

T. Hartani, A. Douaoui, M. Kuper, (éditeurs scientifiques) 2009.
Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du
quatrième atelier régional du projet Sirma, Mostaganem, Algérie,
26-28 mai 2008. Cirad, Montpellier, France, colloques-cédérom.

Efficiences économiques comparées des systèmes de production dans différentes situations d'accès à la ressource en eau

Application dans le périmètre irrigué du Gharb, Maroc

Harbouze R. *, Le Grusse Ph. **, Belabes K. ***, Raki M. **, Bouaziz A. **, Ruelle P. ****

*IAV HASSAN II département Sciences Humaines, Ciheam-lamm, 3191, route de Mende
34093 Montpellier Cedex 5, France

** Umr G-Eau – Ciheam-lamm, 3191, route de Mende 34093 Montpellier Cedex 5, France

***IAV Hassan II, BP 6202 Rabat- Instituts, 10100 Rabat, Maroc

****Umr G-Eau – Cemagref, 361, rue J.F. Breton, BP 5095, 34196 Montpellier, Cedex 5, France

Résumé — Ce travail qui a été mené dans les trois grandes zones d'action de l'ORMVA du Gharb (Côtière, Centrale et Beht) a pour objectifs la comparaison des indices d'efficiences économiques des exploitations agricoles irriguées. La méthode *Data Envelopment Analysis* (DEA) a été adoptée. Un échantillon de 49 exploitations a servi de base à cette étude. Il englobe des exploitations avec des systèmes de production différents (maraîchers, céréaliers, agrumicoles et sucriers) et des modes d'irrigation différents (localisé, aspersion et gravitaire). L'analyse des données montre que parmi les exploitations les plus efficaces on trouve en même temps celles qui « souffrent » d'un manque d'eau d'irrigation (zone du Beht) et celles qui ont un accès « illimité » à la ressource (pompages privés au niveau de la zone côtière). La grande majorité (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.

Doté d'un remarquable potentiel en horticulture, le Maroc attire de nombreux producteurs et acteurs commerciaux étrangers. Compte tenu de la concurrence montante prévisible de nouveaux pays producteurs 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 ». 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 (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 1980 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'agroindustrie et l'exportation. Les avantages compétitifs dont dispose le Maroc

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

pour certaines filières telles que les agrumes et le maraîchage primeur notamment la tomate constituent le fer de lance des exportations agricoles nationales 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. Ces cultures à haute valeur ajoutée sont souvent exigeantes en eau et elles n'étaient pas destinées aux systèmes de gestion collective de la ressource en eau qui étaient prévus au départ pour les 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, du fait de leur importance, de leurs caractéristiques spécifiques et du nombre de nappes surexploitées (Le Goulven, 2006).

Il faut envisager un autre mode de gestion de la demande des ressources en eau. Grâce à une réduction de la demande globale, qui passe notamment par une diversification de l'économie, 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). Il s'agit d'encourager et de développer les cultures qui valorisent mieux l'eau d'irrigation. La gestion de la demande, notamment en agriculture (dans les grands périmètres d'irrigation), représente un potentiel considérable face à une ressource limitée et dont les coûts de mobilisation sont élevés.

Les zones irriguées, bien qu'elles ne représentent moins de 11 % de la Saou, ont bénéficié de la place de choix qui leur a été accordée. Ainsi, ces zones (périmètres), qui contribuent à environ 45 % en moyenne de la valeur ajoutée agricole, rassemblent 75 % des exportations agricoles et assurent plus du tiers de l'emploi en milieu rural (Herzenni, 2002). Le secteur irrigué étant le plus grand consommateur avec 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 à la préserver pour les générations futures (Moghli et Benjelloun Touimi, 2000 ; Bouaziz et Belabbes, 2002).

On constate qu'à l'intérieur d'un même périmètre les rendements sont encore très contrastés. On peut citer l'exemple du rendement du blé tendre qui peut passer de 20 à 70 qx/ha. La représentation de chaque classe de rendement reflète généralement une courbe en cloche indiquant une concentration des rendements intermédiaires (entre 30 et 40 qx/ha dans ce cas). Cela veut dire qu'il existe des potentialités très importantes qui ne sont pas exploitées ; en d'autres termes, on peut par l'optimisation des facteurs de production, moyennant les technologies disponibles, déplacer le niveau moyen des rendements vers des valeurs nettement supérieures (Bouaziz et Belabbes, 2002).

