



Impact assessment of water resources development: Case of Tunisia

Impact assessment of water resources development in the Merguellil basin: Kairouan, Tunisia

Version proviso ire

Mohamed Salah Bachta, Lokman Zaibet and Lassaad Albouchi

Juillet 2005

Sommaire

<i>Avant propos</i>	3
<i>1. Introduction</i>	4
<i>2. Impact économique des aménagements hydrauliques dans la zone de Merguellil</i>	8
<i>2.1 Présentation de la zone d'étude</i>	9
2.1.1 Bassin versant du Merguellil	9
2.1.2 Zone d'étude	11
2.1.3 Situation sans projet	11
2.1.4 Situation avec projet	12
A- Délégation de Chebika	12
B- Délégation de Haffouz	15
C- Aménagements réalisés	19
1- Objectifs visés	19
2- Les ouvrages mis en place	19
D- Les institutions régionales	21
E- Développement agricole régional	23
<i>2.2 Méthode</i>	25
2.2.1 Identification des branches	25
III-2 Lecture horizontale	26
III-2-1 Production	26
III-2-2 Système des prix à considérer	26
III-2-3 Consommation intermédiaire	27
III-2-4 Formation brute du capital fixe	27
III-2-5 Consommation finale	27
III-3 Lecture verticale	27
III-3-1 La valeur ajoutée	28
III-3-2 Intervention de l'Etat	28
III-3-3 Rémunération des facteurs fixes de production (Répartition de la valeur ajoutée)	28
<i>2.3 Application de la méthode à la zone de Chebika et Haffouz</i>	29
2.3.1 Les branches retenues dans l'analyse	29
2.3.2 Les activités agricoles retenues dans l'analyse	29
2.3.3 Hypothèses du travail	30
2.3.4 Résultats et interprétation	32
<i>3. Environmental impact</i>	35
3.3 Multiple agents and their priorities: weight vectors	36
3.4 Impact assessment	37
Conclusion	42
References	43
<i>Annexes</i>	44

Avant propos

Le présent document constitue une version provisoire du contenu de l'action "impact assessment of water development in Marguellil Bassin". Il s'agit d'une première présentation des méthodologies de l'évaluation des impacts économiques et environnementaux de l'anthropisation du bassin étudié (Haffouz) et de l'intensification de l'irrigation dans la plaine qui lui est associée (Chebika).

L'absence de comptabilité économique régionale a conduit l'équipe à élaborer un TES décrivant le fonctionnement de l'économie régionale basé sur la connaissance du terrain étudié. La soumission, pour validation, de ce travail aux responsables régionaux constitue une phase importante de la méthodologie adoptée. Cette étape n'a pu être effectuée.

En ce qui concerne l'évaluation de l'impact environnemental, la mise à profit d'une documentation pertinente et des interviews de responsables à l'échelon central en charge de projets dits PGRN¹ et PDAI² ont permis d'élaborer une première esquisse d'évaluation. Les mêmes interviews sont à conduire aux échelles régionale et locale en vue de compléter le travail entamé.

¹ Projet de Gestion de Ressources Naturelles.

² Projet de Développement agricole Intégré.

1. Introduction

Although the economic nature of water resources has become recognized nationally and internationally studies on the impacts of water resources development remain scarce. Development, management and assessment of water resources require programmes of capacity building both at the vertical and horizontal levels (Harvelt, 1996). Vertical capacity building concerns linkages within the drinking water supply, sanitation, irrigation, health, environment and other water-related sectors. Horizontal capacity building on the other hand requires linkages between these sectors.

This paper develops some indications useful for an assessment of environmental impacts of water development and watershed management in the Merguellil basin of Kairouan in Tunisia. The overall purpose of this exercise is to generate some insights about the sustainability of the system. The sustainability of water development could be reflected by some lasting positive, pro-people and pro-environment benefits to the stake holders (Samra, 1998).

Impact assessment requires the identification and measurement of direct and indirect benefits or externalities implied by the development of water resources. We distinguish two types of effects; effects on the regional environment and effects on the operation of the economy. Direct impacts are related to changes in the agricultural activities as a result of water development. Indirect impacts are changes in the economic activities resulting from the development of the agricultural activities. The latter are measured in terms of value added and employment creation. To assess indirect benefits we need to work along the supply chain to identify all the activities that might be influenced by the direct impacts. The remaining of the paper is organized as follows: first, a review of the relevant literature on impact assessment is presented; second, the methodology to evaluate environmental impacts and the economic impacts are explained subsequently. The last two sections are followed by the presentation of the evaluation matrices used in the study.

Literature review

The international conference on water and the environment (Dublin, 1992) stipulated four guiding principles to reverse the present trends of over consumption, pollution and rising threats from droughts and floods: i) fresh water is a finite and vulnerable resource, essential to sustain life, development and the environment, ii) water development and management should be based on a participatory approach, involving users, planners and policy makers at all levels, iii) women play a central part in the provision, management and safeguarding of water, iv) water has an economic value in all its competing uses and should be recognized as an economic good.

Issues and criteria relevant to the impacts of watershed and water resource development include (Samra):

- Sustainability: analyzed by monitoring watersheds before the intervention, during active and after withdrawal of active support or interventions.
- Ground water recharge: assessed by rise in water table at different sites.
- Biodiversity restoration: assessed by rehabilitation of degraded vegetation by protection efforts and increase in tree population.
- Participatory process: the population should continue to invest financial resources for land development activity beyond achievement of the project.
- Equity: check the increase in income as a result of the project and the distribution of benefits in the community.

- Productive employment generation: several employment oriented schemes are implemented in the rural sector.
- Impact on women: watershed based development generally increased total working hours for the women. Activities included dairying, animal husbandry and agriculture.
- People's empowerment: promotion of micro-level planning, execution and equitable management of watershed resources as well as establishment of transparency among stakeholders to create mutual trust.
- Environmental impact analysis: evaluated by indicators such soil erosion reduction, improved water recharge, moderation of floods, restoration of biodiversity, improved water quality, amelioration of soil quality.

The assessment of environmental impacts requires multi-criteria analysis (MCA) techniques. The traditional cost-benefit analysis may be of limited use in the case of environmentally sensitive projects because of theoretical and empirical problems (Van Pelt). Introduced first in the United States of America in 1969, then adopted by the first international conference on environment held in Stockholm in 1972 to draw more attention of the relevance of EIA as an important requirement in decision making.

According to the World Bank format of EIA common formal methods used for impact identification are: checklists, matrices, networks, overlays and geographic information systems, expert systems and professional experience (ElAgib, 1998).

Van Pelt (1994) addressed environment and project appraisal and presented a Multi-criteria analysis procedure. This procedure is adopted here and applied to water resources development (see impact matrix below)

Table 1. Impact assessment matrix

Criteria	Project components/actions		
	C1	C2	C3
<ul style="list-style-type: none"> • environment : biodiversity • environment: erosion • human welfare: project income • human welfare: other income • equity • costs • financial sustainability • institutional risks 			

To estimate the impact of water development some analytical models are required. For example, to assess the impacts on erosion a model would have been developed to assess the link between slope, soil, rainfall, vegetation and sedimentation. Other criteria need only assessment on the basis of expert judgments.

Khaleghi (1998) presents a framework to evaluate the environmental impacts of tourism and used an evaluation matrix similar to the above except that the level of impact is evaluated according to the nature of the impact. He used levels such as none, minor, moderate, and serious. For some factors such as air and water pollution quantitative data may be available whereas for other factors only qualitative evaluation is possible.

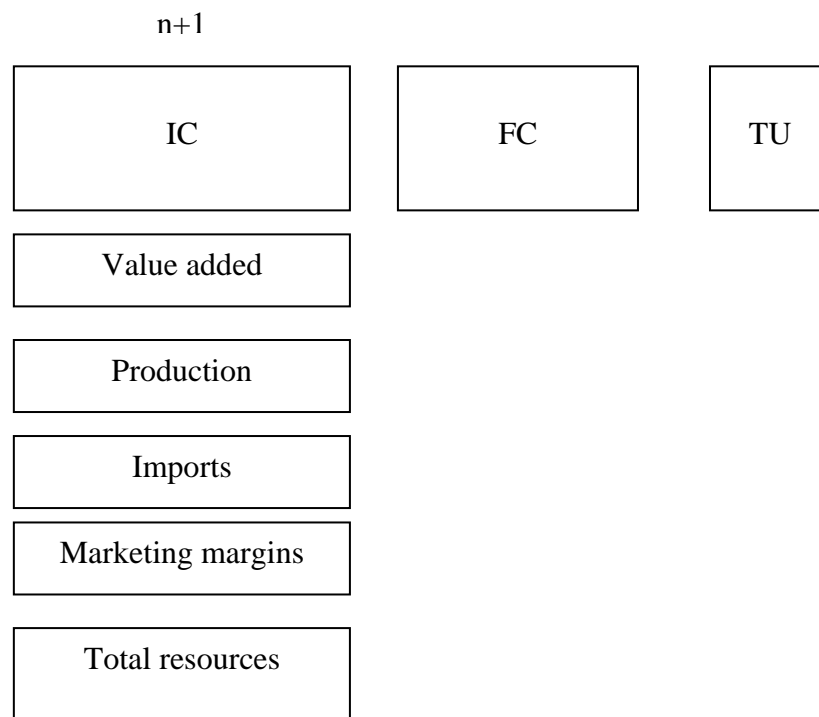
Evaluation of economic effects

To evaluate economic benefits of water development projects we need a method that captures not only direct benefits but also the indirect or induced benefits. The impacts method or “methode des effets” seems to be the most appropriate for this task. When the components of the project are defined, this method consists of analyzing the resulting benefits with regard to their effects on the constraints as well as the objectives (Chervel). The approach consists firstly of an economic assessment of the project effects which follows the five following steps:

1. thorough analysis of the national (**regional**) economy.
2. thorough analysis of the project with respect to the national economy objectives
3. insertion of the project into the national economy (situation with project)
4. assessment of the economic situation without project
5. assess the resulting net effects of the project by comparing the situation with and without project.

Input-output analysis (Tableau de Leontief)

In order to capture full benefits of the project a detailed description of the economy as well as the articulation or **inter-industry linkages** of the project are required. These linkages (forward and backward) are best depicted by the input-output tables (IO). These IO tables are presented in the following graph:



Graph 1

The above graph applies to n sectors and n products where the $(n + 1)^{\text{th}}$ sector is the commerce. IC and FC are intermediate and final consumption respectively and sum to total usage (TU) of the n^{th} product.

We apply the above method to assess the benefits of the project by decomposing all products into backward and forward linkages effects. The different sub-sectors identified are: agriculture, agricultural inputs both imported and local, commercial sector and processing. Resources will be decomposed into water, land and labor.

Impact assessment of water resources development

Prior to the construction of large dams water flows in the Zeroud and Merguellil Basins were controlled by small water catchments constructions (small barrage or dams). The flooding of the Kairouan city in 1969, which caused severe human and material damages to the city, was the main reason to establish large dams (namely El Houareb and Sidi Saad) with the main objective being the protection of the city. These large hydraulic programs were initiated in 1975 and came into service in 1982 (Sidi Saad). Besides reducing floods these dams served to develop irrigated areas and to supply the city with potable water.

Large dams, irrigated areas (PPI) downstream these dams and hilltop dams (barrage collinaire) are constructed by the EGTH (Department of large hydraulic constructions). Smaller dams are created by the GR (department of rural engineering). Hill reservoir catchments are the responsibility of the CES department. The first hill reservoirs were constructed during 1956 and 1962 by national resources and between 1962 and 1972 in cooperation with USA. Soil and water conservation works started since 1985 with the main purpose of protecting the El Haouered dam.

These large and costly dams could not achieve the expected objectives of water resource development without accompanying projects such as soil and water conservation (CES) aiming at protecting these construction and more generally integrated rural development projects to promote irrigation and other related activities which are crucial to the sustainability of the whole water development system in the basins. As a matter of fact the CES department of the Ministry of Agriculture has been created in 1983 (along the construction of the large dams) to implement the national strategy of protection of soils and water.

As such the analysis and the assessment of the impacts of water development in the region cannot be isolated from the overall effects of these inter related and subordinated activities of resource management. The Tunisian experience in terms of natural resources management (NRM) has the following components:

- Soil and water conservation
- Agricultural and pastoral development
- Rehabilitation of small scale irrigation schemes
- Rural infrastructure works
- Women's support activities
- Hill ponds
- Water recharge and spate irrigation operations
- Institutional strengthening

Therefore, our assessment of water development concerns the assessment of overall impacts of CES and forestry, irrigation and rural development projects taking place in the region with the objective being to improve the livelihood of the population. The aim of the assessment is to test out whether such large constructions were successful in achieving the national strategy of water development projects.

2. Impact économique des aménagements hydrauliques dans la zone de Merguellil

Depuis son indépendance, la Tunisie a beaucoup investi dans le secteur hydraulique notamment l'irrigation. Les mobilisations étaient faites, en majeure partie, sur des critères purement techniques. En effet, aujourd'hui, face à la rareté de la ressource, l'ouverture de l'économie tunisienne et la nécessité par conséquent du secteur irrigué, le décideur public a intérêt à rationaliser ces choix en terme d'allocation de la ressource en eau. Pour ceci une évaluation économique des projets d'irrigation s'impose.

Le bassin versant de Merguellil, en Tunisie Centrale, de par son importance, a fait l'objet de plusieurs études depuis fort longtemps. Cet intérêt a été suscité par maintes raisons, dont les plus importantes restent les dégâts causés par l'oued en cas de crues dans la plaine de Kairouan ainsi que la nature précieuse de ses eaux dans son environnement physique pour le développement régional. Ceci parce que l'oued draine une région semi-aride dont les activités principales sont l'agriculture et l'élevage. En effet, la population de ce bassin, qui est à plus de 85% rural, est en majorité à vocation agro-pastorale. En conséquence la plupart des études effectuées sur cette zone ont été menées dans le cadre d'aménagements intégrés, notamment la mise en place de retenues d'eaux et leur protection amont contre l'envasement par les méthodes de lutte antiérosive. Cependant, aucune étude de mesure d'impacts et d'évaluation des retombés économique, environnemental... n'a eu lieu.

La zone du bassin versant de Merguellil bénéficie de financements de plusieurs projets et programmes appuyant le développement socio-économique de la région. Leurs domaines d'intervention sont axés essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles, notamment ressources hydrauliques, sur l'amélioration des conditions de vie et sur la création de sources de revenus. Actuellement, les grands axes de recherche sont l'étude de la nouvelle répartition de la ressource et d'impact des différents types d'aménagements et l'utilisation qui en est faite de la ressource (valorisation de l'eau). En conséquent, l'objectif principal du producteur, selon une stratégie de survie, n'est pas la défense du sol mais la valorisation de l'eau. Ceci s'explique par l'appréciation de ce dernier de la rareté relative des deux facteurs au sein de la zone. En outre, l'eau est le facteur limitant pour le développement du secteur agricole dans cette zone.

Pour être efficace, le décideur public a besoins de certains éclairages pour différents points qui restent encore problématiques. Nous citons à titre d'exemple certains d'entre eux : la rentabilité des projets d'irrigation, l'interaction inter et intra branches économiques au niveau régional, l'importance de chaque activité économique en terme de création de richesse dans la zone, la rémunération des facteurs de production,...

Ainsi, la répartition de la richesse créée entre les activités économiques nous renseigne sur le développement de ces activités et sur la nécessité d'intervenir pour soutenir les activités naissantes (encouragement de l'industrialisation et les services). De même, nous pouvons étudier la tertiarisation qui correspond à l'augmentation de la part des services dans l'emploi et dans la création de richesses qui se traduit aussi par l'augmentation du taux de charge (par de la production consacrée à la rémunération des charges d'exploitation) ainsi que la régionalisation qui indique l'importante croissance du commerce à l'intérieur des zones, c'est-à-dire du commerce intra zone.

Dans ce cadre, une multitude de méthodes d'évaluation des projets d'irrigation se présente. Nous pouvons cité le TRI, la méthode coûts- avantages, le TES, ... Nous proposons, une méthode d'évaluation par élaboration d'un Tableau d'Entrée Sortie (TES) régional qui va nous permettre d'étudier le rôle des différents acteurs dans la région et de mettre à la

disposition des organismes de développement des recommandations pratiques pour la réussite de la politique agricole, notamment dans les périmètres irrigués. Par comparaison au Taux de Rentabilité Interne (TRI), qui permet de juger la rentabilité d'un projet donné (Le TRI est un indicateur synthétique), le TES permet d'étudier la répartition de la richesse créée par ce dernier.

