VARIABLES ILLUSTRATIVES

VARIABLES	COORDONNEES					CORRELATIONS VARIABLE-FACTEUR					ANCIENS AXES UNITAIRES			
IDEN - LIBELLE COURT	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4
5														
C2 - DEA1 ET	0.67	-0.69	-0.07	0.08	0.16	0.67	-0.69	-0.07	0.08	0.16				
C3 - DEA1 Rang	-0.63	0.73	0.06	-0.11	-0.13	-0.63	0.73	0.06	-0.11	-0.13				
C6 - Engrais	0.57	-0.09	0.04	-0.42	-0.28	0.57	-0.09	0.04	-0.42	-0.28				
C7 - semences	0.69	0.17	-0.01	-0.30	-0.04	0.69	0.17	-0.01	-0.30	-0.04				
C8 - Phytosanitaires	0.33	0.00	0.18	-0.38	-0.17	0.33	0.00	0.18	-0.38	-0.17				
C9 - main d'œuvre	0.39	-0.11	0.46	-0.09	-0.12	0.39	-0.11	0.46	-0.09	-0.12				
C10 - mécanisation	0.04	-0.10	0.32	-0.39	-0.21	0.04	-0.10	0.32	-0.39	-0.21				
C11 - eau d'irrigation	0.29	-0.22	0.23	-0.17	-0.47	0.29	-0.22	0.23	-0.17	-0.47				
C12 - terres	0.14	0.03	0.20	-0.14	0.00	0.14	0.03	0.20	-0.14	0.00				
C20 - Dh/M3	0.22	-0.33	-0.19	-0.20	0.49	0.22	-0.33	-0.19	-0.20	0.49				
C21 - SAU	0.06	-0.27	0.19	-0.27	-0.24	0.06	-0.27	0.19	-0.27	-0.24				

COORDONNEES DES VARIABLES SUR LES AXES 6 A 9

VARIABLES ACTIVES

VARIABLES	COORDONNEES					CORRELATIONS VARIABLE-FACTEUR					ANCIENS AXES UNITAIRES			
IDEN - LIBELLE COURT	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0	6	7	8	9
0														
C4 - DEA2 ET	0.06	0.01	-0.02	0.11	0.00	0.06	0.01	-0.02	0.11	0.00	0.10	0.03	-0.06	0.72
0.00														
C5 - DEA2 rang	-0.09	0.02	-0.05	0.11	0.00	-0.09	0.02	-0.05	0.11	0.00	-0.15	0.04	-0.16	0.68
0.00														
C13 - engrais/ha	0.07	0.04	-0.25	-0.02	0.00	0.07	0.04	-0.25	-0.02	0.00	0.12	0.11	-0.78	-0.13
0.00														

C14 - semences/ha 0.00		-0.12	0.27	0.14	0.00	0.00		-0.12	0.27	0.14	0.00	0.00		-0.21	0.66	0.42	0.01
C15 - phyto/ha 0.00		-0.02	-0.29	0.10	0.01	0.00		-0.02	-0.29	0.10	0.01	0.00		-0.03	-0.71	0.32	0.07
C16 - Mo/ha 0.00		-0.40	-0.05	-0.05	-0.01	0.00		-0.40	-0.05	-0.05	-0.01	0.00		-0.71	-0.12	-0.17	-0.05
C17 - mécanisation/ha 0.00		0.22	0.04	0.00	0.00	0.00		0.22	0.04	0.00	0.00	0.00		0.39	0.10	-0.01	0.00
C18 - eau/ha 0.00		0.19	0.03	0.07	0.01	0.00		0.19	0.03	0.07	0.01	0.00		0.34	0.07	0.22	0.05
C19 - valeur ha terre 0.00		0.21	-0.05	-0.01	0.00	0.00		0.21	-0.05	-0.01	0.00	0.00		0.37	-0.12	-0.04	0.00