Le secteur irrigué est donc appelé 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 exploitations agricoles, cependant une inefficacité dans l'utilisation des facteurs de production a rendu la tâche un peu difficile. Toutefois, la possibilité que des producteurs soient inefficaces a souvent été ignorée, ou occasionnellement reconnue puis écartée. Ainsi, l'explication des variations de la production uniquement par le changement technologique surestime son impact du fait qu'il ne tient pas compte de la notion d'efficacité. Cette notion incarne, entre autres, l'amélioration des compétences techniques et économiques de l'agriculteur et 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 :

- évaluer 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.

Le périmètre du Gharb

Le périmètre du Gharb est situé au nord-ouest du Maroc. Il est limité par l'Océan Atlantique, les dunes du Sahel à l'ouest, les collines du pré-Rif au nord, le plateau du Sais à l'est et la forêt de la Maamora au sud. Avec une altitude comprise entre 4 et 25 m, il est composé 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 (ORMVA, 2006). Il s'étend sur une superficie totale de 616 000 ha dont 388 000 ha de superficie agricole utile qui elle-même 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 en régime pluvial (zone bour) ;
- La superficie non cultivée (infrastructures, parcours, inculte) est de 228 000 ha dont 122 000 ha de forêt.

L'aménagement de ce périmètre comprend trois tranches d'irrigation.

- La première tranche (Pti) a une superficie nette de 35 858 ha et a été entièrement aménagée entre 1972 et 1978. Elle est localisée en grande partie sur la rive gauche de l'oued Sebou et partiellement sur la rive droite de l'oued Beht (secteurs P7 et P8). Les secteurs situés le long de l'oued Sebou sont alimentés à partir de stations de relevage qui desservent des réseaux de canaux portés. Les secteurs P7 et P8 sont alimentés à partir de la station de pompage et du canal Boumaïz (Sebou-Beht). Seul le secteur P7 est irrigué par aspersion (2 558 ha), tout le reste, soit 33 300 ha, étant irrigué en mode gravitaire.
- La seconde tranche d'irrigation (Sti) a une superficie de 37 000 ha. Elle comporte les secteurs : C1 à C4, N1 à N5, M'Da et N9. Les secteurs C1, C2, C4, le M'da et le N9 sont équipés en gravitaire, tandis que les autres secteurs sont équipés en aspersion.
- La troisième tranche d'irrigation (Tti) correspond aux terres irrigables qui, dans la majorité, ne sont pas encore équipées. La superficie nette à équiper au terme de l'aménagement dépassera les 110 000 ha. Elle comporte les secteurs Z1 à Z6, E1 à E5 et le N10. Les secteurs Z1, Z2 et N10 font partie de la zone côtière (Mnasra). (ORMVA, 2006).

Cette région se caractérise par une diversité des productions végétales : cultures sucrières, céréales, maraîchage, fourrages, légumineuses, oléagineuses et arboriculture. Parmi les cultures céréalières, le blé tendre occupe une superficie de 160 000 ha. Sa production est d'environ 6 millions de quintaux (qx). La culture du blé dur occupe environ 43 100 ha soit près de 5 % de la superficie nationale avec une production de 700 000 qx en moyenne, soit près de 7 % de la production nationale.

Les cultures sucrières connaissent quelques difficultés puisque leur superficie a baissé ces dernières années à la suite de la libéralisation des assolements et de la privatisation des sucreries. La betterave à sucre est passée de 17 500 ha en 2004 à 11 000 ha en 2008. La canne à sucre couvre une superficie de 12 000 ha. Parmi les cultures oléagineuses figure le tournesol qui occupe 34 000 ha qui produisent en moyenne 40 000 tonnes. L'arachide est cultivée sur une superficie de 9 300 ha.

Les plantations d'agrumes occupent également une place très importante dans avec 26 % de la production nationale et 22 % de la superficie agrumicole. Elles couvrent une superficie de 16 000 ha et produisent 340 000 tonnes d'agrumes (MADR. 2004).

Le secteur maraîcher revêt une grande importance dans la région. Il se compose des productions de saison, des primeurs et des productions destinées à la transformation. Il a connu un développement avec l'introduction des cultures sous-abris dans la zone côtière. A partir du début des années 1980, il s'est orienté vers les cultures d'exportation, en particulier la fraise et les cultures de transformation notamment le niora et la tomate. Il occupe près de 30 000 ha et produit près de 900 000 tonnes. Le melon et la tomate industrielle viennent en tête et occupe 4 000 ha pour chacune de ces cultures. Les productions sont respectivement de 160 000 tonnes et de 184 000 tonnes. La pomme de terre et la pastèque occupent respectivement une superficie récoltée de l'ordre de 2 400 ha et 2 000 ha avec une production de 84 000 tonnes et de 80 000 tonnes (MADR. 2004).