Soit donc, un TES régional inspiré de TES national inspiré à son tour de la comptabilité nationale. Malheureusement on ne dispose pas d'une comptabilité régionale. Pour ceci, nous essayons d'établir un TES régional à partir des données observées et collectées au niveau des deux délégations appartenant à la zone de Merguellil : Chebika et Haffouz. Ces deux délégations très représentatives de la zone de Merguellil représentent deux régions extrêmes à savoir une irrigation intensive bien maîtrisée et une irrigation d'appointe récemment installée.

En s'appuyant donc, sur le principe de la comptabilité nationale, nous représentons l'économie de la zone d'étude dans un tableau input output. Ce tableau résume l'activité économique en secteurs : primaire, secondaire et tertiaire. En effet, la production peut être interprétée selon le sens de lecture du TES : selon une lecture horizontale, il s'agit des consommations intermédiaires plus la formation du capital fixe et les consommations finales. Alors qu'en lecture verticale, elle regroupe les consommations intermédiaires et la valeur ajoutée réalisée (rémunération des facteurs fixes de production).

Notre travail comportera trois parties. Dans un premier temps, nous présenterons le cadre conceptuel de l'aménagement hydraulique du bassin versant de Merguellil et ses implications sur l'espace et le comportement des producteurs. Nous présentons les caractéristiques de la région, notamment les deux délégation : Chebika et Haffouz. La présentation de la zone pour mettre en évidence l'anthropisation du bassin qui définie par l'écoulement de l'eau. Dans ce cadre, une synthèse des problèmes majeurs et des atouts pour le développement régional est présentée. Cette étape a pour but la connaissance du terrain, du fonctionnement des systèmes de production, des acteurs impliqués dans le développement économique régional ainsi que les actions et les programmes du développement entrepris.

La seconde partie traitera de la réflexion méthodologique adoptée pour cette étude d'impacts économique de l'introduction de l'irrigation. Nous proposons une méthodologie appropriée pour appréhender l'opportunité d'aménagement du bassin versant de Merguellil.

Enfin, en troisième lieu, nous étudierons l'opportunité d'introduction de l'irrigation dans la zone et ses effets sur l'économie régionale. A cet effet, nous présenterons l'évolution de l'appareil de production sans et avec projet d'irrigation. Nous préciserons les simplifications adoptées et les hypothèses du travail pour la mise au point du TES tout en gardant une bonne qualité d'analyse. Puis nous procéderons à la présentation et l'analyse des résultats obtenus.

2.1 Présentation de la zone d'étude

2.1.1 Bassin versant du Merguellil

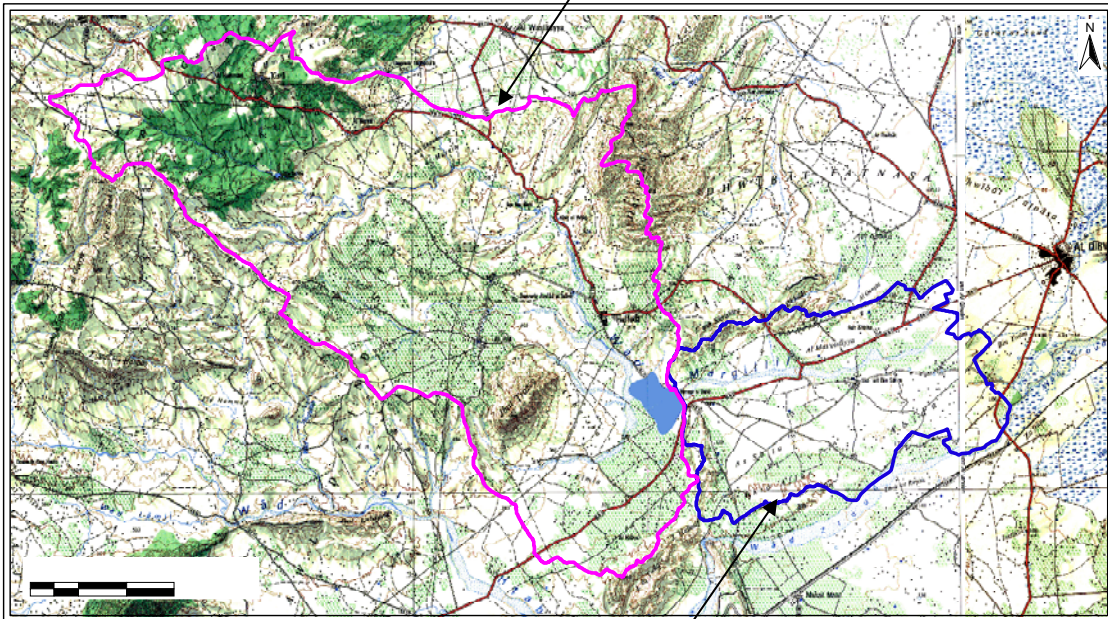
Le bassin versant du Merguellil se trouve dans le Centre de la Tunisie. Il est limité au Nord par la retombée sud des Djebel Bellouta et Serdj, au Sud par le plateau d'El Ala, à l'Ouest par le Djebel Barbrou et le haut plateau de la Kesra, et à l'Est la plaine de Kairouan qui constitue son exutoire naturel. La partie Nord-ouest du bassin de Merguellil se trouve dans le gouvernorat de Siliana, le reste, près de 80 % de sa superficie étant entièrement situé dans le gouvernorat de Kairouan. La superficie du bassin versant de Merguellil est estimée à 1200 Km² au barrage El Haouareb.

La zone de Merguellil, est soumise à plusieurs influences climatiques suite à sa localisation. En effet, elle est entre deux zones climatiques très différentes : d'une part le nord de la Tunisie caractérisé par un climat frais humide et subhumide, d'autre part, le sud dont le climat est aride et désertique. Ainsi, le nord ouest du Merguellil est caractérisé par un climat semi-aride inférieur et supérieur à hiver frais, tandis que le reste du bassin a un climat semi-aride supérieur à hiver tempéré. Cependant, les reliefs des Djebel Trozza et Ouslat se classent dans l'étage climatique semi-aride inférieur à hiver tempéré du fait de leurs altitudes.

Le bassin versant de Merguellil est soumis depuis 40 ans à une anthropisation croissante, équipé à ce jour de 38 lacs collinaires, 5 barrages collinaires, près de 250 km² de banquettes et un grand barrage à l'exutoire. Il s'agit du barrage El Haouareb, construit sur oued Merguellil et achevé en 1989 ayant une capacité de retenue normale de 95 millions m³. Ce dernier est fortement connecté à l'aquifère de la plaine qui occupe environ 200 km² et équipée de très nombreux forages et puits affectés à une grande diversité d'usages. La zone est caractérisée par une infrastructure d'irrigation hétérogène (collectives ou privées) prélevant des eaux superficielles mais surtout celles des nappes sous-jacentes.

Une spécificité de la nappe, dans la zone de Merguellil, est sa recharge facile. Par conséquent les irrigants se permettent de surexploiter cette dernière en espérant qu'une bonne année (pluvieuse) rééquilibrerait la situation. En outre, la surexploitation de la nappe est assez facile à restaurer.

Bassin versant de Merguellil : zone amont du barrage El Haouareb



Plaine de Kairouan : zone avale du barrage El Haouareb

Nous rappelons aussi que Oued Merguellil constitue une menace en terme du risque d'inondation de la plaine (1969), de dégradation du sol sur la zone amont du barrage et de la nappe en zone avale mais aussi une source de création d'emploi, des produits agricole et du revenu.

Pour mettre en évidence l'anthropisation du bassin versant étudié, nous avons pris la délégation de Haffouz, zone représentative du bassin versant de Merguellil avec une irrigation extensive et celle de Chebika, zone représentative d'une irrigation intensive dans la plaine qui lui est associée. Nous supposons donc, que l'impact économique du projet d'irrigation ne serait pas le même pour les deux délégation.

2.1.2 Zone d'étude

La zone concernée par la présente étude est relative à la partie amont et avale du barrage El Haouareb, indiqué sur la carte ci-dessus. Nous prenons en aval du barrage, la délégation de Chebika et celle de Haffouz en amont.

Le tableau ci-dessous nous renseigne sur l'importance relative des activités agricoles pratiquées à l'échelle de la zone de Merguellil dans la production nationale. De même, le tableau indique le poids de chaque activité par rapport à la production relative au sein des deux régions étudiées.

Tableau n° 2 : Importance des principales activités agricoles au niveau régional et national

	Haffouz	Chebika	Part dans la valeur de la production globale		Haffouz	Chebika	Total
	Valeur de la production (DT)		Haffouz	Chebika	part dans la valeur de la Production nationale en %		
Céréales	3058250	12883875	8	18	0,42	1,77	2,18
Cultures maraîchères	3802401	29266962	10	41	0,72	5,52	6,24
Arboricultures	9652522	8834412	26	12	2,92	2,68	5,60
Elevage	19753452	19406005	54	27	1,52	1,49	3,01
Bovin lait	131250	375000	0,4	0,5	0,04	0,11	0,15
Bovin viande	4942452	7001310	13,5	9,7	2,19	3,11	5,30
Caprin viande	2838150	851445	7,8	1,2	4,08	1,22	5,30
Ovin viande	11386500	10674750	31,1	14,8	2,74	2,56	5,30

Source : Données collectées, 2005

2.1.3 Situation sans projet

Il est à signaler qu'il existe deux méthodes différentes d'évaluation du projet d'irrigation à l'aide d'un TES à savoir : étude avec et sans projet ou étude avant et après projet. Nous adoptons celle de comparaison des deux situations avec et sans création de la zone irriguée pour évaluer l'impact du projet. Il s'agit donc à la variation de la production entre les deux situations qu'on suppose qu'elle est due à l'introduction de l'irrigation. Sur la région, plusieurs exploitations agricoles sont conduites en sec. Pour la situation sans projet d'irrigation il suffit de généraliser les pratiques observées sur ces exploitations (on s'attend donc à plus de céréales en sec, d'arboriculture en sec et d'effectif ovin au détriment du maraîchage et d'effectif bovin et d'arboriculture fruitière. En effet, les données relatives au secteur de Ouled Khalfallah³, exploité en sec, sont explorées au niveau de chaque délégation, pour réaliser la comparaison entre situation avec irrigation et celle sans irrigation. Toutefois, nous prenons la campagne d'étude 2003-04 comme année de référence pour cette analyse.

³ Secteur appartenant administrativement à la délégation de Haffouz or 77% de sa superficie se trouve sur la délégation de Chebika, soit 4998 ha et uniquement 1002 ha sur celle de Haffouz soit 15% de la superficie totale du secteur.

2.1.4 Situation avec projet

A- Délégation de Chebika

La délégation de Chebika occupe une zone centrale dans le gouvernorat de Kairouan. Elle se caractérise par un climat semi-aride avec une précipitation annuelle de l'ordre de 290 mm. Zone de plaines, la délégation de Chebika, bénéficie de ressources en eau des nappes et profondes. Chebika, fait partie de la plaine de Kairouan avec 51 280 ha de surface, traversée par l'Oued Merguellil et limitée au Sud par l'Oued Zroud. La délégation possède une surface assez importante en irrigué. Les terres de très bonne qualité couvrent 10 000 ha et 29 500 ha sont de qualité moyenne.

De par sa position dans le gouvernorat, Chebika constitue, en fait, "l'antichambre" de Kairouan. C'est une zone de transit obligé reliant le chef-lieu du gouvernorat à au moins quatre délégation (Oueslatia, Haffouz, El Alaa et El Hajeb). La proximité de la ville de Chebika des croisements du GP3 et du GP12 lui permet de jouer le rôle de plaque tournante. Chebika constitue l'espace économique dynamique permettant, moyennant consolidation, de relier les zones littorales urbanisées à l'arrière pays des basses steppes agricoles.

La croissance de la population est moyenne. Le taux d'accroissement annuel, de 2 % environ (taux national est de 1,2%), montre le maintien d'une partie du croît naturel dans la délégation. Sa proximité et sa dépendance font qu'une proportion de sa population préfère s'installer à Kairouan. De plus, son appartenance géographique à la plaine de Kairouan, fait d'elle une banlieue de la ville, où une grande partie des propriétaires fonciers sont des Kairouanais.

La population de Chebika est en grande partie rurale, soit 93 % (taux national est au voisinage de 60%) et tend à s'agglomérer de plus en plus. La consolidation des groupements s'est faite rapidement ces dernières années avec le développement de l'activité agricole. La croissance du chef-lieu Chebika a atteint 8 %/an durant la dernière décennie. Les densités les plus élevées sont observées dans les secteurs les plus proches de Chebika et dans ceux voisins des délégation de Kairouan Sud et Nord. Les secteurs de faibles densités sont moins favorisés, tant au niveau des équipements qu'au niveau de la richesse et des capacités des sols.

Tableau n° 3 : Caractéristiques de la population

Population	1984	1994	Taux de croissance (%)
Totale	27 948	33 991	2,0
Rurale	1 038	2 258	8,0
Urbaine	26 910	31 733	1,6
Taux d'urbanisation (%)	3,7	6,6	+2,9

Source : ATLAS

La proximité de Kairouan et sa situation sur des grands axes de liaisons, semblent conférer à Chebika un rôle qu'elle assume très difficilement. La concentration des services et du tertiaire à Kairouan ainsi que l'existence d'une attraction industrielle importante ont limité le rôle de Chebika à celui de banlieue : réserve de main d'œuvre potentielle et zone de transit des émigrés de l'arrière pays vers Kairouan ou vers les zones côtières.

L'emploi à Chebika est très particulièrement orienté vers l'agriculture bien que l'activité agricole souffre actuellement du manque de main d'œuvre. L'industrie n'occupe que 10 % des actifs. Les autres secteurs d'activités du territoire (commerces, artisanat, services,...), sont toujours à l'état embryonnaire et n'arrivent pas encore à répondre au dynamisme souhaité pour cette délégation. D'une manière générale, Chebika est bien desservie, mis à part quelques zones où l'accès reste difficile, et ce dans les secteurs de Rouissat et Jouaouda. Bien que Chebika profite des services situés à Kairouan, elle bénéficie

elle-même d'un bon niveau d'équipement et de services pour sa population et ses activités. Sur une superficie totale de 56 660 ha, la surface agricole de la délégation de Chebika couvre environ 51 280 ha, dont 73 % constituent la surface agricole utile.

Problématique et axes d'aménagement

- Les facteurs de blocage

Un certain nombre de contraintes n'ont pas permis une valorisation rationnelle du potentiel agricole existant ; elles sont liées aux mutations rapides de l'activité agricole par rapport aux capacités d'assimilation de la population.

Ceci s'est traduit notamment par :

- un manque de main d'œuvre qualifiée, car la formation et la vulgarisation n'ont pas largement suivi les programmes d'intensification ;
- une sous-valorisation des périmètres irrigués et donc des investissements réalisés.
- une inadéquation entre les spéculations agricoles ;
- une assimilation insuffisante des techniques culturales en particulier, les techniques d'irrigation permettant des économies de l'eau ;
- le problème foncier aggrave la situation de dépendance de Chebika vis à vis de Kairouan ;
- forte concentration de la population dans les 3 secteurs proches du chef-lieu du gouvernorat : Chebika, Aouamria et Abida ;
- l'armature rurale est faiblement ancrée sur le chef-lieu de délégation.

- Les atouts et les potentialités

Face à l'aridité de son climat, Chebika bénéficie d'un apport important en eaux de surface (110 Mm³). La superficie irrigable s'étend sur 9 500 ha, soit 23 % de la surface agricole utile. L'élevage est relativement développé dans la délégation. Les besoins fourragers du cheptel sont couverts à 50 % par les ressources de la délégation. La structure des exploitations agricoles montre que 73 % des exploitants possèdent une superficie inférieure à 10 ha et exploitent 45 % de la superficie agricole totale. Toutefois, la quasi totalité des paysans situés dans cette zone (Karma, Sidi Ali Ben Salem, Chebika, Aouamria), possèdent de 1 à 3 ha en irrigué.

Les potentialités pour l'agriculture à Chebika sont : (i) la situation géographique proche du chef-lieu du gouvernorat ; (ii) les conditions pédoclimatiques (zones de plaine, bons sols) ; (iii) l'importante mobilisation de la ressource ben eau ; (iv) le dynamisme démographique du chef lieu de délégation et sa situation géographique sont des atouts pour sa promotion en tant que relais de services au développement agricole et industriel de la zone.

- Axes d'aménagement

Les perspectives de développement de la délégation de Chebika doivent être orientées vers la rentabilisation des grands investissements liés aux grands travaux hydrauliques, par une rationalisation de l'exploitation agricole. Un programme de formation, de sensibilisation et de vulgarisation doit être mené dans cet objectif.

