

L'évaluation économique d'un projet d'irrigation à partir des lacs collinaires dans une zone rurale de la Tunisie

Angeli L., Severini S., Valle S.

in

Camarda D. (ed.), Grassini L. (ed.).
Local resources and global trades: Environments and agriculture in the Mediterranean region

Bari : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 57

2003

pages 31-41

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=4001952>

To cite this article / Pour citer cet article

Angeli L., Severini S., Valle S. **L'évaluation économique d'un projet d'irrigation à partir des lacs collinaires dans une zone rurale de la Tunisie.** In : Camarda D. (ed.), Grassini L. (ed.). *Local resources and global trades: Environments and agriculture in the Mediterranean region*. Bari : CIHEAM, 2003. p. 31-41 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 57)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

L'EVALUATION ECONOMIQUE D'UN PROJET D'IRRIGATION A PARTIR DES LACS COLLINAIRES DANS UNE ZONE RURALE DE LA TUNISIE

Liano Angeli, Simone Severini, Stefano Valle

DEAR - Facoltà di Agraria - Università degli Studi della Tuscia, Viterbo, Italy

RÉSUMÉ

La Tunisie figure parmi les pays dans le monde les plus exposés aux phénomènes de pénurie d'eau.

Au début des années '90 le Gouvernement tunisien a promulgué une Stratégie Nazionale de Conservation des Eaux et du Sol, afin de limiter le phénomène érosif qui menace plusieurs zones du pays, augmenter le niveau de mobilisation des ressources hydriques et améliorer le niveau de vie des populations concernées.

Malgré le grand effort politique déployé le secteur agricole ne recevra pas des quantités d'eau additionnelles, qui seront au contraire accordées seulement aux zones urbaines et aux secteurs touristique et industriel.

À l'intérieur de la Stratégie Nationale les lacs collinaires occupent donc un rôle d'importance dans le cadre des plus généraux stratégies de développement rural. Aux lacs collinaires sont assignés essentiellement deux grands groupes d'objectifs:

- amélioration du système agricole existant et des conditions de vie des populations agricoles, à travers l'irrigation de petits périmètres irrigués;
- protection de l'environnement et, en particulière, protection des infrastructures situées aval e maîtrise des eaux de ruissellement.

Les recherches en cours montrent que cette stratégie de mise en valeur locale des ressources hydriques présente des considérables potentialité, même si souvent des problèmes relatifs à l'organisation de la gestion collective ne manquent pas de se manifester.

En effet les interventions sont fréquemment conçues et mises en oeuvre sans la participation active et intéressée des populations concernées, cela entraîne une insuffisante exploitation des eaux, une gestion de l'eau souvent inadéquate et une rapide détérioration des infrastructures.

Le présent travail examine un étude de cas: le lac collinaire Lachguef, dans le gouvernorat de Zaghouan, impliqué par un projet FAO/ITALIA (GCP/INT/542/ITA). L'objectif est celui d'évaluer l'impact du passage d'une agriculture en sec à une agriculture irriguée sur le système de production agricole impliqué par le projet et sur le relatifs résultats économiques.

Après un examen de la littérature existante, on a mené une enquête sur le terrain pour la collecte des données nécessaires à réaliser l'analyse. En premier lieu l'analyse a utilisé la Programmation Linéaire pour simuler les potentiels effets du projet sur les choix de production et sur les résultats économiques des activités agricoles réalisées dans la zone.

En deuxième lieu on a réalisé une évaluation de l'investissement en utilisant les données qui dérivent de l'analyse menée par la programmation linéaire. Enfin l'analyse a contemplé quelques éléments critiques qui peuvent conditionner en mesure considérable les résultats obtenus.

Par l'analyse mené en est ressorti que l'exploitation de la ressources hydrique pourrait permettre d'augmenter le revenu agricole à travers le développement des cultures maraîchères e de l'oléiculture irrigué. Cependant l'importance de l'augmentation des revenus agricoles dépend en mesure considérable de trois facteurs. Au cas où le cheptel ne se réduisît pas comme on a supposé, le revenu agricole croîtrait mais dans une moindre mesure. En présence d'une augmentation des opportunités de l'emploi à l'extérieur de l'entreprise la croissance des revenus agricoles pourrait résulter inférieure à celui attendu. Enfin la gestion du terrain autour du lac recouvre un rôle essentiel pour éviter un précoce envasement de l'ouvrage et donc une réduction de la durée de vie du lac. Ce dernier élément mis en évidence comment la participation active de la population local et son implication dans la gestion des

ressources naturelles soit crucial pour assurer une utilisation durable rentable des ressources disponibles.

1. INTRODUCTION

Au début des années 90, le gouvernement tunisien a lancé la Stratégie Nationale de Conservation des Eaux et du Sol pour la décennie 1990-2000 afin de limiter le phénomène érosif en cours dans plusieurs zones du pays, d'améliorer le niveau de mobilisation des ressources hydriques, en particulier les eaux de surface, et d'améliorer le niveau de vie des populations impliquées (Ministère de l'Agriculture, 1993 et 1995; Hizem, 1994; Selmi *et al.*, 1997).