Le maraîchage de primeur est peu développé par rapport à la région du Souss. Il est dominé par la pomme de terre (1 275 ha de superficie) et le fraisier (600 ha). L'artichaut occupe une superficie relativement importante (2 665 ha) ainsi que la culture du chou (700 ha).

A signaler également que le Gharb est une grande zone de production de fourrages avec une superficie de 28 000 ha dont 18 000 ha pour le bersim et 7 000 ha pour le maïs fourrager. La production de fourrages est de 1,4 million de tonnes environ. Le Gharb est doté de grandes unités agro-industrielles telles que les sucreries et les industries de transformation du lait.

Matériel et méthodes

Caractéristiques des exploitations enquêtées

Les enquêtes réalisées ont touché 49 exploitations agricoles 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 localisé (goutte à goutte).

Les exploitations ont été choisies de manière à refléter la diversité que connaissent les trois zones citées. Notre échantillon a été constitué sur la base de la taille des exploitations (<5ha, 5 à 10ha et > 10 ha), de leur statut foncier (*melk*, collectif, domanial, réforme agraire et *guich*) et de leur système d'irrigation (localisé, gravitaire, aspersion ou pompiste³).

Du point de vue de la taille des exploitations agricoles, 38 % de l'échantillon de la zone côtière est constitué par des exploitations 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 agriculteurs enquêtés ont des exploitations de moins de 5 ha (figure 1).

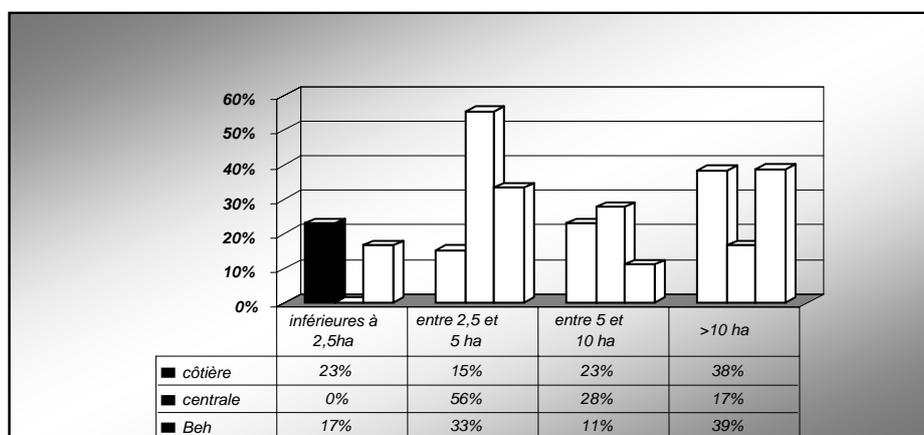


Figure 1. Taille des exploitations enquêtées.

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.

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

² Six exploitations parmi les 13 ont été enquêtées par Mlle Mamounata SEMDE, ingénieur du Génie Rural, lauréat de 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.

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 déclarent souhaiter avoir recours à la même technique, mais ne peuvent 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.

La plate-forme Olympe

Pour évaluer les niveaux de performances économiques, et agronomiques dans des différentes situations d'accès à la ressource, les 49 exploitations qui ont fait l'objet d'enquêtes technico-économiques approfondies ont été modélisées à partir de la plate forme « Olympe ». 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 classiques :

- 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.

Tableau I. Interface de la plate forme Olympe.