Hors des zones irriguées, l'activité agricole est basée sur l'arboriculture en sec, les grandes cultures et l'élevage. La plantation d'arbre et d'arbuste fourragers est nécessaire pour limiter l'érosion notamment dans les secteurs de Rouissat et Jouaouda.

- Protection du potentiel productif : sols à surveiller des problèmes de salures (3 g/l) et ressources en eau à tester ; mesure et suivi du niveau d'exploitation (niveau + qualité des eaux des nappes).

- Autonomiser et organiser le fonctionnement de l'espace à l'échelle de l'ensemble de la délégation. Etant bien reliée au chef-lieu du gouvernorat et à différentes délégations, Chebika doit consolider son autonomie tout en fonctionnant avec ses délégations voisines.
- Programme de réfection – modernisation des routes et pistes existantes, notamment celles reliant les différents secteurs au chef-lieu de délégation ; rendre les pistes carrossables, en toutes saisons, pour un bon fonctionnement de l'activité agricole.
- Créer un secteur économique secondaire et tertiaire au niveau du chef-lieu.
- Encourager les installations d'activités para-agricoles et de services liées à l'intensification agricole, tout en consolidant les niveaux d'équipement de l'ensemble des groupements.
- Modernisation de l'agriculture : (i) optimiser et rationaliser la production agricole, dans une perspective de diversification des spéculations agricoles ; (ii) intégration plus grande de l'élevage laitier dans les périmètres irrigués ; (iii) amélioration des performances techniques, rendements et dégagement de surplus pour la transformation locale ; (iv) encourager les associations, les coopératives, les groupements d'intérêt commun (GIC), l'animation et l'entretien par les paysans eux-mêmes.
- équiper le chef-lieu et améliorer le niveau d'encadrement notamment dans la formation professionnelle.

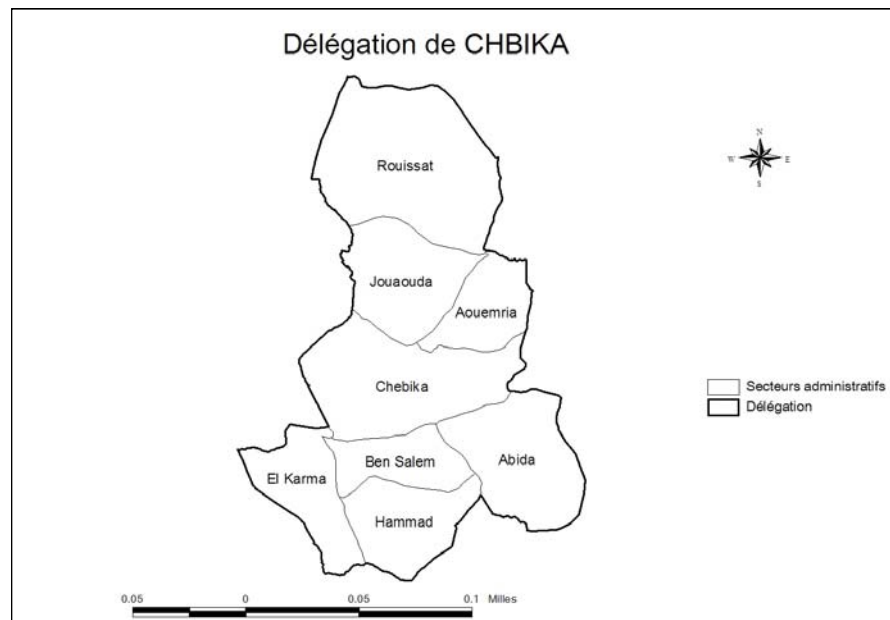


Tableau n° 4 : Potentialités et contraintes locales

Secteur rural	Potentialités du secteur	Problèmes et contraintes
Chebika	-Bonnes potentialités en sol, en eau et en terres de parcours ; -Main d'œuvre spécialisée, périmètres irrigués.	-Pistes difficiles ; -Moyens de vulgarisation insuffisants ; -Manque de main d'œuvre ordinaire (non spécialisées).
Aouemria	-Bonnes ressources en eau et en sol ; -Bon niveau d'équipement.	-Pistes difficiles ; -Vulgarisation insuffisante ; -Problème d'écoulement des productions et de main d'œuvre.
Jouaouda	-Bonnes potentialités en eau et en sol.	-Pistes difficiles ; -Vulgarisation insuffisante ; -Electrification et alimentation en eau potable à généraliser.
Rouissat	-Bonnes potentialités en eau et en sol ; -Carrières de pierres ; -Grandes cultures, cultures maraîchères.	-Pistes difficiles ; -Vulgarisation insuffisante ; -Electrification et alimentation en eau potable à généraliser.
Abida	-Bonnes potentialités en eau et en sol ; -Périmètres irrigués.	-Pistes difficiles ; -Problème d'écoulement des productions ; -Vulgarisation insuffisante.
Sidi Ali Ben Salem	-Bonnes potentialités en eau et en sol ; -Périmètres irrigués ; -Bon niveau d'équipement.	-Pistes difficiles.
Hammad	-Bonnes potentialités en eau et en sol ; -Périmètres irrigués ; -Bon niveau d'équipement.	-Pistes difficiles.
El Karma	-Bonnes potentialités en eau et en sol ; -Périmètres irrigués ; -Bon niveau d'équipement ; -Carrières de pierres.	-Pistes difficiles ; -Outillage agricole insuffisant.

Source : Atlas du gouvernorat de Kairouan, 1995.

B- Délégation de Haffouz

Située au Centre Ouest du gouvernorat de Kairouan, la délégation de Haffouz se présente sous la forme de deux cuvettes, délimitées par une série de montagne (Jebel Oueslat et Jebel Kraïem). Elle est située dans l'étage bioclimatique aride supérieur avec une pluviométrie moyenne de 310 mm/an.

Les ressources en sol sont à 60 % peu évoluées à forte pente avec des affleurements rocheux ; 25 % à pente faible ou moyenne, aptes à l'arboriculture (sec, irriguée) ; 15 % environ à faible pente, sols de plaine, de bonne qualité, aptes aux grandes cultures, à l'arboriculture et au maraîchage avec une irrigation d'appoint.

Physiquement, les sols alternent avec une grande variété et sont très fragilisés par l'érosion. Les eaux sont abondantes, qu'elles soient souterraines ou superficielles. Les nappes phréatiques connaissent un rabattement avancé.

Dans cette, région, à part les cuvettes et plaines de Haffouz, les sols irrigables ne sont pas très abondants. En dehors des crêtes des jebels, l'érosion est presque partout sensible, parfois, sinistrante sur les larges dépressions alluvio-sableuses des larges lits d'oueds (crues) et des plateaux en glacis et piémonts (par ruissellement, ravinement, solifluxion et par érosion en nappe).

La délégation de Haffouz se distingue par des bonnes ressources en eau et par un patrimoine en sol fragile, déjà très entamé par l'érosion multiforme, y compris localement, par l'ensablement. Ce patrimoine est un enjeu régional prioritaire.

Un premier couloir d'ensablement venant de Hajeb El Layoun par les secteurs de Trozza et Ain El Baïdha et un second venant d'El Alaa et affectant les secteurs de Oued Jebbes et Haffouz, aggravent la dégradation des sols. La surexploitation est une menace actuelle, qui redouble la détérioration et la fragilisation du milieu.

Les densités restent donc dans les secteurs à montagne (Trozza, Ouled Jebbes, Ouled Khalfallah). La tendance semble cependant correspondre à une stagnation totale de la vie en agglomération et une volonté marquée à habiter en isolé, sur sa propre terre.

Comme les autres chef lieux de la délégation et plus encore du fait de son enclavement plus prononcé et du morcellement de ses sous espaces ruraux distendus, non intégrés, peu accessibles, Haffouz ville n'offre que très peu d'emplois alternatifs ou d'emplois de services techniques ou industriels, à part le projet "CES Oued Merguellil". La ville, malgré une faible animation économique et sociale, reste un centre commerciale et d'échange, actif et vivant.

Haffouz connaît un bon niveau relatif d'équipements technico-administratif et grands services complété par d'importants efforts en matière d'électrification, d'alimentation en eau potable et de création de dispensaires et d'écoles. En animation économique, seule l'agriculture est présente, avec l'importance des projets de CES.

Les zones d'ombres sont nombreuses (secteurs de Trozza, Chrichira et Kit El Oued). Les zones naturelles de la délégation sont imbriquées les unes dans les autres, en une sorte de "marqueterie des milieux" sans réelle intégration entre eux.

La délégation de Haffouz couvre une superficie de 58 300 ha, dont 58 % représentent la superficie agricole utile soit 33 450 ha. L'élevage est largement dominé par l'espèce ovine, avec en moyenne 1,3 tête par habitant. Les ressources fourragères disponibles ne couvrent qu'environ le tiers des besoins du cheptel, déficit aggravé par la forte tendance au morcellement des exploitations agricoles.

La création de nouveaux forages a permis la reconversion d'une partie des terres de la zone de plaine, du sec en irrigué.

Le VIIIème Plan prévoit le reboisement de 2 100 ha de forêt, la lutte contre l'ensablement par la création de brise vents sur 220 ha et la fixation de dunes sur 1 000 ha. Les travaux de CES, portent sur environ 3 000 ha (banquettes mécaniques, cordons en pierres sèches,...).

Tableau n° 5 : Caractéristiques de la population

Population	1984	1994	Taux de croissance % (1984-1994)
Totale	34 152	41 322	1,93
Rurale	4 198	6 877	5,0
Urbaine	29 954	34 445	1,4
Taux d'urbanisation (%)	12,2	17,0	+4,8

Source : ATLAS

Problématique et axes d'aménagement

- Les facteurs de blocage

Des ressources importantes (eau - sol) mais inégalement réparties, fragiles et surexploitées, en danger et en voie d'érosion notamment en présence du problème de morcellement. A ceci s'ajoute l'enclavement de la délégation et de la plupart des secteurs ruraux du fait de l'état médiocre des pistes. En plus il n'y a pas de fonctionnement

complémentaire de l'espace : sous espace repliés sur eux mêmes, secteurs non structurés et non intégrés autour du centre urbain de Haffouz ville.

Haffouz est une délégation démunie l'offres d'emplois alternatifs et d'économie secondaire et tertiaire. Haffouz est une ville faiblement intégrée dans le réseau urbain du gouvernorat.

Le taux de chômage au niveau de la délégation est très élevé, 35 % de la population occupée cherche un emploi par l'émigration saisonnière de moyenne durée. Dépendance économique (input, output, transformation, commercialisation), de zones extérieures éloignées, marché hebdomadaire à rayonnement strictement local. Seule El Alaa est en liaison économique avec Haffouz.

La densité de la population rurale est trop forte pour les potentialités du milieu. Les revenus sont insuffisants pour une population à 70 % rurale. Cette densité excessive morcelle la propriété en deçà du seuil minimal de rentabilité. Manque de technicité et de capitaux, pour la grande majorité des agriculteurs.

- Les atouts et les potentialités

- Des ressources en eau importantes à mobiliser et à protéger de la surexploitation ponctuelle.
- Des sols de plaines valorisables par intensification.
- Des expériences d'irrigation positives dans la conduite des spéculations maraîchères et fourragères.
- Main d'œuvre abondante ;
- Position géographique de Haffouz dans le gouvernorat et disponibilité proche d'énergie (haute tension et gazoduc) ;
- Des services agricoles et d'échanges relativement étoffés ;
- Zone d'intervention et de projets de CES.

- Axes d'aménagement

Un développement en parallèle d'axes prioritaires, à mener conjointement et de façon intégrée l'un à l'autre, en visant non pas le court terme, mais le moyen terme, semble constituer la seule stratégie viable pour la délégation.

Une répartition plus juste des ressources, par des mesures d'investissement, est un placement pour garantir l'avenir de la région en aval.

Les principaux axes et stratégies d'aménagement sont les suivants :

- Faire fonctionner l'espace de la délégation, lui donner un centre : Haffouz : pôle régional intégrateur de l'espace de la délégation ;
- Faire fonctionner l'espace des secteurs et les intégrer dans une armature rurale centrée sur Haffouz : désenclavement par l'amélioration des pistes et accès et par la réalisation des équipements de base ;
- Intégrer la délégation dans le fonctionnement régional de l'espace : utilisation de la position géographique de Haffouz comme relais essentiel entre les villes moyennes de l'Ouest du kairouanais, dans l'armature urbaine et comme porte de l'Ouest kairouanais vers le Kef, Kasserine, Sidi Bouzid, Gafsa, Tozeur et l'Algérie.
- Sauvegarde urgente du patrimoine eau et sol de la région kairouanaise : investir au niveau régional, sur Haffouz, pour sauvegarder les investissements en "aval" (ville de Kairouan), nouveaux aménagements irrigués, sauvegarde du barrage d'El Haouareb contre l'envasement, maîtriser les eaux de surface abondantes et les utiliser pour la recharge des nappes phréatiques et pour l'irrigation.

- Modernisation de l'agriculture : réduire l'extension des labours et la taille du troupeau en même temps, redonner de la productivité et de la performance aux cultures pérennes et à l'élevage, pour augmenter les revenus agricoles, réduire la dépendance économique de l'agriculteur vis à vis des régions extérieures en multipliant les services d'appui.
- Assurer la continuation de la ressource humaine, agricole : entreprendre une sensibilisation – formation des jeunes, créer un centre de formation agricole et enfin soutenir l'artisanat et améliorer sa qualité.
- Créer un secteur économique et de l'emploi non agricole : valorisation de la production, l'eau disponible, la main d'œuvre abondante et la disponibilité des terrains et celle des produits à transformer.
- Amélioration des conditions de vie : renforcer les équipements des agglomérations, éviter de rendre attractives des zones qui sont trop peuplées en milieu fragile et peu fertile, en zones d'activité intensive (zone de périmètres irrigués) ; ne pas équiper les zones, car une vraie intensification induit qu'on loge sur sa terre et ne pas encourager la densité dans les zones forestières appelées à un reboisement indispensable et urgent.

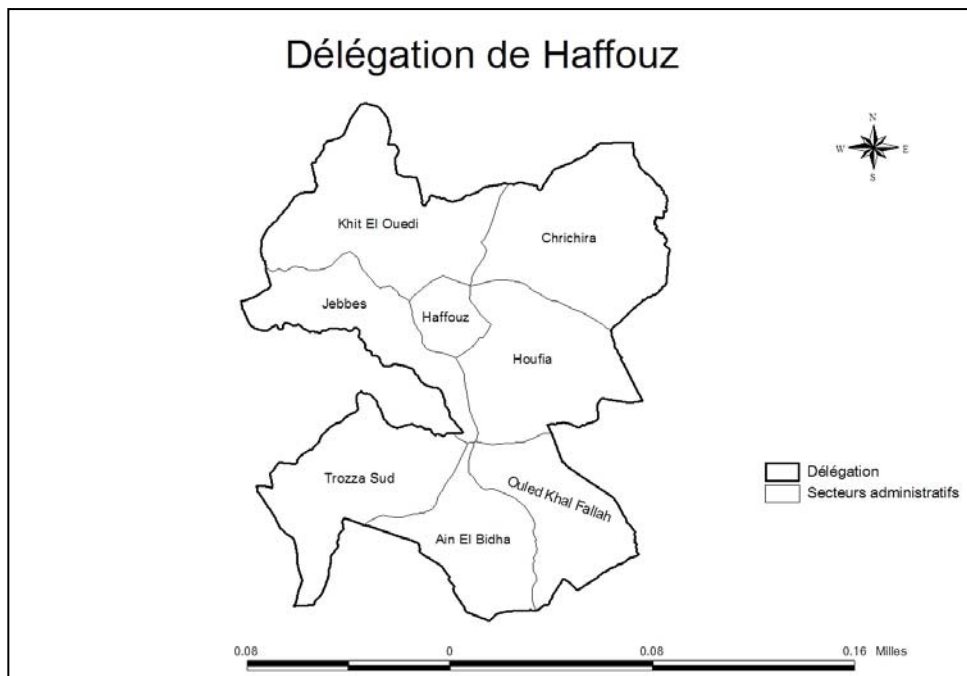


Tableau n° 6 : Potentialités et contraintes locales

Secteur rural	Potentialités du secteur	Problèmes et contraintes
Kit El Oued	-Bon potentiel en sol ; -Parcours améliorés ; -Sondages d'eau potable ; -Cultures diversifiées (arboriculture, cultures maraîchères).	
Jebbes	-Céréaliculture et arboriculture développées ; -Sols aptes aux plantations.	-Ressources en eaux insuffisantes.
Trozza	-Potentiel en terre de parcours.	-Zones de soif du fait de l'éloignement des bornes fontaines.
Chrichira	-Potentiel en terre de parcours et élevage ovin.	
Ain El Bidha	-Potentiel de plantations arboricoles ; -Périmètres irrigués (Zbara 1 et 2 – 450 ha).	-Etat dégradé des pistes agricoles et d'accès ; -Chômage élevé.
Ouled Khalfallah	-Terres aptes à l'arboriculture fruitière ; -Terres de parcours.	-Faible surface irrigable ; -Ressources en eau potable insuffisantes ; -Problème de sous-emploi et de chômage.
Houfia	-Terres aptes aux céréales ; -Possibilité d'irrigation ; -Parcours et forêts.	-Zone de relief ; -Niveau d'équipement à renforcer ; -Conditions d'habitat assez précaires.