VARIABLES ILLUSTRATIVES

VARIABLES	COORDONNEES					CORRELATIONS VARIABLE-FACTEUR					ANCIENS AXES UNITAIRES			
IDEN - LIBELLE COURT	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0	6	7	8	9
C2 - DEAL ET	0.06	0.02	-0.04	0.11	0.00	0.06	0.02	-0.04	0.11	0.00				
C3 - DEAL Rang	-0.09	0.01	-0.04	0.11	0.00	-0.09	0.01	-0.04	0.11	0.00				
C6 - Engrais	-0.01	-0.30	-0.06	0.10	0.00	-0.01	-0.30	-0.06	0.10	0.00				
C7 - semences	-0.26	-0.08	0.18	0.16	0.00	-0.26	-0.08	0.18	0.16	0.00				
C8 - Phytosanitaires	-0.11	-0.52	0.11	0.09	0.00	-0.11	-0.52	0.11	0.09	0.00				
C9 - main d'œuvre	-0.33	-0.35	0.10	0.12	0.00	-0.33	-0.35	0.10	0.12	0.00				
C10 - mécanisation	-0.08	-0.18	0.04	0.20	0.00	-0.08	-0.18	0.04	0.20	0.00				
C11 - eau d'irrigation	-0.05	-0.18	0.10	0.23	0.00	-0.05	-0.18	0.10	0.23	0.00				
C12 - terres	-0.05	-0.33	0.06	0.30	0.00	-0.05	-0.33	0.06	0.30	0.00				
C20 - Dh/M3	0.07	-0.04	-0.15	0.05	0.00	0.07	-0.04	-0.15	0.05	0.00				
C21 - SAU	-0.08	-0.22	0.13	0.20	0.00	-0.08	-0.22	0.13	0.20	0.00				

COORDONNEES, CONTRIBUTIONS ET COSINUS CARRES DES INDIVIDUS
INDIVIDUS ACTIFS (AXES 1 A 5)

INDIVIDUS	COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES						
IDENTIFICATEUR	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2.04	10.50	2.23	-0.75	-1.47	0.37	1.22	2.5	0.7	3.9	0.3	4.6	0.48	0.05	0.21	0.01	0.14
2	2.04	63.66	7.32	0.92	-2.01	-0.71	-1.76	26.4	1.1	7.3	1.1	9.6	0.84	0.01	0.06	0.01	0.05
3	2.04	15.66	3.58	-0.12	1.19	0.57	0.77	6.3	0.0	2.6	0.7	1.8	0.82	0.00	0.09	0.02	0.04
4	2.04	18.93	2.51	-0.11	-0.52	3.15	-1.39	3.1	0.0	0.5	22.0	6.1	0.33	0.00	0.01	0.53	0.10
5	2.04	64.17	6.84	1.56	-1.46	-3.11	1.32	23.1	3.2	3.9	21.4	5.4	0.73	0.04	0.03	0.15	0.03
6	2.04	5.73	1.20	1.03	0.96	-0.08	0.54	0.7	1.4	1.7	0.0	0.9	0.25	0.18	0.16	0.00	0.05
7	2.04	8.16	-1.29	1.80	1.21	-0.30	0.93	0.8	4.2	2.7	0.2	2.7	0.21	0.40	0.18	0.01	0.11
9	2.04	33.67	4.38	0.08	2.33	2.04	0.60	9.5	0.0	9.9	9.2	1.1	0.57	0.00	0.16	0.12	0.01
10	2.04	2.25	-0.51	0.65	-0.20	0.67	0.22	0.1	0.6	0.1	1.0	0.1	0.12	0.19	0.02	0.20	0.02
11	2.04	7.05	2.34	0.74	0.20	0.24	0.42	2.7	0.7	0.1	0.1	0.6	0.78	0.08	0.01	0.01	0.03
12	2.04	0.52	-0.51	-0.14	0.29	-0.25	-0.15	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.49	0.04	0.16	0.12	0.04
13	2.04	4.96	-1.54	0.96	0.06	-0.46	-0.75	1.2	1.2	0.0	0.5	1.8	0.48	0.18	0.00	0.04	0.11
14	2.04	2.28	-1.05	-0.29	-0.29	-0.23	-0.08	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.48	0.04	0.04	0.02	0.00
15	2.04	3.36	-1.58	0.14	0.16	-0.85	-0.24	1.2	0.0	0.0	1.6	0.2	0.74	0.01	0.01	0.22	0.02
16	2.04	2.24	-0.76	-0.87	0.30	-0.61	-0.24	0.3	1.0	0.2	0.8	0.2	0.26	0.34	0.04	0.17	0.03
17	2.04	4.81	0.31	-1.52	1.26	0.72	0.25	0.0	3.0	2.9	1.2	0.2	0.02	0.48	0.33	0.11	0.01
18	2.04	4.68	0.16	-1.01	1.76	0.42	0.23	0.0	1.3	5.6	0.4	0.2	0.01	0.22	0.66	0.04	0.01
19	2.04	7.84	-1.26	-1.87	-1.47	-0.36	-0.27	0.8	4.6	3.9	0.3	0.2	0.20	0.45	0.28	0.02	0.01
20	2.04	5.60	-1.74	-0.38	0.82	-1.13	-0.43	1.5	0.2	1.2	2.8	0.6	0.54	0.03	0.12	0.23	0.03
21	2.04	21.03	0.17	-3.88	0.18	-1.52	-1.81	0.0	19.7	0.1	5.1	10.2	0.00	0.71	0.00	0.11	0.16
22	2.04	11.92	1.37	0.57	2.05	-1.76	-0.60	0.9	0.4	7.6	6.8	1.1	0.16	0.03	0.35	0.26	0.03
23	2.04	7.59	-2.20	1.13	-0.26	-0.65	-0.76	2.4	1.7	0.1	0.9	1.8	0.64	0.17	0.01	0.05	0.08
24	2.04	5.13	1.06	-0.49	1.19	0.19	-1.47	0.6	0.3	2.6	0.1	6.8	0.22	0.05	0.28	0.01	0.42
25	2.04	10.85	1.65	-1.90	1.80	0.64	0.05	1.3	4.8	5.9	0.9	0.0	0.25	0.33	0.30	0.04	0.00
26	2.04	4.09	-0.18	-0.43	1.92	0.05	0.32	0.0	0.2	6.7	0.0	0.3	0.01	0.04	0.90	0.00	0.02
27	2.04	3.71	-1.11	0.50	-0.23	-1.06	-0.43	0.6	0.3	0.1	2.5	0.6	0.33	0.07	0.01	0.30	0.05
28	2.04	9.04	-1.48	1.28	1.99	-0.94	0.21	1.1	2.1	7.2	2.0	0.1	0.24	0.18	0.44	0.10	0.00