Données	Agriculteur	Nb Var	N° Var	Zone	Statut Foncier	Taille	Mode d'irrigation
	boujil abdellah	0	1	COTIERE	Reforme agraire	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
	kaj ktob	0	1	COTIERE	MELK	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
Nouveau	Ait Lazim Ali	0	1	COTIERE	COLLECTIF	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
Copier	Kraae mhamed	0	1	COTIERE	MELK	< = 5 Ha	mixte
Supprimer	zraoula	0	1	COTIERE	MELK	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
Modifier	filifa	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
	mohamed lbark	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
Variante	Etrachli ahmed	0	1	COTIERE	COLLECTIF	>= 10 Ha	Goutte à Goutte
	Ihamiani allal	0	1	COTIERE	COLLECTIF	>= 10 Ha	mixte
V. Etiquet	Ranch abdelali	0	1	COTIERE	COLLECTIF	5 Ha < <10 Ha	Goutte à Goutte
	Lasfar moustapha	0	1	COTIERE	COLLECTIF	< = 5 Ha	Goutte à Goutte
Variante	Nouridine al assal	0	1	COTIERE	MELK	>= 10 Ha	mixte
Visible	Houhaou drisse	0	1	BEHT	Reforme agraire	>= 10 Ha	Gravitaire
Non Visible	almouhi drisse	0	1	BEHT	Reforme agraire	>= 10 Ha	Gravitaire
Note	Ezzouhri driss	0	1	BEHT	Guich	< = 5 Ha	Gravitaire
Visible	Kada thami	0	1	BEHT	COLLECTIF	< = 5 Ha	Gravitaire
Non Visible	choughi jilali	0	1	BEHT	MELK	< = 5 Ha	Gravitaire

Les méthodes de mesures de l'efficacité

Les définitions

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 Aigner et Chu (1968), Seitz (1970 et 1971), Timmer (1971), Carlsson (1972)). Cependant, le débat théorique laisse toujours des ambiguïtés et des questions sans réponses.

Le concept d'efficacité au sens large 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'inefficacité. Cet écart peut être attribué au manque de concurrence qui fait que les exploitants peuvent se permettre d'opérer en dessous de leurs frontières s'ils sont protégés sur le marché (Bachta et Chebil, 2002). D'autres explications mettent en avant les effets des inputs non physiques (information, savoir-faire,...) sur l'efficacité des exploitations (Müller, 1974).

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

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

L'efficacité allocative, ou l'efficacité 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'efficacité allocative est employé par Farrell pour désigner l'efficacité-prix. On peut dire donc que l'efficacité allocative est l'utilisation des inputs dans des proportions qui correspondent à l'optimalité décrite par les prix relatifs des inputs.

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.

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 utilisent des techniques de programmation linéaire pour envelopper les observations.

La méthode DEA (Data Envelopment Analysis)

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, figure 2) (Boussemart, 1994).

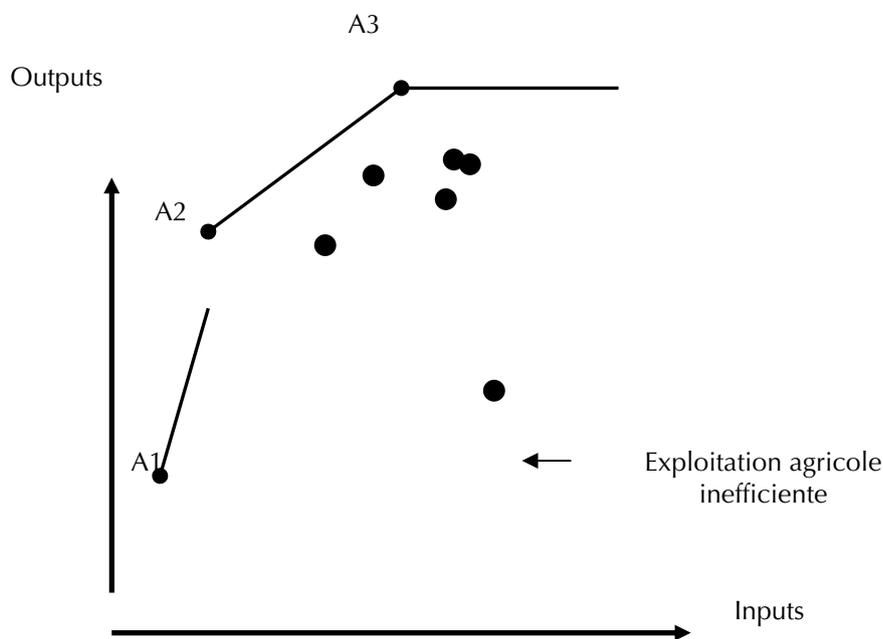


Figure 2. Enveloppe linéaire par morceau.