Source : Atlas du gouvernorat de Kairouan, 1995.

C- Aménagements réalisés

1- Objectifs visés

En terme économique, les objectifs fixés par l'Etat tunisien sont de trois catégories à savoir : (i) L'amélioration de la production agricole (maintien de la fertilité des soles), amélioration des rendements ; (ii) La mobilisation maximale des eaux de surface et (iii) La recharge de la nappe.

2- Les ouvrages mis en place

Depuis son indépendance la Tunisie s'est lancée dans une politique d'aménagements hydro agricoles. Dans les années 1960, il y a eu mise en place de grands chantiers de Conservation des Eaux et des Sols (CES) pour construire des banquettes et des lacs collinaires afin de limiter l'érosion hydrique. Dans les années 1970 les premiers périmètres publics irrigués (PPI) ont été mis en place dans la plaine de Kairouan (délégation de Chebika). Dans les années 1980, les puits privés se sont développés grâce à des subventions. Depuis les années 1990, des politiques d'économie d'eau sont mises en place ; elles concernent surtout l'irrigation par goutte à goutte. Actuellement, on crée de nouveau sondages et de nouveaux PPI pour économiser l'eau et limiter les pertes en eaux.

Par ailleurs, le périmètre public irrigué d'El Haouareb, en aval du barrage, a été mis en eau en 1993. Il couvre une superficie nette irrigable de l'ordre de 2245 ha pour un nombre total d'exploitations de 550.

De même, il est à indiquer aussi l'importance des périmètres irrigués privés sur la zone avale du barrage. En effet, parallèlement, les agriculteurs hors périmètres irrigués creusent des puits dont la profondeur est limitée à 50 mètres mais qui rapidement sont prolongés par des forages à bras afin de pouvoir accéder à la nappe qui baisse régulièrement. On recense aujourd'hui, dans le bassin versant du Merguellil, environ 5000 puits équipés avec des motopompes alors qu'on n'en comptait qu'une centaine dans les années 1960. Le nombre de puits a connu une forte augmentation au cours des dernières années, grâce aux incitations de l'Etat à travers les subventions pour la construction des puits et à l'introduction des motopompes.

Sur la partie amont du barrage, afin de protéger ces grands ouvrages contre l'envasement, l'état lance sur le bassin amont une politique volontariste de travaux de conservation des eaux et des sols (plus de 200 km² de banquettes soit environ 25% de la surface) et de construction de lacs et barrages collinaires (38 lacs et 5 barrages réalisés). En effet, la partie supérieure du bassin (1200 km²) est aménagée par une série d'aménagements en cascade à savoir : banquettes, lacs collinaires, barrages collinaires et un grand barrage juste avant l'arrivée sur la plaine.

Le tableau ci-dessous montre le rythme de réalisation d'aménagement du bassin versant de Merguellil sur la période 1970-1997. A la lumière de ce dernier, nous constatons que le rythme d'aménagement du bassin versant est accéléré à partir des années 90.

Tableau n° 7 : Rythme d'aménagement du bassin versant de Merguellil

Années	Surface aménagée (ha)	Pourcentage par rapport à la surface aménagée en 1997 (%)
1970	1600	8
1980	2310	12
1990	9743	50
1997	19600	100

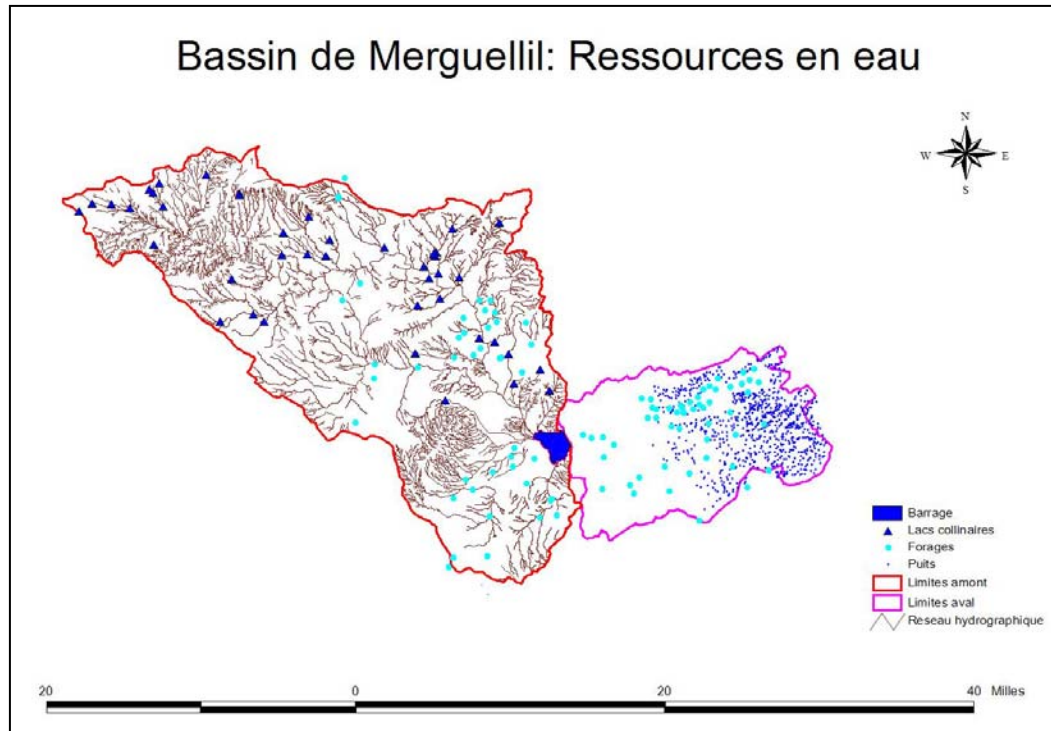
Source : SIG Merguesie.

Il est à noter aussi que la bonne qualité de l'eau des nappes amont conduit à la réalisation de nombreux forages d'eau potable pour alimenter la zone touristique du Sahel.

La construction des lacs dans les zones défavorisées avait un double objectif : la création de l'emploi pour une population caractérisée par un taux de chômage élevé et la protection des ressources fragiles, notamment l'eau et le sol, tout en valorisant ces derniers. En effet, de 1956 à 1962, des travaux étaient exécutés dans le cadre des chantiers nationaux pour l'absorption du chômage. Les aménagements étaient de type banquettes manuelles réalisées sans études détaillées. Entre 1962 et 1972, un projet de coopération avec l'USAID permis de construire 25 lacs collinaires, puis il y eut un projet de reboisement avec le Canada. De 1985 à 1989, les travaux de CES (banquettes, plantations...) furent destinés à protéger le futur barrage El Haouareb de l'envasement. Depuis plusieurs années, l'Union Européenne finance la construction de lacs collinaires. Le choix était initialement fait uniquement en fonction de critères techniques. Certains de ces lacs n'ont pas été mis en valeur, en étant par exemple construits dans des zones non habitées. Une nouvelle convention, signée en mars 1998, prévoit la réalisation de projets intégrés : après une étude socio-économique le lac sera réalisé, mais aussi les équipements comme le périmètre irrigué, la citerne et même la route d'accès. Pour le gouvernorat de Kairouan sont prévus, entre 1998 et 2004, la réalisation de 14 lacs et l'équipement de 25 lacs.

Pour ce qui concerne les travaux de conservation des eaux et du sol (CES) et à titre d'exemple, en 1996, ont été aménagés sur l'amont d'El Haouareb, sur les deux gouvernorats de Kairouan et de Siliana : 101 ha de terrassement manuel, 481 de terrassement mécanique, 35 de correction de ravins, 285 de cuvettes individuelles, 248 de cordons en pierre sèche, 502 en consolidation, 29 de plantations pastorales et 61 de plantations fruitières.

En effet, les aménagements, présentés ci-dessus, ont largement modifié la structure du bassin versant de Merguellil. Ainsi la carte ci-dessous représente une configuration récente du bassin versant associé aux différents aménagements hydrauliques qui constituent une spécificité de ce dernier.



Mais il est à signaler que la planification et la réalisation des aménagements sont réalisées suivant la nature de l'aménagement en question. Par exemple, les grands barrages, les PPI aménagés en aval de ces barrages ainsi que les barrages collinaires sont construits par la DGETH. Les petits PPI sont eux créés par le Génie Rural ; la CES construit les lacs collinaires.

D- Les institutions régionales

Le CRDA (Commissariat Régional de Développement Agricole) s'occupe, à l'échelon du gouvernorat, de l'agriculture et des ressources en eau. La compétence de ces organismes s'étend sur la région administrative du gouvernorat. Cette institution existait déjà dans les années 80, mais n'a réellement pris de l'ampleur que lors de la décentralisation de 1989 (loi du 8 mars 1989). Suite à celle-ci, les offices de mise en valeur (OMV) sont remplacés par des CRDA qui gèrent l'activité agricole au niveau du gouvernorat. Lors de cette décentralisation, les CRDA sont passés du rang de Direction à celui de Direction Générale.

Les structures locales du CRDA sont : les Cellules Territoriales de Vulgarisation (CTV) à raison d'une cellule par délégation et les Centres de Rayonnement Agricole (CRA) à l'échelle de chaque imadat ou secteur. Les CTV suivent les productions agricoles de la délégation. Chaque CTV comporte plusieurs arrondissements thématiques, comme l'entretien des équipements, la forêt, le cheptel, la CES... D'autre part, en pratique, la présence des CRA dépend beaucoup de l'emplacement des PPI ; un CRA peut couvrir plusieurs secteurs. Les agents du CRA sont les vulgarisateurs. Comme l'ensemble de l'administration, si leur mission s'étend en principe à tous les agriculteurs, ils s'occupent en pratique essentiellement des PPI. La plupart des arrondissements ont une tutelle à Tunis. Par exemple, les arrondissements du Génie Rural et de l'exploitation des PPI sont suivis par la DGGR. Les arrondissements dépendent hiérarchiquement du Commissaire, mais ils sont formés et suivis par leur Direction Générale, qui défend aussi les budgets des projets nationaux dont ils font partie. Nous pouvons énumérer les arrondissements directement ou indirectement concernés par la gestion des ressources en eau, notamment l'eau d'irrigation :

- L'arrondissement du Génie Rural chargé de la réalisation des programmes et des projets d'hydraulique agricole d'eau potable rurale ainsi que d'équipement rural, il est chargé également de la promotion et de l'encadrement des associations d'intérêt collectif. (Décret du 29 juin 1989). L'arrondissement est suivi à Tunis par la DGGR, il possède 2 services : "aménagement hydraulique agricole" et "équipement rural". Ses missions sont l'adduction en eau potable en zone rurale et la création et le suivi des GIC, aussi bien d'irrigation que d'eau potable. Cette dernière mission est assurée par la cellule GIC (anciennement nommée AIC), qui fait partie du service Equipement Rural.
- L'arrondissement de l'exploitation des PPI chargé de l'exploitation du réseau d'irrigation dans les PPI et la valorisation de l'utilisation des ressources hydrauliques dans l'ensemble des périmètres irrigués. Il est lui aussi suivi par la DGGR. Ses missions sont la vente de l'eau dans les PPI, l'organisation des tours d'eau et la gestion des aiguadiers et des pompistes.
- L'arrondissement de la maintenance des PPI chargé d'assurer l'entretien du réseau d'irrigation, des infrastructures et des ouvrages hydrauliques." Il dépend, à Tunis, de la DGGR. Ses missions sont la maintenance sur les PPI (réseau de pistes, réseau électrique, pompage) et sur les AIC d'AEP (pompage et réseau). Le travail est fait par des entreprises privées en général, et en régie en cas d'urgence. La distinction entre les arrondissements de maintenance et d'exploitation peut s'illustrer par une métaphore informatique : l'arrondissement de la maintenance des PPI gère le « hard ware », celui de l'exploitation des PPI le « soft ware».
- L'arrondissement des ressources en eau chargé des études relatives au développement des ressources en eau ainsi que du contrôle du DPH." Il dépend de la DGRE. Cet arrondissement possède un service chargé des eaux souterraines et un autre chargé des eaux superficielles. Les missions de cet arrondissement sont : (i) le suivi de la ressource et des usages, aboutissant à la constitution d'annuaires des ressources (nappes profondes et phréatiques) et des usages (forages et puits). Quand une nappe est commune à deux gouvernorats, c'est le gouvernorat qui en possède la plus grande part qui s'occupe du suivi. En pratique, l'annuaire des ressources est réalisé mais celui des usages n'est fait que dans la mesure des moyens de l'arrondissement. Ainsi, à Kairouan, seuls les forages (au sens de prélèvement à une profondeur supérieur à 50m), sont inventoriés annuellement ; (ii) la délivrance d'autorisations de prélèvement, étape obligatoire aussi bien pour un agriculteur que pour la SONEDE. De la même façon, les agents de l'arrondissement surveillent le travail des entreprises de forage ; (iii) la Police des Eaux. Tous les techniciens de l'arrondissement sont assermentés et peuvent délivrer des procès-verbaux. Ces procès-verbaux iront au Bureau des Contentieux puis au Tribunal Administratif et enfin, (iv) la salinité des nappes, avec l'arrondissement des Sols.
- L'arrondissement de la Conservation des Eaux et des Sols chargé de la réalisation des programmes et projets de CES. L'arrondissement dépend, à Tunis, de la DGCES, il comprend deux services: les "études et programmes" et le "suivi des travaux". L'arrondissement s'occupe de la conception et du suivi des projets de CES : lacs collinaires, barrages collinaires, ...
- L'arrondissement Encouragement et Financement chargé de la supervision des actions d'octroi des crédits agricoles ainsi que de la promotion des structures professionnelles agricoles.
- L'arrondissement des Sols chargé des études pédologiques et de la vocation des sols. L'arrondissement s'occupe, avec l'arrondissement des Ressources en Eau, des problèmes de salinité dans les périmètres irrigués.

Jusqu'au ici, l'approche classique de gestion des ressources en eau est une approche descendante qui va du bassin versant jusqu'au niveau de la parcelle, sans considérer qu'il y a

à un niveau intermédiaire l'exploitation ou la communauté rurale qui représente une entité autonome de décision (individuelle ou collective) et qui peut interférer avec la décision d'intervention émanant des pouvoirs publics. En conséquence, une approche ascendante, qui commence de l'aménagement de la parcelle, est à construire. Ceci se concrétise de plus en plus par le développement des formes collectives de gestion de la ressource en eau tels que les Groupements d'Intérêt Collectif (GIC, anciennement nommés AIC). Les activités du GIC peuvent être l'exploitation de l'eau d'irrigation ou potable, ainsi que l'assainissement. Les GIC sont dotés de la personnalité civile et créés sur l'initiative des usagers ou de l'administration. Le Conseil d'Administration est constitué de 3 à 9 membres élus pour une durée de 3 ans parmi les usagers, avec un directeur nommé par l'administration, mais payé par le GIC. Le GIC possède un budget propre qu'il soumet chaque année à l'approbation du gouverneur.

E- Développement agricole régional

Sur la zone de Merguellil, vu les conditions climatiques plus au moins défavorables aux cultures pluviales, l'Etat a tout d'abord encouragé l'arboriculture en sec en réalisant des plantations arboricoles en sec (oliviers et amandiers) sur des terres domaniales. Dans un deuxième temps une majeure partie de ces terres ont été privatisée au profit des paysans.

En effet, la propriété de la terre associée à la mécanisation des exploitations du Nord, qui compté comme la seule source d'emploi de la population du Centre tunisien, et les subvention accordées par l'Etat pour fixer les agriculteurs sur la zone afin de protéger ses ressources fragiles en améliorant le revenu des producteurs et par conséquent leur niveau de vie. C'est ainsi qu'une activité agricole régionale est apparaît et se développée suite à la création de ressource en eau qui constitue le facteur limitant pour la zone.