29	2.04	2.57	-1.13	0.65	-0.51	-0.39	-0.02	0.6	0.6	0.5	0.3	0.0	0.50	0.17	0.10	0.06	0.00
30	2.04	1.67	-1.05	-0.06	-0.45	-0.31	0.04	0.5	0.0	0.4	0.2	0.0	0.66	0.00	0.12	0.06	0.00
31	2.04	4.08	-1.48	-0.48	-1.15	-0.05	0.49	1.1	0.3	2.4	0.0	0.7	0.54	0.06	0.32	0.00	0.06
32	2.04	2.36	-1.27	0.03	-0.46	-0.19	0.44	0.8	0.0	0.4	0.1	0.6	0.68	0.00	0.09	0.02	0.08
33	2.04	9.37	-0.31	-2.56	-0.48	-0.03	1.42	0.0	8.6	0.4	0.0	6.3	0.01	0.70	0.02	0.00	0.22
34	2.04	10.96	-0.39	-2.57	-1.65	0.58	1.07	0.1	8.7	4.9	0.7	3.5	0.01	0.60	0.25	0.03	0.10
35	2.04	4.55	-1.62	0.74	0.69	-0.74	0.28	1.3	0.7	0.9	1.2	0.2	0.58	0.12	0.10	0.12	0.02
36	2.04	4.01	-1.82	0.72	-0.14	-0.13	-0.13	1.6	0.7	0.0	0.0	0.1	0.83	0.13	0.01	0.00	0.00
37	2.04	8.83	-0.38	1.88	-1.27	1.44	-0.89	0.1	4.6	2.9	4.6	2.4	0.02	0.40	0.18	0.24	0.09
38	2.04	7.44	-1.73	1.67	-0.73	0.02	-0.88	1.5	3.7	1.0	0.0	2.4	0.40	0.38	0.07	0.00	0.10
39	2.04	3.20	-1.61	0.13	-0.65	-0.15	0.30	1.3	0.0	0.8	0.1	0.3	0.81	0.01	0.13	0.01	0.03
40	2.04	5.38	-0.28	-0.71	-1.46	1.05	-1.09	0.0	0.7	3.9	2.5	3.7	0.01	0.09	0.40	0.21	0.22
41	2.04	2.44	-0.63	0.56	0.09	0.28	-0.93	0.2	0.4	0.0	0.2	2.7	0.16	0.13	0.00	0.03	0.36
42	2.04	4.04	-0.78	0.75	0.32	0.42	-1.38	0.3	0.7	0.2	0.4	5.9	0.15	0.14	0.03	0.04	0.47
43	2.04	1.57	-0.85	0.61	-0.35	0.29	0.31	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.46	0.24	0.08	0.05	0.06
44	2.04	13.34	-1.24	2.90	-0.31	1.28	1.18	0.8	11.0	0.2	3.6	4.3	0.12	0.63	0.01	0.12	0.10
45	2.04	4.79	-0.52	-1.67	-0.56	-0.25	1.03	0.1	3.7	0.6	0.1	3.3	0.06	0.58	0.07	0.01	0.22
46	2.04	2.55	-0.44	0.47	-0.68	1.05	0.38	0.1	0.3	0.8	2.5	0.5	0.08	0.09	0.18	0.43	0.06
47	2.04	0.72	-0.44	-0.45	-0.34	0.26	-0.11	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.27	0.28	0.16	0.09	0.02
48	2.04	5.12	-1.45	0.61	-0.98	0.60	1.08	1.0	0.5	1.7	0.8	3.6	0.41	0.07	0.19	0.07	0.23
49	2.04	2.56	-0.46	-0.83	-0.72	-0.07	0.73	0.1	0.9	0.9	0.0	1.7	0.08	0.27	0.20	0.00	0.21
	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