A l'intérieur de cette stratégie, les projets d'aménagement de petite et moyenne hydraulique occupent une place d'importance dans le cadre du développement rural. Employés au début pour des objectifs principalement de conservation et visant à diminuer les risques dérivés du ruissellement des eaux de surface excédantes et du transport solide en aval, les lacs collinaires sont aujourd'hui réalisés surtout pour stimuler le développement dans les zones déshéritées (Fauck *et al.*, 1991; Talineau *et al.*, 1994; Selmi, 1996; El Amami, 1999).

Cependant, cette opération aux conceptions technique et socio-économique relativement nouvelles, est aussi l'une des plus coûteuses à l'hectare aménagé, et dans le même temps la plus innovatrice et transformatrice du paysage. Par ailleurs, elle est susceptible de modifier considérablement les rapports entre les facteurs traditionnels de la production agricole et les comportements sociaux face à la disponibilité supplémentaire d'une ressource naturelle renouvelable rare et vitale qui est l'eau (Selmi *et al.*, 1994).

Les possibilités offertes par la réalisation d'une retenue collinaire sont souvent sous-estimées. En effet les tentatives de "mise en valeur" locale de cette nouvelle ressource sont réelles, même si très souvent des problèmes de droit d'usage et d'organisation d'une gestion collective ne manquent pas de se manifester (Selmi, 1996). Toutes les initiatives prévoient de faire participer activement les populations aux projets d'aménagement du territoire national, pour entreprendre une action de développement durable (Chennoufi *et al.*, 1994; Selmi, 1996; Selmi *et al.*, 1994).

En tenant compte du fait que les lacs collinaires présentent un intérêt particulier pour les zones semi-arides caractérisées par une irrégularité des conditions climatiques, cette étude a analysé le projet du lac collinaire Lachguef, dans le gouvernorat de Zaghuan. Un projet de coopération bilatéral entre l'Italie et la Tunisie a concerné, pour une période de cinq ans, la zone de réalisation de l'œuvre (Alaya, 1999).

Cette étude analyse les effets de la réalisation du lac collinaire sur le système de production pratiqué par les populations concernées par le projet. A partir des données recueillies auprès des responsables techniques et de la population résidente autour du lac, les résultats économiques des familles/exploitations impliquées par le projet ont été reconstruits dans la situation précédente à son exécution (situation ex-ante). Les données recueillies ont été analysées en utilisant la Programmation Linéaire (PL) afin d'identifier le système de production réalisable grâce à l'utilisation de la ressource hydrique captée par le lac collinaire (situation ex-post) et évaluer l'impact sur les résultats économiques des familles/exploitations. L'étude fournit en outre une évaluation financière de l'investissement prévu par le projet en analysant les éléments critiques possibles de l'évaluation économique pouvant conditionner les résultats obtenus.¹

Le prochain paragraphe décrit la zone de réalisation du lac collinaire et les caractéristiques du projet de développement d'irrigation. Seront définies par la suite les méthodes utilisées pour effectuer l'évaluation économique et présentés les résultats des analyses économique et financière. Enfin, seront analysés les éléments critiques de l'évaluation économique avant d'aboutir aux conclusions.

2. LA ZONE OBJET D'ÉTUDE ET LE PROJET ANALYSÉ

L'espace où le lac collinaire a été construit se trouve à la limite supérieure de la zone semi-aride, entre les régions du centre et du nord. La surface du bassin versant dans lequel est situé le lac est de 200 ha environ et le périmètre est de 6 km (Chiappini-Carpena, 1999; ESA Mograne, 1999/2000). La capacité de

¹ Des détails plus amples se trouvent dans Angeli *et al.*, 2002.

la retenue a été estimée, par les organismes de la CES (Conservation des Eaux et du Sol) et du CRDA (Commissariat Régional au Développement Agricole) de Zaghuan, à 108.000 m³ (CES, 1997).

La surface totale de la zone d'intervention autour du lac, qui concerne 6 exploitations agricoles, est de 45,5 ha, avec 36 ha de SAU (Surface Agricole Utile) et 9,5 ha d'incultes. Ce territoire est habité par 9 familles (un total de 58 personnes).

Le système cultural pratiqué avant la construction du lac, qui a été identifié grâce à l'enquête de terrain, est caractérisé de cultures extensives en sec peu diversifiées (Tab.2). Le système de production, chez tous les exploitants, est associé à un élevage extensif diversifié (ovins, caprins, bovins, Tab.2) tirant l'essentiel de sa nourriture des pâturages spontanés dans les parcours domaniaux de forêt, de maquis avoisinants et des jachères. Les ressources fourragères (foin, chaume et fane de légumineuse) couvrent seulement une petite partie des besoins alimentaires du bétail.