La création de ressource en eau est accélérée par accélération du rythme d'aménagement de la zone. L'irrigation est perçue comme le moyen d'assurer la productivité maximale à l'unité de surface aménagée, afin de rentabiliser les investissements consentis sous forme de projets. Par contre en agriculture de subsistance, l'irrigation est perçue comme une pratique antialéatoire, visant à assurer les récoltes menacées. L'agriculture irriguée est associée à l'agriculture pluviale et à d'autres activités économiques (artisanat, commerce, chantiers de construction, ...). Dans cette agriculture de subsistance, l'augmentation des revenus est secondaire par rapport à la production vivrière.

L'amélioration des revenus et l'importance des subventions accordée à la construction des puits et à l'acquisition du matériel d'économie d'eau ont permit l'extension des périmètres privés à vocation maraîchère en grande partie.

De même, la mise en place des PPI dans la plaine de Kairouan a permis le développement de l'arboriculture irriguée puis du maraîchage. La création de ces derniers (PPI) et l'extension de l'arboriculture ont affecté l'activité de l'élevage dans la région, notamment l'élevage ovin et caprin vu le caractère substitutive entre ces deux activités. Ainsi, le développement de l'arboriculture et de l'irrigation a profondément bouleversé le paysage rural du bassin versant du Merguellil ces dernières années. Nous assistons de plus en plus à une orientation vers le marché que se soit régional, national ou international suite au développement des cultures exportatrice.

Toutefois, le développement des cultures a diminué la surface disponible pour les animaux ; cela a eu pour conséquence une diminution des effectifs des troupeaux et une sédentarisation des populations de pasteurs nomades.

Par ailleurs, l'évolution du rendement des principales cultures pratiquées dans la zone, indiquée en annexe, montre une légère amélioration pour les céréales contre une amélioration considérable de celui des cultures maraîchères notamment celle du pastèque. Les céréales en

sec ont des rendements relativement faible et reste tributaires de la pluviométrie enregistrée. Les cultures maraîchères d'été, à forte valeur ajoutée (pastèque, melon, tomate, piment,...) ont bénéficié de l'introduction du goutte à goutte et d'une bonne maîtrise des producteurs de la conduite de ces cultures.

Malgré l'importance de la production maraîchère, sa commercialisation reste limitée dans le gouvernorat de Kairouan. Cela pose problème pour de nombreux agriculteurs, en particulier pour les producteurs d'abricots ; la production s'abîmant très vite, ces derniers sont très dépendants des acheteurs qui peuvent facilement diminuer les prix. Il y a très peu d'usines de transformation de produits agricoles et le gouvernorat perd ainsi une part importante de la valeur ajoutée des produits. Ainsi, de nombreuses olives sont vendues aux huileries du Sahel et de Sfax pour y être transformées⁴. Il n'y a pas d'usine de transformation des fruits sur place. Le piment est souvent acheminé vers d'autres régions de la Tunisie (Tunis, Nabeul,...) pour y être transformé en harissa à l'échelle familiale ou par des usines ; le piment est cependant souvent séché sur place et de nombreuses maisons sont couvertes de guirlandes de piments à la fin de l'automne.

Rappelons qu'un aménagement hydraulique allierait la lutte contre l'érosion et la maîtrise des eaux de ruissellement pour leur valorisation, améliorant la productivité de la terre et par conséquent le revenu de l'agriculteur. Mais, la généralisation de tels ouvrages à l'échelle du bassin versant aura des répercussions sur l'envasement des retenues à l'aval (durée de vie, entretien) mais risquera aussi de perturber l'alimentation des mêmes retenues. D'autre part, quel sera l'impact d'un tel aménagement sur l'économie de l'agriculteur ?

Après une description détaillée de la situation actuelle de la zone et des nouvelles orientations, des défis et des contraintes nous passons à l'évaluation de l'impact économique des aménagements hydrauliques au niveau de la zone de Merguellil, représentée par les deux délégations celle de Chebika et de Haffouz. Pour ceci une réflexion méthodologique, présentée ci-dessous, était adoptée.

Mais avant de passer à l'évaluation économique, nous rappelons la complexité des phénomènes observés sur la zone et l'importance des interactions existantes entre les aspects économique, sociale et environnemental. En effet, les aménagements, modifient la répartition de l'eau entre eau verte (l'eau exploitée sur place là où elle est retenue c'est-à-dire en amont du barrage) et eau bleue (eau exploitée en aval du barrage après infiltration) et par conséquent entre espace géographique. Il s'agit aussi d'un dilemme de protection de la nappe en aval versus érosion ou dégradation du sol en amont du barrage.

A ceci s'ajoute l'absence des études d'évaluation d'impact (économique ou autre) après aménagement par manque de suivi des projets. En conséquent, il n'y a pas de réponse qui se présente en terme de degré de réalisation des objectifs escomptés ? Les aménagements ne sont pas suivis et sont éphémères. La centralisation, le manque de coordination entre les différents intervenants, l'absence de suivi et d'évaluation sérieuse des effets du projet à tous les niveaux, le blocage de l'information font qu'il y a une ignorance des conditions instantanées de l'aléa et une absence de possibilité de feedback, de prise de décision et d'intervention rapide.

Etant donné tout ceci, nous limitons cette première présentation à l'évaluation économique de l'introduction de l'irrigation dans la zone amont et aval du barrage El Haouareb dans la région de Kairouan.

⁴ Il existe bien sûr des huileries dans le bassin versant mais leurs capacités sont souvent insuffisantes. C'est en particulier le cas des huileries des délégations d'Oueslatia, d'Hadjeb el Layoun et d'Haffouz.

Notre méthodologie consiste, à travers l'élaboration d'un tableau entrée-sortie régional, en premier lieu à identifier les acteurs et quantifier la répartition de la richesse créée à partir des variations enregistrées de la production entre ces derniers. En second nous cherchons à quantifier les flux de produits à l'intérieur de chaque zone en tenant compte de ces relations vis à vis de son environnement extérieur. Nous étudions pour ceci l'emploi de la production obtenue entre les différentes activités économique à l'intérieur de la région. Enfin nous analysons l'effet de l'instauration de l'irrigation sur la rémunération des facteurs traditionnels de production (terre, travail et capital).

2.2 Méthode

Le Tableau Entrée-Sortie (TES) est inspiré des travaux de Wassili Léontief qui réalisa en 1936 un tableau "input-output". Il permet à la comptabilité nationale d'établir des projections sur l'évolution des branches en se fondant sur les hypothèses (évolution de la consommation des différentes branches, évolution de la demande d'exportations...).

Le TES a un double objectif immédiat : répartir les charges entre les différents coûts (coût d'achat, coût de production, coût de distribution, coût hors production, coût de revient) ; et déterminer, pour chaque produit fabriqué, son résultat analytique (perte ou bénéfice). Il nous apprend ainsi à connaître l'importance des coûts dans le processus de production (par exemple savoir que le coût d'achat unitaire sur le produit A est plus important que celui du produit B) et à savoir qu'il existe des produits bénéficiaires et des produits moins rentables ou déficitaires.

Nous considérons, dans cette analyse, la zone d'étude comme étant une nation. Nous comparons, en fait, deux tableaux entrée-sortie, le premier s'intéresse à la situation sans projet d'irrigation et le deuxième décrit le fonctionnement de l'économie régionale avec projet. Ceci, va nous permettre de déduire l'impact économique de création de périmètre irrigué en question.

2.2.1 Identification des branches

Conformément à l'analyse nationale, trois activités économiques ont été identifiées sur la zone. Nous détaillons par la suite les différentes branches au sein de chaque activité. Nous trouvons, donc, l'agriculture comme secteur primaire. C'est une activité économique productrice de matières première. Une activité économique secondaire de transformation de matière première en biens productifs ou biens de consommation. Enfin, le secteur tertiaire représente la troisième activité. Il s'agit des activités économiques produisant des services marchands.

Ainsi, l'agriculture sera représentée par diverses branches d'activité (en sec et en irrigué) rencontrées dans la zone ; L'industrie sera limitée à la transformation et ; Les services seront identifiés par la branche de distribution, la branche d'approvisionnement et la branche des intermédiaires au niveau de la zone. En plus, nous désignons une branche nommée "hors zone" pour identifier les flux des produits entre la zone d'étude et son extérieur. Elle appartient au secteur des services.

Pour représenter la diversité des technologies adoptées, différentes branches seront distinguées pour la production d'un même produit. Puisque les consommations intermédiaires des cultures irriguées sont plus importantes que celles des cultures pluviales, nous allons traiter chaque culture à part en se basant sur des fiches techniques spécifiques. Par exemple, nous trouvons une branche d'arboriculture en irrigué et une autre branche d'arboriculture en sec.

Parallèlement à ceci, nous avons fixé certains constats préliminaires à savoir : (i) L'agriculture est l'activité principale, elle est extrêmement dépendante des ressources hydrauliques. Les cultures sont diverses ; (ii) Industrialisation très faible, qui se limite à la transformation et à la conservation des produits agricoles (tomate, olives, piment, lait,...) enfin, (iii) Les services se limitent à l'activité du commerce et essentiellement aux activités des intermédiaires (achat sur pieds), de distribution et d'approvisionnement en intrant.

III-2 Lecture horizontale

Dans cette lecture, il s'agit des emplois (emploi des ressources). Nous cherchons de savoir la destination du produit entre consommation intermédiaire, consommation finale, formation brute du capital fixe et échange avec l'extérieur en se basant sur les statistiques régionales.

III-2-1 Production

La production est obtenue en multipliant le rendement par la superficie cultivée. La valeur de la production est obtenue en multipliant la production en volume par le prix unitaire du marché (généralement différents du prix économique).

La première étape consiste donc, à déterminer la production agricole en s'appuyant sur l'occupation du sol et les rendements de chaque culture. Après identification des principales cultures pratiquées au niveau de la zone d'étude, nous évaluons les consommations intermédiaires en se basant sur les fiches technico-économiques de chaque culture.

Pour représenter la diversité des technologies adoptées, différentes branches seront distinguées pour la production d'un même produit. Puisque les consommations intermédiaires des cultures irriguées sont plus importantes que celles des cultures pluviales, nous allons traiter chaque culture à part en se basant sur des fiches techniques spécifiques.

La production est une activité exercée en combinant des ressources - main-d'œuvre, capital, biens et services - pour fabriquer ou produire des biens ou pour fournir des services. Ne font pas partie de la production les processus purement naturels sans intervention ou contrôle humain.

Nous comparons donc, la situation avec et sans projet de création d'une zone irriguée. En ce qui concerne les données notamment, l'occupation du sol, nous prenons l'occupation du sol actuelle comme référence pour la construction du TES 'avec projet' et l'occupation du sol d'un secteur en sec appartenant à la zone. Nous supposons, qu'au sein de dernier, les interactions avec la zone irriguée voisine sont négligeables. Toutefois l'alternative de prendre l'occupation du sol avant l'introduction de l'irrigation sera biaisée par la non considération du progrès technique comme l'introduction de l'irrigation date au moins d'une vingtaine d'années et le secteur a évolué durant cette période.

III-2-2 Système des prix à considérer

Généralement, les prix sur un marché des biens et des services diffèrent de leurs prix économiques. Ceci, s'explique par l'absence de concurrence et par l'intervention de l'Etat. En conséquence, nous avons une distorsion des prix qui s'exprime en écart entre prix financier et prix économique (optimum). Mais, il existe aussi des biens et services qui n'ont pas de prix sur le marché. A titre d'exemple, prenons le cas de l'eau d'irrigation d'une nappe en accès libre, le travail familial,...

En effet, la valeur de ces productions additionnelles va être appréciée au prix frontières car ces dernières viennent en substitution à des importations. Dans ce cadre, en essayant de se rapprocher le maximum possible du prix économique nous prenons certaines

hypothèses en terme des prix utilisés pour l'évaluation de la production et par conséquent la construction de notre TES : (i) les produits d'importation seront évaluer au prix à la frontière. Les ressources totales créées seront considérées comme des importations, elles seront estimer aux prix frontières. (ii) les produits qu'on exporte seront évaluer aux prix du marché local ; enfin, (iii) En réalité, le prix touché par un producteur d'un bien est égal au prix du marché réduit de la taxe spécifique à ce bien (cas d'un bien taxé) et augmenté du montant de la subvention (cas d'un bien subventionné). Il s'agit donc d'un prix de base qui correspond au montant que le producteur reçoit réellement de l'acheteur par unité de bien ou de service produit.

III-2-3 Consommation intermédiaire

Nous étudions les consommations intermédiaires de chaque branche en se basant sur les fiches technico-économiques intégrant les quantités et les prix des intrants utilisés ainsi que les produits réalisés. En conséquent, nous distinguons des fiches technico-économiques par spéculation conduite en irrigué et en sec pour l'évaluation de la situation avec et sans projet d'irrigation de la région étudiée.

Nous signalons, dans ce passage, que ces fiches technico-économiques correspondent aux moyennes pondérées par délégation suivant les techniques de production. L'information sur les techniques de production observées par zone est collectée à partir des études antérieurs sur le bassin versant de Merguellil (Merguesie, IWMI,...).

Par ailleurs, il est à noter qu'en entend par consommation intermédiaire la valeur des biens et services utilisés pour la production d'un bien tout au long d'une branche.

Rappelons que les consommations intermédiaires de chaque branche sont déterminées à partir des fiches technico-économiques et une liste des prix des intrants utilisés. Il nous faut deux fiches techniques : une pour la situation avec projet et une autre pour la situation sans projet pour les cultures pratiquées sur la région.

III-2-4 Formation brute du capital fixe

L'investissement se mesure en terme de formation brute de capital fixe (FBCF). C'est la valeur des biens durables acquis par les entreprises pour être utilisés pendant au moins un an dans le processus de production. La notion d'investissement est en fait un peu plus large que celle du FBCF. En effet, on retiendra ce qu'on appelle investissement se définira de la manière suivante. La FBCF et la variation du stock du côté emploi ne seront pas prise en compte, puisqu'on va s'intéresser principalement à la création de la richesse et sa répartition durant une campagne agricole. La formation brute du capital fixe n'est autre que la variation du stock que par hypothèse considérée nulle. Egalement, l'importation et l'exportation ne vont pas figurer dans cette analyse.

III-2-5 Consommation finale

La consommation finale n'est autre que les dépenses consacrées à la satisfaction directe des besoins individuels ou collectifs des membres de la communauté. Rappelons ici, que les besoins des ménages ne sont pas homogènes. D'où, la difficulté de la tâche de détermination de la consommation finale. Comme nous ne disposons pas des données par ménage, sur la région, la consommation finale est calculée par déduction de la consommation intermédiaire et la formation du capital fixe de la production totale.

III-3 Lecture verticale

Une lecture verticale du TES a deux grands intérêts. En premier lieu, elle permet de mesurer la valeur ajoutée par branche ; il s'agit d'un indicateur pertinent pour juger la

rentabilité des branches. En second la rémunération des facteurs fixes de production après répartition de la valeur ajoutée résultante.

III-3-1 La valeur ajoutée

La valeur ajoutée est la richesse réellement créée par l'entreprise. Elle est égale au solde du compte de production (production moins consommation intermédiaire) et peut être calculée avant ou après consommation de capital fixe; on parle de valeur ajoutée brute et de valeur ajoutée nette. En effet, la valeur ajoutée brute est égale à la production diminuée des consommations intermédiaires. Alors que, la valeur ajoutée nette est égale à la valeur ajoutée brute réduite des impôts, taxes et amortissements et augmentée des subventions.

Mais, dans notre cas, comme la production est évaluée aux prix économique et la consommation intermédiaire aux prix d'acquisition donc nous ne faisons pas de différence entre valeur ajoutée nette et valeur ajoutée brute.

III-3-2 Intervention de l'Etat

L'intervention de l'Etat dans le secteur agricole au niveau d'une zone peut être mis en place à travers des instruments économiques, réglementaires ou autres. Or, dans le cadre de notre analyse, nous prenons que les mesures économiques précisément les taxes et les subventions accordées à chaque activité au niveau de la zone. Nous supposons que ces instruments sont couplés avec le niveau de production des activités pratiquées dans la zone.

En fait, les impôts sur la production sont des versements obligatoires sans contrepartie, en espèces ou en nature, prélevés par les administrations publiques. Ils frappent la production de biens et de services, l'emploi de main-d'œuvre et la propriété ou l'utilisation de terrains, bâtiments et autres actifs utilisés à des fins de production. Ils sont dus indépendamment de la réalisation de bénéfices d'exploitation. Les impôts sur les produits sont des impôts dus par unité de bien ou de service produite ou échangée. Ils peuvent correspondre à un montant monétaire déterminé à verser par unité de quantité du bien ou du service ou être calculés ad valorem sous la forme d'un pourcentage déterminé de leur prix unitaire ou de leur valeur. Généralement, l'agriculture en Tunisie est exonérée des impôts et des taxes, reste donc de savoir les formules appliquées pour les autres secteurs.