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

$$E_k = \frac{W_1 \cdot \text{Out}_1 + W_2 \cdot \text{Out}_2 + \dots}{V_1 \cdot \text{Inp}_1 + V_2 \cdot \text{Inp}_2 + \dots}$$

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, DMU_i consomme des montants $X_i = \{x_{ij}\}$ d'inputs ($i = 1, \dots, m$) et produit des montants $Y_i = \{y_{ij}\}$ 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 (sxn) des mesures d'outputs est dénotée par Y , et la matrice (m x n) des mesures d'inputs est dénotée par X (Padillo, 1999).

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.

Nous avons utilisé dans ce travail, le modèle Charnes, Cooper et Rhodes (CCR), 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 :

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

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

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

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 (λ, 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 mesurent 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).

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), sa présence dans la fonction objective permet de la minimisation sur θ et d'assurer l'optimisation concernant les écarts (c'est-à-dire, en sa présence la maximisation des variables d'écart devient un objectif secondaire par rapport à la diminution du coefficient θ);

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 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'inefficacité dans les outputs et inputs correspondants.

Les valeurs obtenues de la fonction objective 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 (Padillo, 1999).

Pour une exploitation agricole efficace (les exploitations agricoles C, D et B', figure 4) 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 (Padillo, 1999).

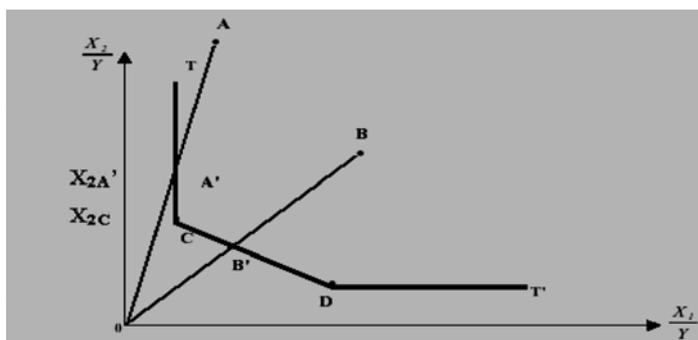


Figure 3. La forme ratio du modèle CCR.

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 monoproduit – 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 donc dire 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 :

$$\begin{aligned}
 \text{Max}_{u,v} h_0(u,v) &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^0}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0} \\
 \text{s.c.} &\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \text{ pour } j = 0, 1, \dots, n \\ \frac{U_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0} \geq \varepsilon, \text{ pour } r = 0, 1, \dots, s \\ \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0} \geq \varepsilon, \text{ pour } i = 0, 1, \dots, m \end{array} \right. \quad (1)
 \end{aligned}$$

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 DMU_0 .

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 DMU_0 (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 » (Charnes *et al.*, 1978) :

$$\text{Pour la DMU}_0 \quad \text{Max}_{\mu, v} \quad h_0(\mu, v) = \sum_{r=1}^s \mu_r y_r^0$$

$$\text{s.c.} \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^m v_i x_i^0 = 1 \\ \sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ \mu_r, v_i \geq \varepsilon \end{cases}$$

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. (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 (Raab et Litchy, 2002).)

Pour calculer les scores d'efficacité, on a considéré un output (le produit dégagé par l'exploitation) et huit agrégats d'inputs : pour le calcul des indices de l'efficacité, on doit disposer des prix des inputs. Donc, l'agrégation va se faire en général sur la base des valeurs monétaires :

- terre : à cause de la présence de plusieurs types de sol, il n'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 servi 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 (35 Dh à 50 Dh) ;
- 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 ne sera pas comptabilisée ; l'input sera exprimé en m^3 ;
- semences : on a 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 (Piot-Lepetit, 1996).

Résultats de la méthode DEA (modèle ratio CCR)

Les résultats sont d'abord analysés de manière globale par zone, puis des regroupements par classes d'efficacité permettent de préciser le comportement des différentes exploitations dans leur utilisation des intrants, puis on examine les résultats par types de cultures afin de commencer à identifier les causes des écarts observés.

Analyse des scores d'efficacité pour les exploitations par zone

Zone 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, les exploitations de la zone côtière peuvent réduire en moyenne de 27 % leurs inputs, tout en maintenant constant l'output produit, mais en fait, il existe des disparités importantes entre exploitations...

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. Le résultat est donc un peu moins bon que pour la zone précédente, avec un plus grand nombre d'exploitations avec une efficacité éloignée de la « frontière ».

Zone centrale

Au niveau de cette zone on trouve le plus faible score moyen d'efficacité économique avec une valeur de l'ordre de 58 % ; l'écart moyen est de 16 %. On a 83 % des exploitations dans l'échantillon des exploitations enquêtées de cette zone qui sont inefficaces.