Dans le cadre de la difficile situation agro-écologique de la zone et des faibles revenus agricoles, la plupart des exploitants travaille en-dehors de l'exploitation dans la région. Les hommes et les jeunes occupent des emplois saisonniers comme ouvriers agricoles ou maçons dans les secteurs urbain et touristique et dans les chantiers publics, tandis que les femmes et les filles participent à des activités agricoles comme la cueillette des oliviers. L'exploitation agricole a avant tout le rôle de couvrir une partie des besoins alimentaires de la famille, même si le temps destiné au travail hors-exploitation reste élevé (ESA Mograne, 1999/2000).

Le projet de mise en valeur des eaux du lac Lachguef, concerne le développement d'un périmètre irrigué de 36 ha (SAU), destiné aux cultures maraîchères et à la plantation d'oliviers (avec une irrigation de complément), ainsi que la réalisation d'un système d'irrigation adéquat au périmètre que l'on va réaliser. Le plan de "mise en valeur agricole" considère l'aptitude réelle des sols, les cultures irriguées avec une rentabilité élevée ainsi que la quantité d'eau utilisable. Le projet prévoit d'offrir une assistance technique et un appui à la participation des agriculteurs à travers les activités de formation et d'animation. C'est ainsi que la gestion de la ressource hydrique commune (Selmi, 1996; Selmi *et al.*, 1997) et les techniques pour le contrôle des phénomènes érosifs dans le bassin versant prennent une importance particulière. Ce dernier aspect se révèle crucial pour éviter un engorgement précoce du lac, ce qui pourrait avoir un effet de réduction de la durée de vie utile de l'investissement.

3. MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE

La pratique d'exploitation des eaux des lacs collinaires a la tendance d'améliorer les revenus des usagers à travers l'intensification de leurs pratiques culturales et l'introduction de cultures plus rentables telles que les cultures maraîchères et l'arboriculture irriguée. Dans ce cas, et dans le cadre de la situation agro-environnementale, on a adopté l'hypothèse d'introduire seulement des nouvelles plantations d'oliviers irrigués. Cette culture est souvent introduite en zones marginales selon des surfaces très étendues, puisqu'elle entraîne des revenus élevés, nécessite des besoins de travail non spécialisés concentrés sur de brèves périodes, ajouté au fait qu'elle soit à la portée des connaissances techniques des agriculteurs (Belhouchet, 1997; Selmi, 1996; Selmi *et al.*, 1998).

Cette étude analyse le développement du système de production en tenant compte des caractéristiques socio-agro-économiques de la zone et des caractéristiques spécifiques de la retenue: capacité potentielle, évapotranspiration, infiltration, apport solide, divers usagers, durée de vie de l'œuvre.

L'analyse se base sur la comparaison entre la situation avant la réalisation du lac, avec une agriculture extensive, et celle qui pourrait se vérifier après son installation avec un nouveau système de production (FAO, 1989; E.C.A.T., 1995; Selmi *et al.*, 1995).

La première phase de l'analyse considère le système de production avant la réalisation de la retenue (situation ex-ante). L'enquête de terrain a permis de relever les techniques culturales et le prix des produits et des facteurs de production et de déterminer les fiches technico-économiques des cultures à sec. Ces informations ont permis, pour la situation ex-ante, le calcul des revenus bruts des exploitations agricoles dont la valeur totale (cultures et zootechnie) s'élevait à 13.168 DT.² Par la suite, ont été

² Les revenus bruts ont été calculés en déduisant de la production vendable les coûts variables, que pour les cultures se sont révélés les coûts pour les semences, pour les engrais et les fertilisants et pour les services extérieurs, tandis que pour l'élevage on a tenu compte d'une valeur agrégée pour tête de bétail.

analysées les disponibilités d'eau offertes par le lac et les activités culturelles qui pourraient être introduites en présence d'eau.

La deuxième phase de l'étude essaye de configurer la situation probable post-projet (situation ex-post) au moyen d'un modèle de PL. Celle-ci a été utilisée pour rechercher le système de production plus apte à la situation analysée, en tenant compte des contraintes techniques, des disponibilités des facteurs de production, de quelques exigences spécifiques des familles agricoles, ainsi que du niveau des prix des produits et des facteurs (Hazell *et al.*, 1986). De plus, elle a permis d'évaluer l'impact potentiel du projet sur les résultats économiques des familles/exploitations et sur l'utilisation des facteurs cruciaux de production tels que le travail et l'eau. Enfin, la PL, à travers l'analyse des prix fictifs associés aux contraintes, a fourni des indications quant à la pénurie relative de quelques ressources ou la sévérité de quelques contraintes techniques (Paris, 1991).

Le modèle utilisé, de brève période, maximise la fonction-objectif obtenue des revenus bruts de l'ensemble des familles/exploitations présentes autour du lac.³ Le revenu estimé est donné par les revenus bruts agricoles et par les revenus résultants de l'emploi hors-exploitation. La présence contemporaine de ces deux sources de revenu consent au modèle de décider, sur la base des conditions en vigueur sur le marché du travail et de la rentabilité des activités agricoles le mode d'allocation du travail familial disponible entre les activités à l'intérieur et à l'extérieur de l'exploitation. Ceci permet au modèle de considérer explicitement un coût d'opportunité du travail familial pour les activités dans l'exploitation qui dépend de la rémunération des emplois hors-exploitation (Les contraintes du modèle sont décrits dans l'Appendice).