INDIVIDUS ILLUSTRATIFS (AXES 1 A 5)

INDIVIDUS		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES					
IDENTIFICATEUR	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	2.041279.93	11.97	2.16	27.46	-12.07	2.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.11	0.00	0.59	0.11	0.01

INDIVIDUS ACTIFS (AXES 6 A 9)

INDIVIDUS		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES					
IDENTIFICATEUR	P.REL	DISTO	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0
1	2.04	10.50	-0.22	-0.98	0.12	0.37	0.00	0.3	11.7	0.3	11.4	0.0	0.00	0.09	0.00	0.01	0.00
2	2.04	63.66	0.97	-0.65	-0.50	-0.09	0.00	6.1	5.1	5.0	0.6	0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
3	2.04	15.66	-0.13	0.26	-0.63	-0.02	0.00	0.1	0.8	7.8	0.0	0.0	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
4	2.04	18.93	-0.24	0.12	-0.62	-0.12	0.00	0.4	0.2	7.5	1.2	0.0	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
5	2.04	64.17	-0.35	1.14	-0.04	0.01	0.00	0.8	15.6	0.0	0.0	0.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
6	2.04	5.73	1.02	0.24	0.95	-0.12	0.00	6.8	0.7	18.1	1.2	0.0	0.18	0.01	0.16	0.00	0.00
7	2.04	8.16	0.87	-0.09	-0.28	-0.01	0.00	4.9	0.1	1.5	0.0	0.0	0.09	0.00	0.01	0.00	0.00
9	2.04	33.67	-2.00	0.32	0.62	0.16	0.00	26.1	1.2	7.6	2.1	0.0	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00
10	2.04	2.25	-0.92	-0.31	-0.30	0.02	0.00	5.5	1.1	1.8	0.1	0.0	0.37	0.04	0.04	0.00	0.00
11	2.04	7.05	0.15	-0.14	0.82	-0.16	0.00	0.1	0.2	13.2	2.2	0.0	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00
12	2.04	0.52	-0.11	0.07	-0.12	-0.21	0.00	0.1	0.1	0.3	3.8	0.0	0.02	0.01	0.03	0.09	0.00
13	2.04	4.96	-0.94	-0.15	-0.04	0.05	0.00	5.7	0.3	0.0	0.2	0.0	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
14	2.04	2.28	-0.90	0.33	0.05	-0.18	0.00	5.3	1.3	0.0	2.7	0.0	0.36	0.05	0.00	0.01	0.00
15	2.04	3.36	-0.04	0.07	-0.08	0.14	0.00	0.0	0.1	0.1	1.6	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
16	2.04	2.24	0.50	-0.14	0.30	-0.15	0.00	1.6	0.2	1.8	1.9	0.0	0.11	0.01	0.04	0.01	0.00