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

On constate (tableau II) que la classe la plus efficace (80 %-100 %) est celle qui dégage le produit/ha le plus élevé. Ces exploitations en moyenne arrivent à dégager 14 DH/m³ mais elles consomment aussi le plus d'inputs/ha, avec une utilisation moyenne de près de 7 600m³ d'eau par hectare.

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

classe d'efficacité	engrais/ha (DH)	semences/ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/M3 (DH/m3)	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	1464	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

Les exploitations les moins efficaces (20 % à 40 %) dégagent le plus faible produit/ha et consomment le moins d'inputs/ha, ce sont des exploitations peu consommatrices en eau d'irrigation (moins de la moitié de la classe la plus efficace) ; l'eau utilisée n'est valorisée qu'à hauteur de 5 DH/m³.

On remarque qu'il y'a une certaine cohérence entre les niveaux d'efficacité des exploitations et le rapport produit/inputs, c'est-à-dire que les exploitations les plus efficaces 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 proportionnellement moins d'inputs.

Tableau III. Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (Beht).

classe d'efficacité	engrais/ha (DH)	semences/ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produits /Inputs
80% - 100%	3051	268	540	67	2607	4940	2100	27283	6	13365	2,0
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 %	1416	832	495	22	2388	2064	2750	9037	5	9693	0,9

Pour la zone du Beht, les exploitations les plus efficaces n'arrivent à obtenir que 27 283 DH/ha (cinq fois moins qu'en zone côtière) de produit par ha (tableau III). Ces exploitations arrivent à peine à dégager 6 DH/m³ d'eau utilisée.

Il faut préciser qu'en termes de valorisation de l'eau, les exploitations de la classe d'efficacité 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 IV. Classes des scores d'efficacité et moyenne des inputs/ha (zone centrale).

classe d'efficacité	engrais/ha (DH)	semences/ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	terre (DH/ha)	Produit (DH/ha)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produits /Inputs
80% - 100%	522	159	88	11	1235	9261	3000	26170	3	10009	2,6
60% - 80%											
40% - 60%	1312	1460	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 que dans la zone centrale, 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. A l'opposé, les exploitations les plus efficaces sont celles qui utilisent moins d'inputs, (6 à 10 % en moins). Cette situation n'est pas celle observée au niveau de la zone côtière et du Beht où les exploitations les plus efficaces sont celles qui utilisent plus d'intrants.

En termes 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 3 DH/m³, ce qui est très faible par rapport aux autres zones.

Analyse des scores d'efficacité des cultures

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

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

On remarque (tableau V) que les cultures de betterave à sucre les moins efficaces sont celles qui utilisent le plus d'inputs /ha et dégagent le plus faible produit/ha. Les cultures de betterave à sucre qui appartiennent à cette classe d'efficacité (20 % - 40 %) sont celles qui valorisent mieux l'eau d'irrigation du fait qu'elles utilisent peu d'eau par rapport aux autres classes d'efficacité. Par contre, les autres inputs, hormis la mécanisation (et l'irrigation), sont supérieurs à ceux des autres classes.

Les cultures de betterave à sucre de la classe la plus efficace dégagent le plus grand produit/ha et utilisent moins d'inputs/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.

Si l'on considère la seconde culture sucrière (tableau VI), les cannes à sucre CAS les plus efficaces sont celles qui dégagent le produit/ha le plus grand et qui utilisent plus d'inputs ; le même constat est donc inverse de celui des betteraves à sucre BAS (les plus efficaces sont celles qui utilisent le moins d'intrants/ha).

Tableau V. Produits et inputs/ha par classes d'efficacité pour les betteraves à sucre.

Cultures	Classes d'efficacité	Produit (DH/ha)	engrais/ha (DH)	semences /ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produit/Inputs
BAS	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

Tableau VI. Produits et inputs/ha par classes d'efficacité pour les cannes à sucre (CAS).

Cultures	Classes d'efficacité	Produit (DH/ha)	engrais/ha (DH)	semences /ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produit/Inputs
CAS	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

La meilleure valorisation de l'eau est obtenue avec les CAS de la classe la plus efficace, à hauteur de 2,8 DH/m³ d'eau d'irrigation.

La classe 80 %-100 % ne comprend que 25 % des effectifs (qui ont donc des itinéraires efficaces). Ce résultat montre ainsi que cette culture est très mal conduite en termes d'utilisation des intrants.