Alors que les subventions sont des transferts courants sans contrepartie que les administrations publiques ou les institutions versent à des producteurs résidents dans le but d'influencer leurs niveaux de production, leurs prix ou la rémunération des facteurs de production.

III-3-3 Rémunération des facteurs fixes de production (Répartition de la valeur ajoutée)

Traditionnellement, en agriculture, les facteurs de production sont au nombre de trois à savoir terre, travail et capital.

- Le facteur terre

Dans la logique du coût d'opportunité du facteur terre, nous considérons le loyer de la terre en fonction de la conduite d'exploitation (en irrigué ou en sec) comme une approximation de la rémunération du facteur terre. La rémunération du facteur terre est effectuée donc, selon la valeur locative de la terre c'est à dire selon le coût d'opportunité que ce soit en irrigué ou en sec. Cette rémunération est variable en fonction de la taille de l'exploitation (grande, moyenne, petite). Pour ceci, certaines informations relatives à l'utilisation du facteur terre dans la zone par type d'exploitation ont été collectées.

- Le facteur travail (familial et salarié)

Nous prenons, le salaire agricole comme approximation de la rémunération du facteur travail étant donnée l'absence d'une main d'œuvre qualifiée. Nous supposons, que la main d'œuvre familiale est rémunérée au même montant que la main d'œuvre occasionnelle vu le caractère rurale de la zone et la dominance des petites exploitations. Un agriculteur peut travailler chez son voisin tant qu'il n'a pas de travail sur sa propre exploitation.

De même, comme l'utilisation du travail par type d'exploitation n'est pas homogène, la rémunération de ce dernier ne va pas être la même pour les différentes classes d'exploitations.

- Le facteur capital

La rémunération du facteur capital se fait en fonction des investissements mis en œuvre. En effet, le coût d'usage du capital n'est autre que l'amortissement plus la rémunération du capital financier). Il faut connaître la valeur des capitaux engagés, durant l'année concernée, en vue de créer un avoir productif dans la zone d'étude. Ainsi on peut calculer l'amortissement et le coût d'usage du capital. Pour la rémunération du facteur capital on va considérer la consommation de capital fixe, c'est à dire l'annuité d'amortissement du matériel et des bâtiments.

Mais, il est pratiquement impossible d'avoir toute l'information sur le coût d'usage du capital sauf en utilisant une enquête exhaustive. Suite à ceci, nous procédons de la manière suivante pour la détermination de la rémunération du facteur capital par type d'exploitation : Par élimination en diminuant de la valeur ajoutée brute le total de la rémunération des autres facteurs. La rémunération du capital est donc ce qui reste de la valeur ajoutée brute après rémunération des facteurs terre et travail.

2.3 Application de la méthode à la zone de Chebika et Haffouz

2.3.1 Les branches retenues dans l'analyse

2.3.2 Les activités agricoles retenues dans l'analyse

Comme nous l'avons présenté, ci-dessus, l'occupation du sol, la taille du troupeau pour l'élevage et les fiches technico-économiques constituent le point de départ de notre analyse. Ainsi, l'occupation du sol au sein de la zone de Merguellil, avec et sans projet, les rendements par culture et la production résultante figurent en annexe 1. Bien que très variées, les cultures observées dans la zone de Merguellil peuvent être classées en trois ensembles : cultures d'hiver (blé dur, blé tendre, sorgho, avoine et orge, pomme de terre, oignon, petits pois, fève), maraîchage (piment⁵, la pastèque⁶, concombre, courge, carotte, navet,...) et arboriculture (oliviers, amandiers, pommiers, abricotiers et pêchers).

⁵ Le gouvernorat de Kairouan est le premier producteur de piment en Tunisie, avec 5000 ha emblavés chaque année

⁶ soit 3000 ha pour l'ensemble du gouvernorat

Tableau n° 8 : Les principales cultures pratiquées sur la zone

Spécifications végétales	Conduite	
	En sec	En irrigué
Céréales	Blé dur, Blé tendre, orge	Blé dur, Blé tendre, orge
Cultures maraîchères	-	Tomate, Piment, Concombre, Pomme de terre, Pastèque, Melon, Oignon, Fève, Petit pois
Cultures fourragères	Orge en vert, Foin (vesce avoine)	Foin (vesce avoine), Orge, Maïs, Luzerne, Sorgho
Condimentaire	-	Corète, Fenouil grains
Arboricultures	Oliviers à huile et Amandiers	Oliviers à huile, Oliviers de table, Amandiers, Abricotiers

Généralement, les cultures en sec sont dominées par les céréales et les oliviers combinés à l'élevage ovin. Pour les cultures irriguées, nous supposons qu'il s'agit d'une seule technique d'irrigation (nous prenons une consommation en eau moyenne pondérée par technique d'irrigation).

2.3.3 Hypothèses du travail

Il est à signaler que la tâche d'évaluation d'impact économique est plus facile à l'échelle nationale en utilisant le TES national pour en déduire l'impact économique de n'importe quel projet. Mais étant donnée l'absence d'une comptabilité régionale, nous avons fixé certaines hypothèses pour rendre cette évaluation possible :

H1 - Interactions entre transformation et les branches agricoles

Généralement, dans le secteur industriel, notamment agroalimentaire ou de transformation des produits agricoles, le taux de charge de la matière première (la part de la production de la branche nécessaire pour la rémunération de la matière première) correspond à peu près à 30% de la production de la branche. Sachant que la branche de transformation, dans la zone de Merguellil, concerne la transformation des tomates et des piments de saison et la transformation des oliviers à huile. Ainsi, les tomates de saison sont transformées à raison de 70% de la production en question. Par contre 50% de la production de piment de saison est transformée. Enfin, les olives à huile sont transformées à raison de 90% de leur production.

H2 - Interactions entre approvisionnement - écoulement et les autres branches

La branche approvisionnement et écoulement regroupe toutes les charges variables escomptées des semences et de la main d'œuvre. Il s'agit donc, des engrais, des produits de traitement, de mécanisation (en location), du transport et autres charges d'écoulement (les taxes sont déduites après calcul de la valeur ajoutée).

H3 - Branche hors zone

La branche hors zone représente les flux ou la relation de la zone avec son environnement extérieur. Dans le TES national ceci, est équivalent aux échanges avec l'extérieur (import – export).

H4 - Structure des exploitations

Le tableau ci-dessous indique la stratification, adoptée dans cette analyse, des exploitations agricoles de la zone de Merguellil par type de conduite (sec et irriguée).

Tableau n° 9 : Structure des exploitations par type de conduite

	En sec			En irrigué		
	Petites	Moyennes	Grandes	Petites	Moyennes	Grandes
Strate de taille (ha)	De 0 à 10	De 10 à 20	Plus que 20	De 0 à 5	De 5 à 10	Plus que 10

H5 - Spécialisation des exploitations par strate de taille

Le tableau ci-après nous renseigne sur la spécialisation des exploitations agricoles par strate de taille au niveau de la zone.

Tableau n° 10 : Part dans la formation de la valeur ajoutée agricole des exploitations par strates de taille et par branche (%)

Spéculations agricoles	Petites	Moyennes	Grandes	Total
Céréales en sec	20	30	50	100
Céréales en irrigué	10	40	50	100
Cultures maraîchères	50	30	20	100
Condimentaire	60	40	0	100
Arboricultures en sec	20	30	50	100
Arboricultures en irrigué	30	40	30	100
Cultures fourragères en sec	20	30	50	100
Cultures fourragères en irrigué	40	50	10	100
Elevage bovin	50	30	20	100
Elevage ovin et caprin	50	30	20	100

H6 – Rémunération et utilisation de la main d'œuvre par type d'exploitation et par spéculation

- Le salaire pour la main d'œuvre familiale est supérieur à celui de la main d'œuvre salariale étant donnée ses attributions (supervision, gestion, entretien, gardiennage,...). En effet, nous avons pris un taux de salaire de la main d'œuvre familiale de 120% de celui de la main d'œuvre salariale.

- La rémunération du travail salarié avec projet d'irrigation est plus importante de celle sans projet étant donnée que les tâches deviennent plus pénibles d'une part et de l'autre part les activités pratiquées permettent une augmentation du salaire.

- Enfin, pour l'affectation de la main d'œuvre familiale selon la taille des exploitations et/ou la nature des activités agricoles, nous supposons que la disponibilité de la main d'œuvre est plus importante dans les petites exploitations et que ces dernières ne font recours à la main d'œuvre occasionnelle que pour le maraîchage et l'arboriculture à raison de 20% de leurs besoins en travail. Les grandes exploitations ont moins de main d'œuvre (par unité de surface) et font plus de recours à la main d'œuvre occasionnelle. En effet, le tableau 11 indique l'utilisation de la main d'œuvre par spéculation pour les autres strates de taille.

Tableau n° 11 : Utilisation de la main d'œuvre par type d'exploitation (%)

	Main d'œuvre familiale			Main d'œuvre occasionnelle		
	Petites	Moyennes	Grandes	Petites	Moyennes	Grandes
Spéculations agricoles						
Céréales en sec	100	100	20	0	0	80
Céréales en irrigué	100	100	20	0	0	80
Cultures maraîchères	80	70	10	20	30	90
Condimentaire	100	0	0	0	0	0
Arboricultures en sec	80	80	30	10	20	70
Arboricultures en irrigué	80	80	30	10	20	70
Cultures fourragères en sec	100	100	20	0	0	80
Cultures fourragères en irrigué	100	100	20	0	0	80
Elevage bovin	100	100	50	0	0	50
Elevage ovin et caprin	100	100	60	0	0	40

H7 – Utilisation du capital par type d'exploitation et par spéculation

Pour ce qu'est de l'utilisation du capital, nous supposons que les grandes exploitations investissent plus. En outre, l'utilisation du capital est supposée corrélée positivement avec la taille de l'exploitation. Ceci se justifie en partie par la facilité d'accès aux crédits pour les grandes et moyennes exploitation et de la rentabilité des investissements par exploitation : économie d'échelle (taille minimale).

Tableau n° 12 : Utilisation du capital par type d'exploitation (en %)

Spéculations agricoles	Capital		
	Petites	Moyennes	Grandes
Céréales en sec	10	30	60
Céréales en irrigué	10	30	60
Cultures maraîchères	20	40	40
Condimentaire	60	40	0
Arboricultures en sec	30	30	40
Arboricultures en irrigué	30	30	40
Cultures fourragères en sec	10	30	60
Cultures fourragères en irrigué	10	30	60
Elevage bovin	30	30	40
Elevage ovin et caprin	30	50	20

Après la présentation de la zone d'étude, de la méthodologie et des hypothèses du travail nous passons maintenant à la présentation et l'interprétation des résultats obtenus.

2.3.4 Résultats et interprétations

A l'aide du TES régional, nous avons quantifié l'impact économique de l'introduction de l'irrigation dans la zone de Merguellil. Les TES par délégation figurent en annexes 3. Cependant dans ce qui suit, le tableau n° 13 synthétise les principaux résultats obtenus. En effet, les variations entre la situation avec projet et celle sans projet sont dues à la création du projet d'irrigation dans la zone.

(i) Globalement, il y a une amélioration de la production totale notamment celle des activités agricoles et extraagricoles suite à l'introduction de l'irrigation dans la zone de Merguellil.

Toutefois, l'introduction de l'irrigation dans la zone de Merguellil a favorisé de plus la délégation de Chebika étant donnée sa part dans la valeur ajoutée totale (soit 69% contre 67% pour la situation sans projet). Ceci, s'explique par la supériorité des potentialités de la zone de Chebika.

Tableau n°13 : Indicateurs économiques de l'impact du projet sur les deux zones étudiés (Chebika et Haffouz)

	Chebika			Haffouz		
	Situation sans projet	Situation avec projet	Taux de variation	Situation sans projet	Situation avec projet	Taux de variation
Production totale (DT)	78222586	191790925	145%	43386755	81896488	89%
Production agricole (DT)	42662895	77550978	82%	27438350	32712431	19%
Valeur ajoutée globale (DT)	65124546	129848675	99%	32100119	58903108	83%
Valeur ajoutée des activités agricoles (DT)	31618058	48270616	53%	20028202	22988146	15%
Valeur ajoutée des activités extraagricoles (DT)	33506488	81578059	143%	12071917	35914962	198%
Part des activités extraagricoles dans la valeur ajoutée globale (%)	51%	63%	11%	38%	61%	23%
Part des activités agricoles dans la valeur ajoutée globale (%)	49%	37%	-11%	62%	39%	-23%
La part de la valeur ajoutée agricole pour la rémunération du travail familiale (%)	13%	9%	-4%	11%	15%	4%
La part de la valeur ajoutée agricole pour la rémunération du travail salarial (%)	2%	4%	1%	2%	4%	2%
Rémunération de la main d'œuvre (DT) dont	4809057	6239432	30%	2643245	4491997	70%
Main d'œuvre familiale	4125769	4501599	9%	2259814	3523512	56%
Main d'œuvre salariale	683288	1737833	154%	383432	968485	153%
Part de la valeur ajoutée agricole pour la rémunération de la terre (%)	13%	15%	2%	11%	14%	2%
Rémunération de la terre (DT) dont	4137100	7075600	71%	2281500	3128800	37%
Terre en irrigué	0	4407600	100%	0	1270800	100%
Terre en sec	4137100	2668000	-36%	2281500	1858000	-19%
Part de la valeur ajoutée agricole pour la rémunération du capital (%)	72%	81%	9%	75%	80%	5%
Rémunération du capital agricole (DT)	22650569	38887205	72%	15100064	18499229	23%
Part de la petite exploitation dans la valeur ajoutée agricole (%)	32%	34%	2%	34%	27%	-6%
Part de l'exploitation moyenne dans la valeur ajoutée agricole (%)	26%	38%	12%	31%	35%	4%
Part de la grande exploitation dans la valeur ajoutée agricole (%)	42%	28%	-14%	35%	37%	2%
Part de la zone dans la valeur ajoutée (%)	67%	69%	2%	33%	31%	-2%
Taux de valeur ajoutée (%)	83%	68%	-16%	74%	72%	-2%

(ii) Amélioration de la valeur ajoutée

Sur le plan économique, le projet permet une meilleure efficacité économique de l'exploitation en engendrant une augmentation du revenu des agriculteurs grâce à l'irrigation.

(iii) Pour ce qui est de participation des activités économique dans le développement régional de la zone nous remarquons une réduction de la part de l'agriculture dans la valeur ajoutée de la zone d'étude au profit des activités annexes (transformation, approvisionnement et écoulement).

C'est donc, la branche de transformation qui est plus profitable au développement de la zone suite à l'introduction de l'irrigation. D'où, l'intérêt majeur d'installation des unités de transformation des produits agricoles pour mieux valoriser ses derniers.

(iv) il est à signaler que l'impact du projet sur l'aspect distributif du revenu (valeur ajoutée) entre les différentes nous remarquons que se sont les exploitations moyennes qui profitent plus étant données les possibilités de diversification pour ces dernières.

(v) La variation négative du taux de valeur ajoutée est diminuée (augmentation du taux de charge), témoigne sur l'industrialisation du secteur agricole dans les deux zones, notamment celle de Chebika.

Nous rappelons qu'en absence d'une comptabilité régionale ou locale, il est évident que les résultats et les conclusions ci formulés sont tributaires des hypothèses adoptées dans le cadre de ce travail notamment la rémunération de la main d'œuvre et la structure des exploitations.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'opportunité économique (revenu ou valeur ajoutée, rémunération des facteurs), environnementale (protection des ressources naturelles : eau et sol) et sociale (emploi, intégration de la femme rurale) du projet d'irrigation dans la région de Merguellil.

L'opportunité du projet dans cette région se justifie sur le plan technique par la nécessité de lutter contre le ruissellement des eaux dû à l'agressivité et à l'irrégularité des pluies, conjuguées à la faible capacité de rétention des sols et la mobilisation des eaux de ruissellement à l'amont mais aussi la protection de l'infrastructure à l'aval.

Enfin, il est à signaler que l'anthropisation du bassin versant est faite pour satisfaire des objectifs technico-économiques. Or, la satisfaction de ces derniers peut mettre en cause d'autres aspects tel que l'aspect environnemental malgré que l'impact économique global soit positif. D'où l'intérêt de décomposer cet impact global au niveau du bassin versant pour juger la durabilité des pratiques actuelles. Pour ceci nous proposons dans une deuxième section, une évaluation d'impact environnemental.