17	2.04	4.81	0.38	0.17	-0.18	0.08	0.00	1.0	0.4	0.6	0.5	0.0	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
18	2.04	4.68	0.41	0.19	-0.21	-0.23	0.00	1.1	0.4	0.9	4.3	0.0	0.04	0.01	0.01	0.01	0.00
19	2.04	7.84	-0.55	0.18	0.10	-0.20	0.00	2.0	0.4	0.2	3.3	0.0	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
20	2.04	5.60	-0.15	0.43	-0.26	0.14	0.00	0.1	2.2	1.4	1.6	0.0	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00
21	2.04	21.03	-0.44	0.32	0.18	0.08	0.00	1.2	1.3	0.7	0.6	0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
22	2.04	11.92	-0.22	-1.40	0.22	-0.05	0.00	0.3	23.6	0.9	0.2	0.0	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00
23	2.04	7.59	-0.59	0.06	-0.15	-0.14	0.00	2.2	0.0	0.4	1.7	0.0	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
24	2.04	5.13	0.16	-0.22	0.21	-0.17	0.00	0.2	0.6	0.9	2.5	0.0	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
25	2.04	10.85	0.62	-0.05	-0.65	0.22	0.00	2.5	0.0	8.3	4.0	0.0	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00
26	2.04	4.09	0.19	-0.10	-0.02	-0.19	0.00	0.2	0.1	0.0	3.1	0.0	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
27	2.04	3.71	-0.55	-0.69	-0.13	0.26	0.00	2.0	5.8	0.3	5.7	0.0	0.08	0.13	0.00	0.02	0.00
28	2.04	9.04	0.33	0.30	-0.36	0.02	0.00	0.7	1.1	2.6	0.0	0.0	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
29	2.04	2.57	-0.42	-0.43	0.20	0.24	0.00	1.2	2.2	0.8	4.6	0.0	0.07	0.07	0.02	0.02	0.00
30	2.04	1.67	0.27	-0.40	0.14	-0.11	0.00	0.5	2.0	0.4	1.0	0.0	0.04	0.10	0.01	0.01	0.00
31	2.04	4.08	-0.13	0.04	-0.17	-0.21	0.00	0.1	0.0	0.6	3.6	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
32	2.04	2.36	-0.39	0.13	-0.34	-0.15	0.00	1.0	0.2	2.3	1.8	0.0	0.07	0.01	0.05	0.01	0.00
33	2.04	9.37	0.64	0.11	-0.11	0.06	0.00	2.7	0.1	0.2	0.3	0.0	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
34	2.04	10.96	0.02	-0.09	0.11	0.10	0.00	0.0	0.1	0.2	0.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	2.04	4.55	0.34	0.33	-0.13	0.16	0.00	0.7	1.3	0.4	2.2	0.0	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00
36	2.04	4.01	-0.05	0.13	-0.25	0.18	0.00	0.0	0.2	1.2	2.6	0.0	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
37	2.04	8.83	0.31	0.68	0.18	0.27	0.00	0.6	5.7	0.6	6.0	0.0	0.01	0.05	0.00	0.01	0.00
38	2.04	7.44	-0.44	0.33	-0.07	-0.13	0.00	1.3	1.3	0.1	1.3	0.0	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
39	2.04	3.20	-0.20	0.12	-0.01	0.04	0.00	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
40	2.04	5.38	0.50	0.15	0.31	-0.05	0.00	1.7	0.3	1.9	0.2	0.0	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00
41	2.04	2.44	0.51	0.56	0.39	0.20	0.00	1.7	3.8	3.0	3.4	0.0	0.11	0.13	0.06	0.02	0.00
42	2.04	4.04	0.72	0.00	0.26	0.30	0.00	3.4	0.0	1.4	7.6	0.0	0.13	0.00	0.02	0.02	0.00
43	2.04	1.57	0.19	0.36	0.06	-0.01	0.00	0.2	1.6	0.1	0.0	0.0	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00
44	2.04	13.34	-0.01	-0.52	-0.11	-0.06	0.00	0.0	3.3	0.2	0.3	0.0	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
45	2.04	4.79	0.49	-0.03	0.17	0.16	0.00	1.6	0.0	0.5	2.1	0.0	0.05	0.00	0.01	0.01	0.00
46	2.04	2.55	0.60	-0.09	0.21	-0.11	0.00	2.4	0.1	0.9	1.0	0.0	0.14	0.00	0.02	0.00	0.00
47	2.04	0.72	0.08	-0.08	0.33	-0.12	0.00	0.0	0.1	2.2	1.1	0.0	0.01	0.01	0.15	0.02	0.00
48	2.04	5.12	0.32	-0.14	-0.17	-0.07	0.00	0.7	0.2	0.6	0.4	0.0	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
49	2.04	2.56	-0.58	-0.46	0.00	-0.19	0.00	2.2	2.5	0.0	3.1	0.0	0.13	0.08	0.00	0.01	0.00
	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

+ INDIVIDUS ILLUSTRATIFS (AXES 6 A 9)																	

+ INDIVIDUS COORDONNEES CONTRIBUTIONS COSINUS CARRES																	

IDENTIFICATEUR	P.REL	DISTO	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0	6	7	8	9	0

8	2.041279.93	13.28	-5.76	3.74	1.18	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.14	0.03	0.01	0.00	0.00

+ -----																	

Annexe 3 : Fiches exploitations

I) Zone côtière

1) Exploitation Efficente

1-1 Structure de l'exploitation

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
Melon	3	Reforme Agraire	Direct	Goutte à Goutte
Betterave à sucre	8			
Tomate	6			