Le modèle a été calibré et validé à travers la comparaison des résultats qu'il a fournis avec ceux concernant la situation avant la réalisation du lac (McCarl *et al.*, 1986). Ce processus a permis d'affiner le modèle et d'identifier indirectement le niveau du salaire moyen attendu pour le travail hors-exploitation. En effet, les salaires journaliers pleins représentent une surestimation de la rétribution nette attendue, tant à cause du taux de chômage élevé que des coûts liés à la recherche du travail et aux déplacements quotidiens qu'il implique une fois acquis. Le modèle a fourni des résultats très proches de ceux observés en réalité (pour le système cultural, le nombre de têtes de bétail et le revenu brut total) lorsque le niveau des salaires hors-exploitations attendus a été porté au 80% des salaires pleins. Néanmoins, ces valeurs ont été considérées comme une estimation raisonnable des niveaux de salaire attendus en moyenne par les membres des familles pour des activités hors-exploitation.

La troisième phase concerne l'analyse financière de l'investissement relié au projet (analyse coût/avantages). L'évaluation de la convenance économique de chaque projet d'investissement, comme celui représenté par l'étude de cas, concerne seulement les acteurs impliqués et non l'impact de l'ouvrage sur la collectivité entière. Dans ce cas, on mène une analyse financière en considérant les coûts de tous les composants et les bénéfices direct apportés par le projet et en négligeant les bénéfices extérieurs environnementaux éventuels. L'analyse financière a été réalisée à prix constants de marché, rapportés à l'année 1999. Sur la base de l'estimation indiquée dans l'étude technique de construction du lac et d'une étude menée dans la zone (CES, 1997; ESA Mograne, 1999/2000), et sur la base de l'expérience des lacs collinaires réalisés en zones agro-écologiques semblables de la Tunisie (Camus *et al.*, 1995; Selmi, 1996), la rentabilité de l'investissement est mesurée en considérant la durée de vie de l'œuvre égale à 20 ans. Deux situations sont ainsi confrontées: celle de pré-projet, avant la réalisation de la retenue, ressortie de l'analyse socio-économique menée sur les données recueillies pendant le séjour dans la zone, et celle de post-projet rapportée au scénario défini par l'application de la PL aux données relevées par l'enquête menée en avril 2000 (Tab.2). L'exploitation de l'eau du lac entraîne la connaissance et l'utilisation de techniques novatrices de la part des agriculteurs de la zone. On a donc prévu une période de transition avant d'atteindre la pleine production pour modifier les surfaces d'oliviers et le nombre de têtes élevées. On suppose en effet que les surfaces affectées aux cultures maraîchères croîtront graduellement au cours des premiers sept ans jusqu'au niveau indiqué dans le modèle de PL. Pour l'élevage, on a prévu une durée de 5 ans pour atteindre la consistance de têtes prévue par les conditions post-projet. Les surfaces d'oliviers entrent dans le système cultural à la septième année, c'est à dire l'année de la première production.

Le coût total de l'investissement pendant la période de réalisation du projet (les quatre premières années) s'élève à 204.690 DT. Les coûts comprennent : le coût de construction du lac (168.600 DT), du système d'irrigation (conduite d'adduction principale et subordonnée, groupe motopompe et réservoir en

³ Cette agrégation peut être considérée acceptable surtout en considérant l'habitude d'échanger plusieurs ressources (dont le travail) parmi les familles de la zone, unies par d'étroits liens de parenté.

ciment armé, 15.400 DT), des aménagements anti-érosifs (banquettes manuelle, plantation d'espèces fourragères, consolidation des ouvrages existantes et brise-vent, 8.000 DT), les coûts pour l'assistance technique et les activités d'animation et de formation adressées aux agriculteurs et aux habitants de la zone (9.000 DT), le coût des plantations d'oliviers qui doivent être réalisées (3.690 DT, la dimension de la surface est celle déterminée avec la PL), et enfin le coût mensuel du gardien du lac (3.000 DT). Les aménagements anti-érosifs sont réalisés au cours des deux premières années du projet, tandis que les activités d'animation, de formation et d'assistance technique se déroulent les quatre premières années.

Les coûts d'entretien sont estimés à 1% du coût total pour le lac, à 3% du coût total pour le système d'irrigation et à 0,5% pour les aménagements anti-érosifs (E.C.A.T., 1995). La durée de vie de ces derniers a été estimée à 50 ans, tandis que celle du système d'irrigation est évaluée à 10 ans.

Pour l'évaluation financière, on a utilisé le logiciel WinDASI développé par la FAO (FAO, 2000). L'évaluation de l'investissement a été exécutée en envisageant le projet dans l'ensemble, c'est-à-dire le total des coûts de l'investissement (les coûts soutenus tant par le gouvernement tunisien et la coopération italienne que par les agriculteurs-mêmes) et les bénéfices en terme d'augmentation des revenus agricoles de la zone concernée par le projet.