3. Environmental impact

3.1 Development agenda following water resources development in the Region of Kairouan

a. District of Chebikha :

- Amélioration du niveau et de la qualité des eaux des nappes
- Modernisation des routes et pistes
- Création d'un secteur économique secondaire et tertiaire
- Installation d'activités para-agricoles
- Modernisation de l'agriculture
- Diversification des spéculations agricoles
- Promotion des associations, coopératives etc
- Encadrement et formation professionnelle
- Amélioration des conditions de vie ; électrification, alimentation en eau

b. District of Haffouz :

- a. Contenir la surexploitation et la dégradation des ressources en eau-sol
- b. Améliorer la situation des pistes agricoles
- c. Renforcer les secteurs secondaires et tertiaires
- d. Atténuer les taux élevés de chômage
- e. Sauvegarder des investissements en aval (protection de la ville de Kairouan)
- f. Contribuer à la formation des jeunes pour l'agriculture et l'artisanat
- g. Reboisement des zones forestières
- h. Electrification et alimentation en eau potable

3.2 Assessment approach

Assessing the performance of undertaken projects in the region and their impacts could be done in quantitative or qualitative terms according to the kind of impact and information availability. We will use secondary data from published reports and available information as well as primary data through personal interviews designed to the purpose. Finally, the required indicators will be constructed based on the data collected.

In what follows (Table 14) we attempt to present the potential components of water related development project as well as relevant actions undertaken. These components will be the basis to define assessment criteria.

Table 14. Different components of water development and related projects in the region

Components of project	Actions/ interventions (not exhaustive)
CES and forest protection	Micro catchments “Banquettes” Micro catchments in stones “cordons en pierres” Hill ponds “reservoirs” Tree plantations
Irrigation and water development	Well equipment Irrigation equipments Surface well creation
Rural development	Fruit trees Micro credit “loans” Infrastructure roads Potable water Water reservoirs
Users associations	Water user associations Forest user association Agricultural Development Association
Gender	Women association Training for youth (young women) Loans for women (micro credit) Community housing program

3.3 Multiple agents and their priorities: weight vectors

It is also recognized that there exist some conflicts among the different users of the project benefits, interest groups and government agencies. Accordingly, the different interests are formulated in terms of the determination of weigh vectors. For each party involved in or being affected by the diverse components of undertaken projects in the region we may define weights on the basis of priority setting. The simplest way is ask the different groups (experts being interviewed) to rank the relative importance of the different criteria on a 5 points scale where “1” indicates the criterion the least important and “5” the most important criterion. A tentative ranking is derived from discussions held with a number of government officials being involved in the project.

Table 15: Weight vectors for different interest groups*

Criteria/ Project component	Indicators	CES/ Forestry	GR	DR	Regional authority	Local authority
Environnement/ CES-forest	Groundwater recharge Water quality Erosion Soil quality Plantations (Reboisement) CES and Pasture Vegetation species (biodiversité)	5	2	1	3	2
Human welfare/ Rural development- irrigation and water development	Agriculture revenues Non agriculture revenue Employment Potable water Electricity	2	3	5	5	5
Organisation- capacity building/ Associations	User Associations Water management (participation) Training	4	4	2	2	3
Modernisation/ rural development and irrigation and water development	Infrastructure Rural Roads Marketing activities Irrigation equipment	3	5	4	4	4
Genre/ rural women associations	Participation of women Employment New activities	1	1	3	1	1

CES = soil and conservation department (DG/ACTA) , GR = Rural engineering (DG/GR) department, DR = rural development represented by the investment department (DG/FIOP)

3.4 Impact assessment

Having identified the different components of water development and related project as well as the different groups (interest groups). Semi structured interviews were undertaken with selected project leaders at the Ministry level: CES and FIOP (being responsible of financing rural development and natural resource management projects as well as professional organizations). We used open ended questions to fill in the different purposes of the assessment. This form of rapid appraisal is widely used in rural studies.

In support of these primary data (interviews) secondary data were utilized and consisted primarily of relevant project evaluation reports and research conducted in the region (Nasri, 2002; Hill and Woodland, 2003). The map (Figure 1) shows The basin and water management in the study region so the reader can follow the different hydraulic works. In the following section we address the different criteria using information available and interviews conducted.

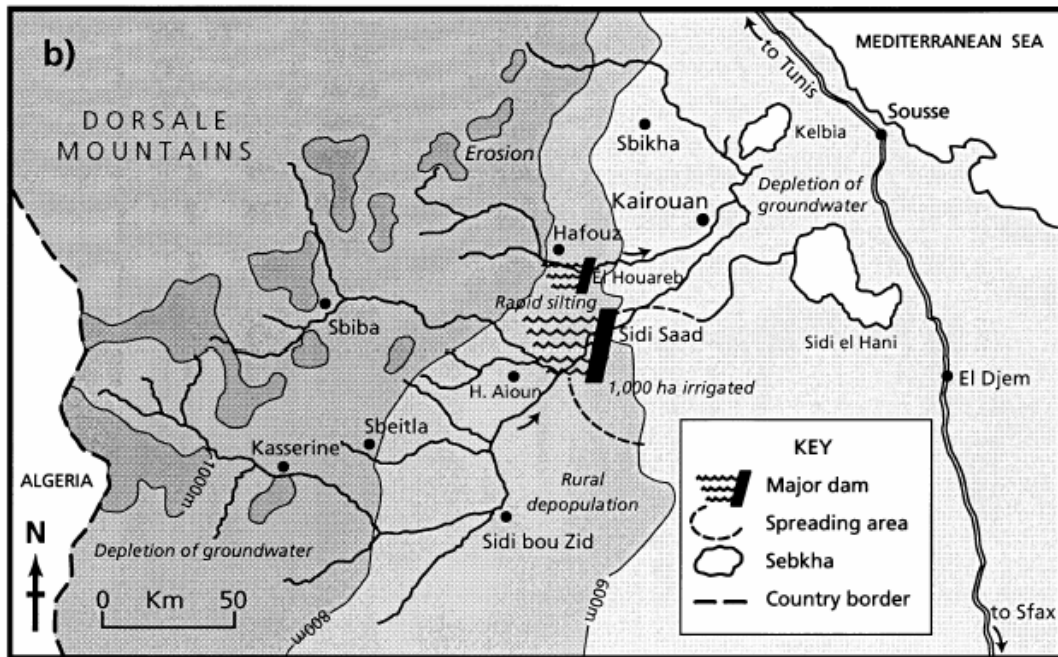


Figure 1. The Basin and water management in Kairouan region (adapted from Hill and Woodland, 2003).

3.5 Environment

Groundwater is perhaps the most important element in the water development strategy. The study area (Merguellil basin in Kairouan) is considered to be a groundwater recharge zone. In similar situations it is shown that hill reservoirs have contributed drastically to raise groundwater level in surrounding wells (Nasri).

Soil quality could be assessment by the risk of salinization observed in the irrigated areas. Possible over-watering in the irrigated areas leads to water infiltration which will be brought back to the surface with salt. Salinization is accelerated by capillary rise from groundwater where salt content increase to 5 l per gram near the Kairouan city (Hill and Woodland). To the contrary, in the upper catchments reduced infiltration has led to decreased groundwater recharge and declining cultivation (Hill and Woodland).

Soil erosion is reduced by the CES projects. But in the upper catchments soil erosion could increase given the sandy nature of lands and the fragility of the CES works. The soil contour ridges have contributed to recover soil for cultivation (case of Khait El Oued).

Plantations (reboisement) are part of the CES projects. There are 150 ha newly planted in Al Alaa region. But plantations efforts compete with livestock needs of pasture lands and therefore remain limited to areas where livestock is absent.

Living standards have been significantly improved although considered to be a short run result (Hill and Woodland). It is already observed that in the absence of secured jobs local people are seeking jobs in the Sahel neighboring regions. Agriculture could not secure jobs and uses mostly family labor. Rural development project contributed to improving the livelihood of peasants but the efforts remain limited. One project in the North-west Kairouan (1995-1999) has achieved only 19% of potable water supplies originally planned by the

project. In other regions this rate is higher. Electrification rate is important and goes along with the equipment of wells for pumping water.

Users associations have been the target of most projects in the region mainly to take part in the management of irrigation water (water users associations). Although created in almost all public irrigated areas they are seen as fragile. During the 1995-1999 project in the North-west Kairouan the rate of establishing these association was as low as 4% for water users associations and 0% for other types (AFICs and ACES). There has been establishment of 3 agricultural development association (known as GDA) but the main constraint remains the need for supervision, training and follow up. The impact of the diverse associations remains very limited due to the current conditions of members' election, restricted area covered by the associations and financial problems.

Modernization efforts have been in general substantial. Most project development in the region have had important infrastructure components. Roads have been created at 70% of planned actions. Road construction have had substantial benefits to the community particularly to education, health and other facilities including commerce. Irrigation equipments for wells and field irrigation have been at 21% and 30% respectively. Marketing remains a major problems for agricultural products as well as for traditional hand made and crafted products. The marketing suffers form the lack of local markets (at the basin level) and transport cost.

Gender has been approached by revenue generating actions targeting mainly the women. Livestock activities have been adopted easily by the women and marketed directed in the region. Direct impacts were noticeable by the increase of the number of women involved in project activities (the proportion of women has reached 50% in CES programme in Kairouan). There were plans to establish women associations and young women associations but were unsuccessful. Training and micro-credit for the women were also very limited (respectively 6% and 1% of planned activities).

The above evaluation is summarized in table 3. We assigned five levels of satisfaction with the achievement of water development where 0 = impact is absent or negative (denoted by -); 1= impact is negligible; 2 = impact is moderate; 3 = impact is substantial and 4 = impact is high. The criteria selected for the assessment relate to the physical nature of water as well to its economic and political nature. These criteria reflect the socio-political problems of water development.

Table 16: Assessment of the impacts of water development in the study region

Criterion	Indicators	0 absent or negative	1 negligible	2 moderate	3 substantial	4 high
Environment	Groundwater Upper stream	-				+
	Lower stream					
	Soil quality	-				
	Erosion Upper stream	-				
	Lower stream				+	
	Plantations (Reboisement) CES and pasture Vegetation species (biodiversity)			+		+
Human welfare	Agriculture revenues			+		
	Non agriculture revenue		+			
	Employment		+			
	Potable water			+		
	Electricity					+
Organization/ capacity building	User Associations management (participation)		+			
	Training		+			
Modernization	Infrastructure Roads				+	
	Marketing activities			+		
	Irrigation equipment			+		
Gender	Employment			+		
	New activities			+		
	Training	+				
	Micro credit	+				

Finally we use the weight vector matrix in table 15 and the impact assessment in Table 16 to derive an overall score Z by summing up $(w_i \cdot a_i) / 5$ where w_i and a_i refer to the weight given to the different parties and a_i is the assessment assigned to each component. Then we calculated overall scores over 100 (Table 17). The rankings in Table 15 are used to weight the assessments given in Table 16 based on the assumption that a priori the individuals with high rating gave more precise answers.

Table 17 : Impact assessment score

Criteria/ Project component	Indicators	Z _i
Environnement/ CES-forest	Groundwater	
	Upper stream	0
	Lower stream	12
	Soil quality	0
	Erosion	
	Upper stream	0
	Lower stream	8
	Plantations (Reboisement)	5
	CES and pasture	8
Vegetation species (biodiversity)	2.6	
Average		4.4
Human welfare/ Rural development- irrigation and water development	Agriculture revenues	8
	Non agriculture revenue	4
	Employment	4
	Potable water	8
	Electricity	16
Average		8
Organisation- capacity building/ Associations	User Associations	3
	Training	3
Average		3
Modernisation/ rural development and irrigation and water development	Infrastructure	
	Roads	12
	Marketing activities	8
Irrigation equipment	8	
Average		9
Genre/ rural women associations	Employment	3
	New activities	3
	Training	0
	Micro credit	0
Average		1.5
Overall score Z		26%

Conclusion

References

1. Chervel, M. 1995. l'évaluation économique des projets: calculs économiques publics et planification, Edition Publisud, Paris, France.
2. Cooperation Tuniso-Italienne, programme sahara sud. 2004. Programme de conservation des eaux et du sol des gouvernorats de Kairouan, Siliana et Zaghouan. Mission d'évaluation à mi-parcours.
3. ElAgib, A. A. R. 1998. General model of an Environmental Impact Assessment. Workshop on EIA, Sultan Qaboos University, Muscat, Sultanate of Oman.
4. Harvelt, F. 1996. Capacity building programme- for sustainable water sector development. Water resources development, vol, 12, No. 4, pp. 407-411.
5. Hill, J. and W. Woodland, 2003. Contrasting water management techniques in Tunisia: towards sustainable agricultural use. The geographical journal, 169(4): 342-357.
6. Khaleghi, G. H. 1998. Environmental impacts: relationship between tourism and the Environment. IBEC-Hawaii, USA.
7. Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (DG/FIOP). 1999. Etude d'évaluation a mi-parcours du projet de développement agricole intégré du Nord-ouest de Kairouan.
8. Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (DG/FIOP)-FAO. 1998. Rapport de synthèse de l'étude sur la gestion des ressources naturelles en Tunisie (projet UTF/TUN/021/TUN).
9. Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (DG/FIOP)-FAO. 1998. Bilan diagnostic du système agraire de la basse steppe (projet UTF/TUN/021/TUN).
10. Nasri, S. 2002. hydrological effects of water harvesting techniques: A study of Tabias, soil contour ridges and hill reservoirs in Tunisia. (Doctoral Thesis) Report 1030 Lund University Sweden.
11. Van Pelt, M. J. F. 1994. Environment and project appraisal: lessons from two cases. The Annals of Regional Science, vol 28, pp. 55-76.

Annexes

Annexe 1-1 : Occupation du sol, rendement, production délégation de Chebika (2002-03)

1- Situation avec projet

	Superficie (ha)	Rendement (T/ha)	Production (T)
Céréales en irrigué	5000		
Blé dur	3350	3,50	11725
Orge	1000	3,00	3000
Céréales en sec	14200		
Blé dur	8500	1,20	10200
Blé tendre	700	1,21	850
Orge	5000	1,10	5500
Cultures maraîchères d'arrière saison	925		
Pomme de terre d'arrière saison	95	17,50	1662,5
Tomate d'arrière saison	300	30,00	9000
Piment d'arrière saison	450	16,00	7200
Concombre d'arrière saison	60	27,00	1620
Courge	10	23,00	230
Melon	10	23,00	230
Cultures maraîchères d'hiver	1363		0
Fèves	650	12,00	7800
Petit pois	245	2,20	539
Carotte	100	20,00	2000
Navet	90	20,00	1800
Oignon	220	15,20	3344
Fenouil	9	24,00	216
Ail	2	5,00	10
Légumes à feuille	47	18,00	846
Cultures maraîchères d'été	3189		
Pomme de terre de saison	95	19,00	1805
Tomate de saison	130	60,00	7800
Piment	1000	8,30	8300
Pastèque	1100	20,00	22000
Melon	550	13,00	7150
Courge	30	26,00	780
Courgettes	10	12,00	120
Concombre	25	30,00	750
Oignon	249	15,00	3735
Cultures maraîchères sous serres	11,6		
Tomate	11	106,0	1166
Melon	0,6	60	36
Cultures maraîchères sous tunnel	423		
Pastèques	270	35	9450
Melon	153	25	3825
Condimentaire (Epices)	190		
Corète	170	2	340
Fenouil grains	20	1,2	24
Cultures fourragères en sec	180		
Orge en vert	170	20	3400
Foin (vesce avoine)	10	3	30
Cultures fourragères d'hiver en irrigué	540		
Foin (vesce avoine)	180	4,0	720
Orge en vert	350	25,0	8750
Bersim	10	4,0	40
Cultures fourragères d'été	210		
Mais	20	38	760
Luzerne	35	25,0	875
Sorgho	155	60,0	9300
Arboricultures en irrigué	2840		
Oliviers à huile	1500	2,2	3300
Oliviers de table	121	3	363
Amandiers	227	2	454
Abricotiers	445	4	1780
Pêchers	34	2	68
Pommiers	255	4	1020
Poiriers	115	2	230
Grenadiers	108	4	432
A. Arbres Fruitières	35	3	105
Arboricultures en sec	12300		
Oliviers à huile	9329	0,8	7463,2
Amandiers	2906	1	2906
Pêchers	52	1,2	62,4
Pommiers	13	2	26

2- Situation sans projet

	Superficie (ha)	Rendement (T/ha)	Production (T)
Céréales en sec	11536		13048
Blé dur	3580	1.2	4296
Orge	7956	1.1	8752
Arboricultures en sec	29835		52510
Oliviers à huile	23868	1.8	42963
Amandiers	5967	1.6	9547