1-2 les Itinéraires techniques des cultures

* Melon

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
melon	Maraîchage	T	1000	50	50000
total Produits					50000
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
charrue à socs	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
sous total					700
melon	Semences	dhs	1.00	5000	5000
map	Engrais	q	290	0.48	139
ammonitrate33	Engrais	q	220	0.48	106
ammoniac21	Engrais	q	160	0.48	77
sulfate de potasse48	Engrais	q	330	0.48	158
nitrate de potasse	Engrais	q	540	0.48	259
magnési	Engrais	q	440	0.48	211
nitrate de calcium	Engrais	q	440	0.48	211
142814	Engrais	q	280	0.80	224
sous total					1386
main œuvre occasionnelle	Main-d'œuvre	j	35.00	40	1400
furradan	Phytosanitaires	kg	22.00	10	220
ariotox	Phytosanitaires	kg	17.00	10	170
pychlorex	Phytosanitaires	l	120	3.33	400
dethan45	Phytosanitaires	kg	75.00	0.67	50
vit org	Phytosanitaires	l	75.00	0.67	50
magic P	Phytosanitaires	l	75.00	1	75
trimanoc	Phytosanitaires	kg	55.00	1.67	92
nutrigrreen AD	Phytosanitaires	l	70.00	0.70	49
bravo	Phytosanitaires	l	185	0.70	130
match	Phytosanitaires	l	370	0.17	63
decis50	Phytosanitaires	ml	420	300	126
actara	Phytosanitaires	ml	1680	750	1260
sous total					2684
irrigation	eau irrigation	m3	0.60	2489	1493
total Charges					12663
Marge unitaire					37337

*** Tomate**

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
tomate	Maraîchage	T	1000	60	60000
total Produits					60000
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
charrue à socs	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
sous total					700
tomate	Semences	dhs	1.00	1850	1850
map	Engrais	q	290	0.48	139
ammonitrate33	Engrais	q	220	0.48	106
ammoniac21	Engrais	q	160	0.48	77
sulfate de potasse48	Engrais	q	330	0.48	158
nitrate de potasse	Engrais	q	540	0.48	259
magnési	Engrais	q	440	0.48	211
nitrate de calcium	Engrais	q	440	0.48	211
142814	Engrais	q	280	0.80	224
sous total					1386
furradan	Phytosanitaires	kg	22.00	10	220
ariotox	Phytosanitaires	kg	17.00	10	170
pychlorex	Phytosanitaires	l	120	3.33	400
dethan45	Phytosanitaires	kg	75.00	0.67	50
vit org	Phytosanitaires	l	75.00	0.67	50
magic P	Phytosanitaires	l	75.00	1	75
trimanoc	Phytosanitaires	kg	55.00	1.67	92
nutrigreen AD	Phytosanitaires	l	70.00	0.70	49
bravo	Phytosanitaires	l	185	0.70	130
match	Phytosanitaires	l	370	0.17	63
decis50	Phytosanitaires	ml	420	0.30	0
actara	Phytosanitaires	ml	1680	0.75	1
sous total					1300
Main-d'oeuvre occasionnelle	Main-d'oeuvre	j	35.00	245	8575
irrigation	eau irrigation	m3	0.60	3131	1879
total Charges					15689
Marge unitaire					44311

*** Betterave à sucre**

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix(DH)	Quantités	Valeur(DH)
betterave à sucre	cultures sucrières	T	500	40	20000
pulpe sèche de betterave	cultures sucrières	T	2000	2	4000
total Produits					24000
142814	Engrais	q	280	15	4200
urée46	Engrais	q	290	12.5	3625
sous total					7825
betterave à sucre	Semences	kg	100	15	1500
tractor	Phytosanitaires	l	350	2.75	963
sommet A	Phytosanitaires	l	150	2.75	413
azodrin	Phytosanitaires	l	199	1	199
spardoz	Phytosanitaires	l	150	1.25	188
vyrerere	Phytosanitaires	l	80.00	3.75	300
raibi	Phytosanitaires	l	350	2.5	875
herbicide(bas)	Phytosanitaires	l	100	0.38	38
sous total					2975
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
stuble plow	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
sous total					800
Main-d'oeuvre occasionnelle	Main-d'oeuvre	j	35	96	3360
irrigation	eau irrigation	m3	0.60	1120	672
total Charges					17158
Marge unitaire					6843

2) Exploitation inefficente

2-1 Structure de l'exploitation :

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
tournesol	0,8	Collectif	Direct et Indirect	Goutte à Goutte
blé tendre	1,8			
pastèque	1			

2-2 les Itinéraires techniques des cultures :

* Blé tendre

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix(DH)	Quantités	Valeur(DH)
Grain blé tendre	Céréales	q	215	36	7740
paille	Céréales	botte	6.00	125	750
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					8740
blé tendre	Semence	q	280	2.5	700
CHARRUE A SOC CANADIENNE	travaux du sol	ha	170	1	170
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
BOTTELAGE FIL	travaux du sol	botte	3.50	125	438
NPK 14.28.14	Engrais	q	250	2	500
Amonitrate 33	Engrais	q	200	2	400
urée46	Engrais	q	290	1	290
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	3	105
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	240	240
M.TRAITEMENT	main oeuvre	J	50.00	1	50
total Charges					4033
Marge unitaire					4708