4. RÉSULTATS DE L'ANALYSE

4.1. Situation pré-projet de référence

En réduisant l'élevage et en étendant les surfaces d'oliviers, le projet permet d'augmenter fortement le revenu agricole. Cependant, cela entraîne une réduction du revenu dérivant des activités hors-exploitations puisque la présence d'eau porterait les membres familiaux à travailler encore plus dans leur exploitation. Ceci permettrait d'assurer la permanence des familles agricoles sur le territoire, ce qui représente un des objectifs de la politique du gouvernement tunisien. A partir des simulations effectuées, s'est révélée la tendance à réduire le nombre de têtes élevées et à introduire de nouvelles surfaces irriguées d'oliviers. En effet, les contraintes qui limitent le cheptel mettent en évidence des prix fictifs négatifs, cela pour démontrer que l'élevage présente de faibles revenus bruts par rapport aux besoins unitaires de travail. Par contre, l'oléiculture irriguée présente un revenu brut élevé ajouté au fait qu'elle soit fortement demandée par les agriculteurs. L'élimination de l'élevage des activités dans l'exploitation ne constitue pas un scénario possible de développement pour le projet, puisqu'elle est incompatible avec les exigences et les traditions des populations locales, ainsi qu'avec le rôle de la zootechnie dans la gestion du risque de revenu et de l'alimentation des familles de la zone. Pour ces raisons, nous avons utilisé comme scénario de référence, celui issu d'une enquête menée dans la zone autour du lac, de laquelle résulte que les agriculteurs, en vue de la réalisation du projet, sont disposés à réduire le nombre de têtes jusqu'à un certain seuil (Tab.2) (ESA Mograne, 1999/2000). La situation indiquée apparaît compatible avec les exigences des agriculteurs et cohérente avec l'évolution des systèmes de production entraînés par les projet.

Les résultats concernant la situation de référence mettent en évidence le mode d'augmentation considérable du revenu agricole brut par rapport à la situation pré-projet (Tab.1).

La réduction du nombre de têtes permet, d'un côté, à la famille de récupérer du temps qui peut être affecté à des activités plus rémunératrices et, de l'autre, de réduire les surfaces fourragères. En même temps, on enregistre une diminution du revenu de travail hors-exploitation (Tab.1).

Le système cultural indiqué par le modèle de PL se caractérise par une surface élevée affectée aux cultures maraîchères et à l'oléiculture irriguée; cette dernière est préférée à celle en sec à cause de sa rentabilité supérieure (Tab.2). L'oléiculture entre dans le système cultural car elle présente des besoins unitaires de travail concentrés pratiquement en deux mois seulement: décembre et janvier. Dans le système cultural, il y a aussi la fève en sec, dont le revenu unitaire est plus élevé parmi les cultures non irriguées, et le foin d'avoine pour l'alimentation zootechnique et pour la vente (Tab.2).

Tableau 1. Résultats économiques des Familles/exploitations (valeurs en Dinar, DT*).

	Ex-ante**	Ex-post					
		Valeurs absolues			Variations relatives (%)		
		simul. I	simul. II	simul. III	simul. I	simul. II	simul. III
Recettes agricoles	20569	60159	59591	53712	192.5	189.7	161.1
dont:							
Recettes culturales	13623	57404	56836	46710	321.4	317.2	242.9
Recettes zootechniques	6946	2755	2755	7002	-60.3	-60.3	0.8
Coûts agricoles explicites	7117	18283	17885	15065	156.9	151.3	111.7
dont:							
Coûts de pompage	0	2184	2251	2103			
Autres coûts culturels	7117	16099	15634	12962	126.2	119.7	82.1
Revenu agricole brut	13452	41876	41706	38647	211.3	210.0	187.3
Recettes de travail extérieures	13377	7130	9116	5658	-46.7	-31.9	-57.7
Revenu brut total	26829	49006	50822	44305	82.7	89.4	65.1

Explication des simulations:

- simulation I consistance zootechnique réduite indiquée par ESA-Mograne (1999/2000),
rémunération attendue du travail au 80% des salaires bruts moyens;
- simulation II consistance zootechnique réduite indiquée par ESA-Mograne (1999/2000),
rémunération attendue du travail égal aux salaires bruts moyens;
- simulation III consistance zootechnique identique à la situation avant projet,
rémunération attendue du travail au 80% des salaires bruts moyens.

*(1 Dinar, DT = 0,8 euro, prix relatifs à l'an 1999)

** Ces valeurs se réfèrent à la situation indiquée par le modèle calibré sur la base des données techniques et de prix enregistrées par l'enquête de terrain.

Tableau 2. Système de production dans la zone étudiée.