La majorité des cultures sucrières des exploitations de notre échantillon sont 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 VII et VIII), 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 6 dh/ha., les céréales étant le plus souvent conduites sans irrigation, cet indice est sans objet.

Tableau VII. Produits et inputs/ha par classes d'efficacité pour les céréales.

Cultures	Classes d'efficacité	Produit (DH/ha)	engrais/ha (DH)	semences /ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produit/Inputs
céréales	80% - 100%	9301	990	631	401	15	1644			4191	2,2
	60% - 80%	7360	869	711	536	20	1398			4214	1,7
	40% - 60%	7969	1259	722	554	16	2240			5336	1,5
	20% - 40 %										

Tableau VIII. Produits et inputs/ha par classes d'efficacité pour les agrumes.

Cultures	Classes d'efficacité	Produit (DH/ha)	engrais/ha (DH)	semences /ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produit/Inputs
Agrumes	80% - 100%	42500	1710	1550	2600	77	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 %										

Les cultures maraîchères les plus efficaces (tableau IX) ont le produit/ha le plus élevé par rapport à toutes les autres cultures (2 à 7 fois plus grand). Ce sont les cultures qui valorisent le mieux l'eau d'irrigation avec 12.9 DH/ha pour les classes d'efficacité 80 %-100 %.

Tableau IX. Produits et inputs/ha par classes d'efficacité pour les cultures maraîchères.

Cultures	Classes d'efficacité	Produit (DH/ha)	engrais/ha (DH)	semences /ha (DH)	phyto/ha (DH)	Mo (J/ha)	méca/ha (DH)	eau/ha (M3)	Produit/M3 (DH/m3)	Inputs (DH/ha)	Produit/Inputs
Maraîchères	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	5154	2502	116	1864	5400	6,5	20358	1,7
	20% - 40%	15750	3431	2893	1079	60	1050	4400	3,6	12752	1,2

On remarque en général que pour être efficaces, les cultures maraîchères doivent être conduites en mode intensif (« plus je dépense en inputs plus j'aurai de produit »), les observations sont les mêmes que pour la canne à sucre.

Exemple d'aide à la décision pour les agriculteurs

L'utilisation possible des résultats exposés ci-dessus pour l'aide à la décision est illustré dans le cas de trois exploitations agricoles dont les principaux résultats sont rassemblés dans le tableau X. L'exploitation 1 ne maîtrise pas bien la conduite des cultures sucrières. En effet, 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. Pour corriger cette inefficace, on observe comment cet agriculteur conduit ses cultures sucrières, et on le compare par exemple à l'agriculteur 3 dont la canne à sucre est très efficace. L'agriculteur 2 est efficace et ses indices sont bons pour deux cultures par contre il a une marge de progrès importante pour les pastèques.

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.

Tableau X. Comparaison des efficacités (DEA) cultures et exploitation pour trois exploitations.

	Cultures	Surface (ha)	DEA cultures	DEA exploitation
1	blé tendre	1	1,0	0,30
	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	

En résumé, les résultats précédents de l'analyse des indices d'efficacité suggèrent plusieurs réflexions.

En premier lieu, le fait que 73 % des exploitations de l'ensemble de l'échantillon des exploitations aient des scores d'efficacité très faibles (52 % pour la zone côtière, 78 % pour la zone du BEHT et 83 % pour la zone centrale) suggère les hypothèses suivantes :

- la majorité des agriculteurs ne maîtrise pas la technologie disponible ;
- le niveau technique des agriculteurs appartenant à une même zone est très similaire ;

En considérant la technologie disponible, les agriculteurs au sein d'une même zone affectent les ressources d'une manière similaire. Cela signifie que les agriculteurs disposent des mêmes informations techniques.

En second lieu, contrairement à ce qui était attendu, les exploitations de la zone côtière ne présentent pas d'efficacités qui leur permettent de surclasser celles des autres zones. Certes 49 % des ces exploitations sont efficaces, mais la plus efficace d'entre elles n'occupe que le rang 5 par rapport aux 48 autres exploitations de l'échantillon. Au contraire, 4 exploitations de la zone du Beht (ou il y a un manque d'eau) occupent les quatre premiers rangs.