* Tournesol

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix(DH)	Quantités	Valeur(DH)
tournesol	Oléagineux	T	7500	1.5	11250
total Produits					11250
semence	Semences	dhs	1.00	2000	2000
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
cover crop	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
sous total					700
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	300	300
142814	Engrais	q	280	1	280
ammonitrate33	Engrais	q	220	1	220
urée46	Engrais	q	290	1.5	435
sous total					935
M. TOTALE	Main-d'oeuvre	DH	1.00	1500	1500
irrigation	eau irrigation	m3	0,5	1800	900
total Charges					6335
Marge unitaire					4555

* Pastèque

Output/Input	Catégorie	Unités	Prix(DH)	Quantités	Valeur(DH)
pastèque	maraîchage	T	650	45	29250
total Produits					29250
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	2000	2000
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	12	600
semences	semences				850
map	Engrais	q	290	2	580
sulfate de potasse48	Engrais	q	330	2	660
Potassium	Engrais	kg	6.00	100	600
urée46	Engrais	q	290	2	580
sous total					2420
M. désherbage	Main-d'oeuvre	J	35.00	7	245
divers	autres charges	DH	1.00	7000	7000
irrigation	eau irrigation	m3	0,5	4000	2000
total Charges					15115
Marge unitaire					13336

II) Zone du BEHT

1) Exploitation efficiente :

1-1 Structure de l'exploitation :

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
blé tendre	17	Melk	Direct	Mixte : Gravitaire et Goutte à Goutte
agrume	30			
melon	3			

1-2 les Itinéraires techniques des cultures :

* Agrume

Output/ Inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
agrume	agrume	T	1000	25	25000
total Produits					25000
cver crop	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
traçage	travaux du sol	ha	150	1	150
M. désherbage	Main-d'oeuvre	J	35.00	8	280
taille	Main-d'oeuvre	arbres	4.00	210	840
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	2	70
urée46	Engrais	q	290	3	870
142814	Engrais	q	280	3	840
ammonitrate33	Engrais	q	220	6	1320
superphosphate de triple 45	Engrais	q	200	6	1200
Potasse	Engrais	q	400	1	400
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	1000	1000
EAU GRAVITAIRE	eau irrigation	M3	0.50	6912	3456
divers	autres charges	DH	1.00	1500	1500
total Charges					12226
Marge unitaire					12774

*** Blé tendre**

Output / Inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
Grain blé dur	Céréales	q	215	35	7525
paille	Céréales	botte	6.00	200	1200
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					8975
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
SEMOIR	travaux du sol	ha	150	1	150
sous total					890
urée46	Engrais	q	290	1.5	435
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	1	35
blé tendre	Semences	q	225	3	675
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	1	50
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	350	350
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
BOTTELAGE	travaux du sol	botte	2.50	180	450
total Charges					3285
Marge unitaire					5690

*** Melon**

Output / Inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
melon	maraîchage	T	2000	30	60000
total Produits					60000
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
BINAGE	travaux du sol	ha	380	2	760
cover crop	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
melon	Semences	dhs	1.00	6000	6000
engrais	Engrais	dhs	1.00	3000	3000
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	3000	3000
M. TOTALE	Main-d'oeuvre	DH	1.00	3500	3500
divers	autres charges	DH	1.00	1500	1500
Irrigation	eau irrigation	m3	0.4	7465	2986
total Charges					21446
Marge unitaire					38554

2) Exploitation inefficace :

2-1 Structure de l'exploitation :

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
blé tendre	1,33	Melk	Direct	Gravitaire
agrumes	0,16			

2-2 les Itinéraires techniques des cultures :

* blé tendre

Output / inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
Grain blé dur	Céréales	q	215	35	7525
paille	Céréales	botte	6.00	140	840
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					8615
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
BOTTELAGE	travaux du sol	botte	2.50	140	350
Amonitrate 33	Engrais	q	200	2.5	500
urée46	Engrais	q	290	2	580
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	1	50
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	3	105
semence blé	Semences	dhs	1.00	270	270
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	700	700
total Charges					3695
Marge unitaire					4920

* Agrumes

Output / inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
agrumes	agrumes	T	1000	30	30000
total Produits					30000
cover crop	travaux du sol	dhs	1.00	300	300
traçage	travaux du sol	ha	150	1	150
sous total					450
urée46	Engrais	q	290	3	870
Potasse	Engrais	q	400	2	800
ammonitrate33	Engrais	q	220	2	440
142814	Engrais	q	280	5	1400
M. TOTALE	Main-d'oeuvre	DH	1.00	4000	4000
EAU GRAVITAIRE	eau irrigation	M3	0.50	7128	3564
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	1560	1560
divers	autres charges	DH	1.00	2000	2000
total Charges					15084
Marge unitaire					14916