	Ex-ante		Ex-post		
	situation enregistrée	situation simulée	simul. I	simul. II	simul. III
Système cultural (ha):					
céréales en sec	22.5	19.5	0.0	0.0	0.0
blé irrigué	0.0	0.0	1.8	2.8	7.5
jachère	5.5	4.9	0.5	0.7	1.8
fève en sec	2.0	6.0	5.3	0.0	0.0
foin d'avoine en sec					
- vendu	0.0	0.0	6.1	10.2	8.5
- pour alim. Zootechnique	3.0	2.6	1.1	1.1	2.6
tomate irriguée	0.0	0.0	1.5	1.5	1.3
melon irrigué	0.0	0.0	2.7	2.7	2.2
pomme de terre	0.0	0.0	1.7	1.6	0.0
piment irrigué	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
olivier en sec	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
olivier irrigué	0.0	0.0	12.3	12.4	9.1
Total cultivé	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Total irrigué	0.0	0.0	20.0	21.0	20.1
dont maraîchères	0.0	0.0	5.9	5.8	3.5
Têtes de bétail (nombre):					
bovins	29	28.8	14	14	29
ovins	155	153.7	42	42	155
caprins	28	27.9	28	28	28

L'eau est utilisée au cours de toute l'année, avec une certaine intensité aux mois de mars et octobre. En juin, on atteint la capacité mensuelle maximale de pompage (prix fictif 0,383 DT/m³). La quantité d'eau exploitée atteint 40.438 m³, parfaitement au-dessous de la quantité disponible (60.000 m³) offerte par le lac pour une année pluviométrique moyenne (Tab.3).

Tableau 3. Utilisation d'eau et de travail pour activités agricole dans l'exploitation.

	Disponibilité	Ex-ante	Ex-post		
	annuelle	Base	sim. I	sim. II	sim. III
Valeurs absolues					
Eau (en m3)	60000	0	40438	41681	38947
Travail (journée)	3795	1503	2607	2583	2876
Parts par rapport aux disponibilités (%):					
Eau	-	0.0	67.4	69.5	64.9
Travail	-	39.6	68.7	68.1	75.8

En ce qui concerne le travail, les hommes sont occupés davantage en activités hors-exploitations, les jeunes travaillent en partie dans l'exploitation et en partie au dehors, tandis que les femmes et les filles travaillent essentiellement dans l'exploitation. En janvier, juillet et octobre les membres sont pleinement occupés dans des activités à l'intérieur de l'exploitation. En effet, pendant ces mois la rentabilité marginale (prix fictif) du facteur travail pour le secteur agricole et pour chacune des trois catégories est bien plus élevée que celle du secteur hors-exploitation. (Tab.4). Cela est dû à l'entrée de l'olivier irrigué et des cultures maraîchères dans le système de production, présentant des revenus brut élevés à l'hectare.

Tableau 4. Disponibilité, utilisation et prix fictif du travail pour mois-Simulation I.

	Disponibilité	Utilisations:		Prix
	totale (journées)	exploitations (journées)	hors-exploitations (journées)	fictif DT/journées
janvier	387.4	387.4	0.0	23.5
février	197.4	60.4	137.0	4.5
mars	210.9	84.7	126.2	4.5
avril	334.6	154.5	180.2	5.1
mai	348.1	314.4	33.7	6.4
juin	353.8	91.9	261.8	4.5
juillet	393.3	393.3	0.0	37.7
août	393.3	142.3	251.0	4.5
septembre	353.8	249.4	104.4	6.4
octobre	224.4	224.4	0.0	16.6
novembre	210.9	151.5	59.4	6.4
décembre	387.4	352.5	34.9	6.4

L'analyse financière met en évidence la convenance du projet d'investissement qui envisage une durée utile de vie du lac de 20 ans. En effet, les bénéfices d'accroissement actualisés (Valeur Actuelle Nette, VAN) indiquant l'écart de recettes entre la situation "sans" et celle "avec" projet, en dehors de toutes les dépenses, sont positifs (Tab.5). Le VAN, qui présente un pic négatif au terme de la première année dû au coût de réalisation du projet, croît progressivement en devenant positif lors de la période située entre la 16^{ème} et la 17^{ème} année.

Tableau 5. Rémunération de l'investissement au varier de la vie utile du lac (valeurs du VAN en DT).

	15 ans	20 ans	25 ans
VAN	10225	37150	70636
TIR	6.64	7.93	9.04
C/B	1.05	1.15	1.26

Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) du projet confirme aussi cette tendance. La valeur est en effet supérieure au taux d'escompte utilisé pour l'analyse financière (6%) (Tab.5).

L'examen de ces valeurs indique un avantage économique sure pour les acteurs impliqués dans le projet d'investissement. Naturellement avec la diminution de la durée de vie du lac, les valeurs décroissent jusqu'au point dont le projet d'investissement n'est plus avantageux du point de vue économique. Les indicateurs économiques (VAN, TIR, B/C) indiquent que pour une durée de vie inférieure à 13-14 ans, le projet n'est plus avantageux.

4.2. Analyse de sensibilité

Les résultats obtenus dépendent de quelques suppositions déjà discutées. Dans cette section on considère trois aspects emprunts par l'aléatoire : le niveau de rémunération du travail hors-exploitation; le cheptel de têtes de bétail élevées; la durée de vie du lac.