En effet, même si les agriculteurs de la zone du Beht connaissent une pénurie 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 ne parviennent pas à atteindre les mêmes niveaux d'intensification que ceux observés dans la zone côtière et le Beht : ils ont des niveaux de produit/ha et de valorisation de l'eau très faibles. Cette situation pousse ces agriculteurs à avoir un mode de gestion plus orienté vers l'économie des intrants, tandis que dans la zone côtière et le Beht, les agriculteurs ont tendance à intensifier davantage leur mode de production.

Conclusion

L'objectif du présent travail était de calculer et de comparer les efficacités économiques 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 Beht) de la plaine du Gharb, qui présentent des différents systèmes de culture et de mode d'accès à la ressource. Ainsi, on a établi que les exploitations de la zone côtière sont des exploitations maraîchères conduites en irrigation localisée qui dégagent la marge globale (revenu) et la marge par hectare la plus importante, ce qui était effectivement prévisible. Ce sont des exploitations qui se diversifient largement du fait de la disponibilité abondante de l'eau accessible par pompage direct dans la nappe. 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 Dirhams/m³.

Dans les 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 plutôt l'aspersion tandis que les exploitations du Beht connaissent un manque d'eau et sont irriguées dans la grande majorité des cas selon la technique gravitaire. Les exploitations de ces deux zones présentent des similitudes de performances et de valorisation de l'eau d'irrigation.

Il apparaît que dans la zone côtière les exploitations, les plus efficaces sont celles qui ont une utilisation intensive des 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 ont peu de choix possibles de diversification ; ils jouent donc davantage sur la gestion des intrants (l'efficacité se joue dans une bonne maîtrise des intrants, gestion par les charges).

Cependant l'examen non plus des résultats globaux par zone mais des résultats individuels des agriculteurs fait apparaître que les quatre agriculteurs les plus efficaces de l'échantillon sont des agriculteurs du Beht, qui opèrent dans une zone avec des ressources en eau limitée, il est donc souhaitable de compléter les travaux en cours pour valider les premiers résultats obtenus. Cette démarche pourra être poursuivie dans le cadre des travaux engagés par l'Observatoire technico-économique en cours de construction par l'Ormvag. L'approfondissement dans l'avenir de cette méthode pour obtenir les efficacités partielles (par rapport à chaque input) permettra de répondre à la question posée précédemment : pourquoi telle ou telle culture est inefficace ? et de formuler des conseils plus adaptés aux agriculteurs.

Enfin il convient de mentionner que cette méthode 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 confronter à des outputs économiques.

Références bibliographiques

AFRIAT S., 1972. Efficiency estimation of production function. *International Economic Review*, 12 (3): 586-598.

ATTONATY J.M., Le BARS M., ALLAYA M., Le GRUSSE Ph., 2004. Manuel d'utilisation d'Olympe ; Logiciel de simulation technico-économique pour l'agriculture. Ciheam-lamm.

BADILLO P., 1999. La méthode DEA : Analyse des performances. p. 1-72.

BOUAZIZ A., BELABBES K., 2002. Efficience productive de l'eau en irrigué au Maroc. *Hommes, Terre & Eaux* 32 (124): 57-72

BOUSSEMART J.P., 1994. Diagnostique de l'efficacité productive par la méthode DEA : application à des élevages porcins. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, 31 : 44-58.

DIETSCH M., 1995. Efficience et prise de risque dans les banques en France. *Revue économique*, 47 (3) : 745-754.

FARRELL M., FIELDHOUSE M., 1962. Estimating Efficient Production Functions under Increasing Returns to Scale. *Journal of the Royal Statistical Society*, 125 (2): 252-267.

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. Les politiques d'irrigation considérations macro et micro économiques, tome 2.

Le GOULVEN P., 2006. Gestion intégrée des ressources en eau –GIRE- Principes, définitions et mise en œuvre.

LAU L., YOTOPOULOS P., 1971. A test of relative efficiency and application to Indian agriculture. *The American Economic Review*, 61 (1) : 94-107.

LEPETIT I., RAINELLI P., 1996. Détermination des marges de manœuvre des élevages à partir de la mesure des inefficacités. *INRA Production Animale*, p. 367-377.

MEEUSEN W., Den Broeck, J. 1977. Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, 18, (2): 435-444.

MOUGHLI E., BENJELLOUN T., 2000. Valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales dans les grands périmètres irrigués au Maroc. *Revue Hommes Terre et Eaux*, n° 116.

Si HAMMOU KARIM, 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 3^e cycle de l'IAV Hassan II

TIMMER C., 1971. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. *Journal of Political Economy*, 79 (4): 776-794.