Annexe 1-2 : Occupation du sol, rendement, production délégation de Haffouz (2002-03)

1- Situation sans projet

	Superficie (ha)	Rendement (T/ ha)	Production (T)
Céréales en irrigué	100		
Blé dur	50	1.8	90
Orge	50	1.8	90
Céréales en sec	5800		
Blé dur	3300	1.2	3960
Blé tendre	0	1	0
Orge	2500	0.8	2000
Cultures maraîchères en sec	130		0
Petit pois	130	0.6	78
Cultures maraîchères d'arrière saison	106		
Pomme de terre d'arrière saison	20	12	240
Tomate d'arrière saison	35	30	1050
Piment d'arrière saison	50	16	800
Concombre d'arrière saison	1	27	27
Cultures maraîchères d'hiver	521		
Fèves	350	4	1400
Petit pois	25	3.5	87.5
Carotte	32	25	800
Navet	40	13	520
Oignon	60	15	900
Fenouil	4	24	96
Légumes à feuille et autres	10	18	180
Cultures maraîchères d'été	328		
Pomme de terre de saison	16	18	288
Tomate de saison	20	13	260
Piment	5	13	65
Pastèque	200	20	4000
Melon	35	13	455
Courge	10	26	260
Concombre	5	2	10
Oignon	32	15	480
Divers	5		
Cultures maraîchères sous serres	0.5		
Tomate	0.25	106	26.5
Piment	0.1	28	2.8
Melon	0.15	27	4.05
Cultures maraîchères sous tunnel	50		
Pastèques	45	35	1575
Melon	5	25	125
Cultures fourragères en sec	130		
Orge en vert	90	20	1800
Foin (vesce avoine)	30	2	60
Avoine grain	10	0.8	8
Cultures fourragères d'hiver	90		
Foin (vesce avoine)	35	2.5	87.5
Orge en vert	55	25	1375
Cultures fourragères d'été	60		
Luzerne	10	25	250
Sorgho	50	40	2000
Légumineuses	200		
Petit pois	200	0.5	100
Arboricultures en irrigué	2650		
Oliviers à huile	1490	2.0	2980
Oliviers de table	125	2.2	275
Amandiers	16	1.5	24
Abricotiers	470	6	2820
Pêchers	60	2	120
Pruniers	10	3	30
Pommiers	186	5	930
Poiriers	20	0.8	16
Grenadiers	32	4	128
Pistachiers	86	1.2	103.2
Agrumes	85	2	170
Fiquiers	70	2.4	168
Arboricultures en sec	12600		
Oliviers à huile	8900	1	8900
Oliviers de table	27	0.8	21.6
Amandiers (avec olivier)	3463	1	3463
Abricotiers	60	2	120
Pêchers	70	1.2	84
Pistachiers	50	0.35	17.5
Fiquiers	30	3	90

2- Situation sans projet

	Superficie (ha)	Rendement (T/ha)	Production (T)
Céréales en sec	6362		5879
Blé dur	1974	1.2	2369
Orge	4388	0.8	3510
Arboricultures en sec	16453		28958
Oliviers à huile	13163	1.8	23693
Amandiers	3291	1.6	5265

Annexe 2-1 : TES correspondant à la variation due à l'introduction de l'irrigation – délégation de Chebika

	AGRICULTURE											INDUSTRIE	SERVICES		TOTAL	Unité : DT	
	Céréales en sec	Céréales en irrigué	Cul Mar	Condimentaire	Arbo en sec	Arbo en irrigué	Cul Four en sec	Cul Four en irrigué	Elevage Bovin	Elevage Ovin et caprin	Transformation	Approvisionnement et écoulement	Hors zone	Consommation finale		Total emploi	
Produit céréales en sec	15685	24781	0	0	0	0	366	2170	-147674	-114332	0	0	0	-219005	1582956	1363952	
Produit céréales en irrigué	60210	99124	0	0	0	0	122	723	11616	11141	0	0	0	182936	3075924	3258860	
Produit cul Mar	0	0	2928870	0	0	0	0	0	0	0	2158149	0	0	5087019	38075962	43162981	
Produit condimentaire	0	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	2021	0	6021	34395	40416	
Produit arbo en sec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-975640	0	0	-975640	-18537161	-19512801	
Produit arbo en irrigué	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221006	0	0	221006	4199106	4420112	
Produit cul Four en sec	0	0	0	0	0	0	1708	10126	58080	11141	0	0	0	81054	1816	82870	
Produit cul Four en irrigué	0	0	0	0	0	0	244	1447	116160	111405	0	0	0	229256	848361	1077617	
Produit bovin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2141568	2141568	
Produit ovin et caprin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1147491	1899745	37770825	
Produit transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29578183	29578183	
Produit approvisionnement	881354	1678541	10602114	17048	-2943277	1400346	39232	644499	88815	99889	21176299	1732970	453250	35871081	1899745	37770825	
Produits hors zone	-61360	186505	2650529	1894	-735819	350087	9808	161125	-25756	-17159	5294075	433243	113312	8360482	2970766	11331248	
Sous-total	895889	1988950	16181513	22942	-3679096	1750433	51480	820089	101241	102084	27875909	2166213	566562	48844209	64724130	113568339	
Valeur ajoutée	468063	1269910	26981468	17474	-15833705	2669680	31390	257527	2040327	-1249575	1702273	35604612	10764685	64 724 130			
Valeur apportée par les petites exploitations	29048	380973	10792587	10484	-5619202	1067872	9417	77258	607972	-1017590	0	0	0	6338820			
Valeur apportée par les exploitations moyennes	204984	507964	10792587	6990	-2297651	1067872	9417	103011	820257	-1142547	0	0	0	10072884			
Valeur apportée par les grandes exploitations	234031	380973	5396294	0	-7916852	533936	12556	77258	612098	910562	0	0	0	240855			
Impôts, taxes, subventions	-682	-1629	-4316	-202	9756	-2210	-414	-539	-1071	574	18217	22765	-69151	-28903			
Travail saisonnier	1181	94000	871208	0	-210044	298200	0	0	0	0	0	0	0	1054545			
Rémunération travail salarié petites exploitations	236	9400	435604	0	-42009	89460	0	0	0	0	0	0	0	492691			
Rémunération travail salarié exploitations moyennes	354	37600	261362	0	-63013	119280	0	0	0	0	0	0	0	355583			
Rémunération travail salarié grandes exploitations	591	47000	174242	0	-105022	89460	0	0	0	0	0	0	0	206270			
Travail familial	12756	112800	1045449	840	-1930710	834960	5400	20700	28799	244836	0	0	0	375830			
Rémunération travail petites exploitations	2551	11280	522725	840	-386142	250488	1080	8280	14389	122418	0	0	0	547919			
Rémunération travail exploitations moyennes	3827	45120	313835	0	-579213	333884	1620	10350	8640	73451	0	0	0	211413			
Rémunération travail grandes exploitations	6378	56400	209090	0	-965355	250488	2700	2070	5760	48967	0	0	0	383502			
Rémunération terre en irrigué	0	1500000	1824600	6000	0	852000	0	225000	0	0	0	0	0	4407600			
Rémunération terre irriguée petites exploitations	0	150000	912300	6000	0	255600	0	90000	0	0	0	0	0	1413900			
Rémunération terre irriguée exploitations moyennes	0	600000	547380	0	0	340800	0	112500	0	0	0	0	0	1600680			
Rémunération terre irriguée grandes exploitations	0	750000	364920	0	0	255600	0	22500	0	0	0	0	0	1393020			
Rémunération terre en sec	266400	0	0	0	-1753500	0	18000	0	0	0	0	0	0	-1469100			
Rémunération terre en sec petites exploitations	53280	0	0	0	-17385134	0	3600	0	66996	-5737064	-21774475	-9024327	-2636492	-56433616			
Rémunération terre en sec exploitations moyennes	79920	0	0	0	-3157227	0	5400	0	33498	-2868532	-1088724	-451216	-131825	-7578705			
Rémunération terre en sec grandes exploitations	133200	0	0	0	-4674340	0	9000	0	20099	-1721119	-5443619	-2256082	-659123	-14591984			
Rémunération du capital	322746	-372719	24107103	11272	-10868820	1427809	12976	31988	2126617	-562337	172090	35627378	10695534	64280037			
Petites exploitations	64549	-37272	12053551	11272	-2173764	428343	2595	12795	1063309	-281169	-1088724	-451216	-131825	9472445			
Moyennes exploitations	96824	-1490824	7232131	0	-3260646	571124	3893	15994	637985	-168701	-5443619	-2256082	-659123	-3379308			
Grandes exploitations	161373	-186380	4821421	0	-5434410	428343	6488	3199	425323	-112467	-15242133	-6317029	-1845544	-23291796			
Total ressources	1363952	3258860	43162981	40416	-19512801	4420112	82870	1077617	2141568	-1147491	29578183	37770825	11331248	113568339			

Annexe 2-2 : TES correspondant à la variation due à l'introduction de l'irrigation – délégation de Haffouz

	AGRICULTURE										INDUSTRIE	SERVICES		Unité : DT		
	Céréales en sec	Céréales en irrigué	Cul Mar	Condimentaire	Arbo en sec	Arbo en irrigué	Cul Four en sec	Cul Four en irrigué	Elevage Bovin	Elevage Ovin et caprin	Transformation	Approvisionnement et é	Hors zone	TOTAL	Consommation finale	Total emploi
Produit céréales en sec	-18167	413	0	0	0	0	0	0	-72188	-103064	0	0	0	-193006	203484	10478
Produit céréales en irrigué	11778	1650	0	0	0	0	0	0	8250	1790	0	0	0	23468	35672	59140
Produit cul Mar	0	0	678007	0	0	0	0	0	0	0	256683	0	0	934690	4198967	5133657
Produit condimentaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produit arbo en sec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2953997	0	0	-2953997	-1632001	-4585998
Produit arbo en irrigué	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205091	0	0	205091	3896728	4101819
Produit cul Four en sec	0	0	0	0	0	2544	835	82500	17897	0	0	0	0	103776	-51226	52550
Produit cul Four en irrigué	0	0	0	0	0	636	3338	412500	8949	0	0	0	0	54173	110982	165155
Produit bovin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1612250	1612250
Produit ovin et caprin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1274970	-1274970
Produit transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13702229	13702229
Produit transport	91346	30131	2002390	0	-1780448	1634494	20869	70708	106275	-81712	8565768	701503	240593	11601917	3423794	15025710
Produits hors zone	10150	7533	222488	0	-859126	181610	5217	17677	-7494	-24388	2141442	175376	60148	1930633	2577080	4507713
Sous-total	95106	39727	2902885	0	-2639574	1816105	29266	92557	158593	-180528	8214987	876879	300742	11706744	26802989	38509733
Valeur ajoutée	-84628	19413	2230772	0	-1946424	2285714	23284	72598	1453657	-1094442	5487243	14148831	4206971	26 802 989		
Valeur apportée par les petites exploitations	-57258	5824	892309	0	-1610581	914286	6985	21779	434079	-1068515	0	0	0	-461093		
Valeur apportée par les exploitations moyennes	14944	7765	892309	0	637369	914286	6985	29039	583481	-1177959	0	0	0	1908220		
Valeur apportée par les grandes exploitations	-42314	5824	446154	0	-973212	457143	9314	21779	436097	1152031	0	0	0	1512816		
Impôts, taxes, subventions	-5	-296	-2567	0	-4973	-2051	-26	-83	-806	-2422	-20709	-103387	-2254	-139578		
Travail saisonnier dont	24022	0	178610	0	104172	278250	0	0	0	0	0	0	0	585054		
Rémunération travail salarié petites exploitations	4804	0	89305	0	20834	83475	0	0	0	0	0	0	0	198419		
Rémunération travail salarié exploitations moyennes	7207	0	53583	0	31252	11300	0	0	0	0	0	0	0	203341		
Rémunération travail salarié grandes exploitations	12011	0	35722	0	52086	83475	0	0	0	0	0	0	0	183294		
Travail familial dont	-18795	2700	214332	0	-448726	779100	3900	3030	35164	692994	0	0	0	1263698		
Rémunération travail petites exploitations	-3759	270	107166	0	-89745	233730	780	1212	17582	346497	0	0	0	613733		
Rémunération travail exploitations moyennes	-5639	1080	64300	0	-134618	311640	1170	1515	10549	207898	0	0	0	457896		
Rémunération travail grandes exploitations	-9398	1350	42866	0	-224363	233730	1950	303	7033	138599	0	0	0	192070		
Rémunération terre en irrigué dont	0	30000	400800	0	0	795000	0	45000	0	0	0	0	0	1270800		
Rémunération terre irriguée petites exploitations	0	3000	200400	0	0	238500	0	18000	0	0	0	0	0	459900		
Rémunération terre irriguée exploitations moyennes	0	12000	120240	0	0	318000	0	22500	0	0	0	0	0	472740		
Rémunération terre irriguée grandes exploitations	0	15000	80160	0	0	238500	0	4500	0	0	0	0	0	338160		
Rémunération terre en sec dont	-56200	0	0	0	-380300	0	13000	0	0	0	0	0	0	-423500		
Rémunération terre en sec petites exploitations	-11240	0	0	0	-76060	0	2600	0	0	0	0	0	0	-84700		
Rémunération terre en sec exploitations moyennes	-16860	0	0	0	-114090	0	3900	0	0	0	0	0	0	-127050		
Rémunération terre en sec grandes exploitations	-28100	0	0	0	-190150	0	6500	0	0	0	0	0	0	-211750		
Rémunération du capital dont	-7585	-10883	1613073	0	-135481	1126938	10258	27515	1500187	-724859	5466534	14045444	4204718	27115861		
Petites exploitations	-1517	-1088	806537	0	-27096	338082	2052	11006	750094	-362429	-205741	-304406	-93206	912286		
Moyennes exploitations	-2275	-4353	483922	0	-40644	450775	3077	13758	450056	-217458	-1028703	-1522032	-466029	-1879906		
Grandes exploitations	-3792	-5441	322615	0	-67740	338082	5129	2752	300037	-144972	-2880368	-4261690	-1304882	-7700271		
Total ressources	10478	59140	5133657	0	-4585998	4101819	52550	165155	1612250	-1274970	13702229	15025710	4507713	38509733		

Annexe 3 : Evolution du rendement des principales cultures pratiquées sur la zone de Merguellil (en tonne/ha)

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Céréales en irrigué										
Blé dur	3	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5
Blé tendre	3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
Orge	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0
Céréales en sec										
Blé dur	0,5	0,3	1,2	0,8	0,3	1,2	0,3	0,3	0,2	1,2
Blé tendre	0,4	0,3	1,2	0,7	0,3	1,2	0,3	0,3	0,3	1,2
Orge	0,3	0,1	0,1	0,6	0,1	1,2	0,3	0,2	0,2	1,1
Cultures maraîchères d'hiver										
Fèves	6	6,4	6,5	6,9	6,2	10,0	11,0	12,3	13,3	12,0
Petit pois	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,1	2,3	2,2
Carotte	15	15,0	15,0	15,0	15,0	20,0	18,8	20,0	20,0	20,0
Navet	15	18,0	15,0	15,0	2,0	20,0	18,8	20,0	21,4	20,0
Oignon	10	11,3	10,9	10,6	11,8	13,2	15,0	14,3	15,0	15,2
Pomme de terre d'arrière s.	12	13,0	13,0	14,0	14,0	15,0	16,0	16,0	17,0	17,5
Cultures maraîchères d'été										
Piment	6	6,0	6,5	7,0	8,0	8,0	8,1	8,9	8,2	8,3
Pastèque	20	20,7	20,5	20,0	20,0	25,0	27,3	30,0	35,0	40,0
Melon	12	14,8	14,2	15,0	16,0	17,0	19,2	20,0	20,8	25,0
Courge	20	20,0	20,0	21,7	20,0	20,0	21,7	20,0	20,0	20,0
Concombre	10	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	10,7	11,3	12,0	12,9
Pomme de terre de saison	14	14,0	14,0	15,0	15,0	18,2	18,0	18,0	20,0	19,0
Tomate de saison	25	25,0	30,0	30,0	30,0	40,0	45,0	45,0	55,0	60,0
Oignon	15	15,9	16,7	17,3	19,4	20,0	20,0	21,0	20,5	2,0
Tomate (Serres)	35	37,5	37,5	39,0	39,0	45,0	45,0	55,0	55,0	56,8
Fourrage d'hiver	2,8	2,6	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1

Source : CRD Kairouan, 2004.