A la suite d'un processus d'évolution de l'économie tunisienne, la demande de travail des secteurs de construction et de tourisme est en phase d'expansion. Cela pourrait déterminer, au moins dans une moyenne-longue période, une augmentation de la rémunération du travail. Néanmoins, on a réalisé une simulation qui suppose que le niveau moyen attendu de la rémunération du travail hors-exploitation est le même que le salaire brut attendu. Une augmentation éventuelle des salaires hors-exploitation aurait clairement un impact positif sur les revenus totaux des familles/exploitations envisagés, que l'on peut imputer exclusivement à l'augmentation des revenus qui résultent du travail extérieur (Tab.1). En effet, on n'a pas une contraction significative des revenus agricoles, mais seulement une modification légère du poids relatif de quelques cultures (Tab.2). Ce dernier phénomène détermine une augmentation des consommations annuelles d'eau et une augmentation légère du prix fictif associé à son utilisation pendant les mois centraux de la saison d'irrigation. En définitive, la simulation indique qu'un accroissement de la rémunération du travail hors-exploitation de 20%, par rapport à la situation de référence ne détermine pas une réduction significative des revenus agricoles et, par conséquent, celle de la rémunération de l'investissement.

L'avantage de l'activité zootechnique apparaît plutôt réduit déjà en conditions de pré-projet. La disponibilité d'eau pour l'irrigation tend à amplifier ce problème. Cependant, les caractéristiques de l'activité zootechnique portent à considérer avec extrême précaution la possibilité de réduction de la consistance des têtes élevées. Dans cette section, on présente et on discute sur la base des résultats d'une simulation dans laquelle l'on suppose que le nombre de têtes est égal à celui enregistré en situation de pré-projet. Si cela se vérifiait, on aurait une augmentation des revenus des familles/exploitations inférieure à celle mise en évidence aux conditions post-projet de référence (Tab.1). Un tel impact négatif peut être attribué aussi à une augmentation mineure des revenus agricoles ainsi qu'à une réduction plus consistante des revenus qui résultent du travail hors-exploitation. En effet, l'activité zootechnique absorbe une quantité de travail non-négligeable: l'utilisation du travail en agriculture atteindrait des niveaux plus élevés que ceux des conditions de référence, au delà des 75% des disponibilités familiales totales (Tab.3). Cet aspect, avec la nécessité d'assurer une production alimentaire pour la zootechnie plus grande, détermine une augmentation réduite des surfaces affectées aux cultures maraîchères (Tab.2). Pour cette raison, les niveaux d'utilisation d'eau diminueraient jusqu'à se situer en deçà des 65% des disponibilités annuelles moyennes (Tab.3) évitant ainsi les conditions de pénurie, et ceci quelle que soit la période.

Le dernier aspect envisagé dans cette section est la vie utile des œuvres qui permettent le stockage de l'eau pour l'irrigation. Puisqu'il y a eu des cas d'envasement précoce de retenues semblables (Camus *et al.*, 1995; Selmi, 1996; Albergel *et al.*, 1998), la durée de vie du lac pourrait se révéler inférieure à celle qui avait été prévue. Les données indiquent que la rémunération de l'investissement demeure favorable aussi dans le cas où la vie utile du lac se réduirait à 15 ans (Tab.5). En particulier la VAN ne s'annulerait qu'au cas où la vie utile de la retenue soit entre 13 et 14 ans. Naturellement, on ne s'attendrait à cette situation que dans le cas où la population locale n'adoptait pas une stratégie appropriée pour la maîtrise des phénomènes érosifs. Au contraire, si la vie utile s'étendait à 25 ans, la rentabilité de l'investissement s'accroîtrait ultérieurement en donnant un TRI légèrement supérieur à 9% (Tab.5).

En définitive, les simulations réalisées mettent en évidence le fait que les résultats économiques, qui dérivent de l'investissement envisagé, devraient rester positifs même en présence des conditions analysées dans cette section.

CONCLUSION

Le projet analysé dans cette étude, qui concerne la réalisation d'une petite retenue collinaire, représente un des éléments centraux des interventions de petite et moyenne hydraulique de la Stratégie Nationale de CES du gouvernement tunisien. Cette typologie d'intervention joue un rôle important dans la stratégie de développement des zones rurales de ce pays, puisqu'elle vise à contenir les phénomènes érosifs et à intercepter les eaux de ruissellement pour les affecter à l'irrigation. En particulier, les dimensions réduites et la simplicité relative des solutions techniques adoptées rendent ce genre d'intervention beaucoup plus proche des exigences des populations locales et ils ont tendance à les

impliquer beaucoup plus que dans des projets de plus grande dimension. Cependant, les interventions de ce genre sont souvent caractérisées par des coûts élevés à l'hectare aménagé.

L'analyse menée a évalué l'impact que la réalisation d'une petite retenue collinaire aurait un impact sur l'utilisation des ressources (en particulier: la terre, le travail et l'eau), sur le revenu des familles intéressées, ainsi que sur les bénéfices nets qui résultent de l'investissement prévu.