III) Zone Centrale

1) Exploitation Efficente

1-1 Structure de l'exploitation :

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
blé tendre	1	Melk	Direct	Gravitaire
Betterave à sucre	1			

1-2 les Itinéraires techniques des cultures :

* blé tendre

Output / inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
Grain blé tendre	Céréales	q	215	38	8170
paille	Céréales	botte	6.00	180	1080
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					9500
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
BOTTELAGE	travaux du sol	botte	2.50	180	450
SEMOIR	travaux du sol	ha	150	1	150
urée46	Engrais	q	290	1.5	435
Amonitrate 33	Engrais	q	200	1	200
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	1	35
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	1	50
blé tendre1	Semences	kg	335	200	670
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	50	50
total Charges					3180
Marge unitaire					6320

*** Betterave à Sucre**

Output / inputs	Catégorie	Unités	Prix (DH)	Quantités	Valeur
produit racine	betterave à sucre	T	400	50	20000
pulpe sèche	betterave à sucre	Kg	0.60	4400	2640
total Produits					22640
betterave à sucre	Semences	kg	100	10	1000
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
STUBBLE PLOW	travaux du sol	ha	170	1	170
SEMOIR	travaux du sol	ha	150	1	150
sous total					1060
Amonirate 33	Engrais	q	200	3	600
NPK 18.46.0	Engrais	q	280	3	840
ENGRAIS FOLIAIRE	Engrais	L	40.00	40	1600
ENGRAIS FOLIAIRE	Engrais	L	40.00	3	120
sous total					3160
TRACTOR(I)	Phytosanitaires	L	400	1	400
DELTA2.5(I)	Phytosanitaires	L	298	0.25	75
sous total					475
M.RECOLTE	Main-d'oeuvre	J	35.00	28	980
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	5	175
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	10	500
M.IRRIGATION	Main-d'oeuvre	J	35.00	3	105
M.SEMIS	Main-d'oeuvre	J	35.00	10	350
sous total					2110
Irrigation	eau irrigation	M3	0.50	2100	1050
total Charges					8855
Marge unitaire					13786

2) Exploitation inefficace :

2-1 Structure de l'exploitation :

Cultures	Superficie (Ha)	Statut foncier	Mode de faire valoir	Mode d'irrigation
blé tendre	0,5	collectif	Direct	Gravitaire
blé dur	0,5			
canne à sucre	2			

2-2 les Itinéraires techniques des cultures :

* Blé tendre

Nom	Catégorie	Unité	Prix (Dh)	Quantités	Valeur
Grain blé dur	Céréales	q	215	40	8600
paille	Céréales	botte	6.00	100	600
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					9450
CHARRUE A DISQUE	travaux du sol	ha	400	1	400
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
BOTTELAGE	travaux du sol	botte	2.50	100	250
urée46	Engrais	q	290	2	580
Amonitrate 33	Engrais	q	200	1.5	300
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	1	50
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	3	105
semence blé	Semences	dhs	1.00	270	270
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	180	180
total Charges					2875
Marge unitaire					6575

*** Blé dur**

Output / Inputs	Catégorie	Unités	Prix (dhs)	Quantités	Valeur
Grain blé dur	Céréales	q	215	25	5375
paille	Céréales	botte	6.00	100	600
chaume	Céréales	ha	250	1	250
total Produits					6225
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	1	1
COVER CROP	travaux du sol	ha	170	2	340
BOTTELAGE	travaux du sol	botte	2.50	100	250
MB	travaux du sol	ha	400	1	400
SEMOIR	travaux du sol	ha	150	1	150
sous total					1141
urée46	Engrais	q	290	2	580
ammonitrate33	Engrais	q	220	1.5	330
sous total					910
M.EPONDAGE	Main-d'oeuvre	J	35.00	1	35
M.TRAITEMENT	Main-d'oeuvre	J	50.00	1	50
semence blé	Semences	dhs	1.00	350	350
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	50	50
total Charges					2536
Marge unitaire					3689

*** canne à sucre**

Nom	Catégorie	Unité	Prix (Dh)	Quantités	Valeur
canne à sucre	cultures sucrières	T	250	100	25000
total Produits					25000
canne à sucre	boutures	T	500	10	5000
cover crop	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
charrue à disque	travaux du sol	dhs	1.00	400	400
traçage	travaux du sol	ha	150	1	150
sous total					950
EAU GRAVITAIRE	eau irrigation	M3	0.50	10368	5184
Main-d'oeuvre occasionnelle	Main-d'oeuvre	j	35.00	8	280
142814	Engrais	q	280	4	1120
urée46	Engrais	q	290	9	2610
sous total					3730
produits	Phytoprotecteurs	DH	1.00	700	700
total Charges					15844
Marge unitaire					9156