Par ailleurs, l'analyse financière menée a indiqué que l'investissement requis par le projet, même sans envisager les probables bénéfices extérieurs qui résultent du contrôle des phénomènes érosifs, pourrait avoir un bon niveau de rémunérativité: dans les conditions que l'on a supposées, prévoyant une durée de vie du projet de 20 ans, le rapport coût/avantages atteint un niveau de 1,15, égal à un TRI de 7,9% (Tab.5). L'analyse a révélé aussi que ces résultats positifs pourraient être obtenus sans entraîner un bouleversement radical de l'organisation de la production. Les conditions post-projet supposées ne prévoient qu'une réduction limitée de la consistance de la zootechnie; l'introduction d'une surface limitée de cultures maraîchères; l'expansion de l'oléiculture avec une irrigation de complément au-dessus du niveau supposé par les techniciens locaux en phase d'évaluation.

L'analyse de sensibilité a envisagé les suppositions que le nombre de têtes ne soit pas réduit par la population locale; que la rémunération du travail hors-exploitation croisse par rapport aux conditions de référence; et enfin que la durée de vie de la retenue ne soit que de 15 ans à cause d'un entretien insuffisant du bassin versant par la population locale. Les résultats de cette analyse ont démontré que la rentabilité des investissements prévus par le projet demeure positive même si les éléments envisagés se différencient de ceux supposés dans les conditions de référence.

BIBLIOGRAPHIE

- Alaya K. (1999), *Plan d'aménagement de conservation des eaux et du sol du bassin versant de l'Oued Sbahiya*, Projet GCP/INT/542/ITA, Avril.
- Albergel J., Rejeb N. (1997), "Les lacs collinaires en Tunisie: Enjeux, contraintes et perspectives", *C. R. Acad. Agr. Fr.*, 2, pp. 77-88.
- Angeli L., Severini S., Valle S. (2002), "La valutazione economica di un progetto di irrigazione da lago collinare in una zona rurale della Tunisia", *Working Paper DEAR* Università della Tuscia, Viterbo, forthcoming.
- Belhouchet R. (1997), *Analyse agro-économiques des exploitations agricoles irriguées en zones arides: Cas du Gouvernorat de Tataouine*, IAM-Montpellier/CIHEAM.
- Brooke A., Kendrick D., Meeraus A. (1992), *GAMS: A user's guide. Release 2.25*, Scientific Press Series, Danvers, Massachusetts, Boyd & Fraser Publishing Company.
- Camus H., Guiguen N., Ben Younes M. (1995), "Note sur l'envasement des lacs collinaires en zone semi-aride tunisienne, 1 e 2", *D/CES e ORSTOM*, février.
- CES (1997), *Projet de construction d'un lac collinaire sur affluent oued Lachguef (délégation Zaghuan) Etude Technique*, Ministère de l'agriculture de Zaghuan, Arrondissement CES, Programme National de Mobilisation des Eaux de surface, Avril.
- Chennoufi A., Hassainya J., Laajili K. (1994), "Méthodologie d'élaboration des projets CES basée sur la participation de la population", in Ministère de l'agriculture, D/CES, Séminaire maghrébin sur la CES: La CES une composante du développement agricole durable, Kairouan, mai-juin 1994.
- Chiappini-Carpena P. (1999), *Projet de développement agricole autour du lac collinaire Lachguef (Secteur Oued Rmel, Gouvernorat de Zaghuan)*, Projet GCP/INT/542/ITA (version provisoire).
- E.C.A.T. (1995), *Etude de factibilité agro-économique Lac collinaire sur Oued Dar Rmel (Gouvernorat de Bizerte)*, Rapport au Ministère de l'Agriculture, Tunis.
- El Amami H. (1999), "Les lacs collinaires: Une nouvelle technique de conservation des ressources naturelles et de développement économique et social des zones collinaires arides et semi-arides de la Tunisie", 2nd Inter-Regional Conference on Environment-Water.
- ESA Mograne (1999/2000), *Evaluation d'un projet de développement agricole. Cas du lac collinaire Lachguef*, Projet de fin d'Etude.
- FAO (1989), "Guide pour l'évaluation économique des projets d'aménagement des bassins versants", *Cahier FAO Conservation*, 16, Roma.
- FAO (2000), *WinDASI User Manual*, Agricultural Policy Support Service, Policy Assistance Division.
- Fauk R., Lamary M., Bachta M. S. et al. (1991), "Evaluation sur les techniques des eaux et du sol en Tunisie", *Projet PNUD FAO/TUN 86-020*.
- Hazell P. B. R., Norton R. D. (1986), *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*, New York, MacMillan Publishing Company.

- Hizem H. (1994), "Evolution des stratégies de CES en Tunisie", in MIN. AGR. D/CES, Séminaire maghrébin sur la CES: La conservation des eaux et des sols: une composante du développement agricole durable, Kairouan, juin '94.
- McCarl B.A., Apland J. (1986), Validation of Linear Programming Models, *Southern Journal of Agricultural Economics*, 18 (Dec.), pp. 155-164.
- Ministère de l'Agriculture, D/CES (1993), *Stratégie nationale de la CES (1990-2000)*, (Copie revue et modifiée), déc. 1993.
- Ministère de l'Agriculture, D/CES (1995), "Guide de conservation des eaux et du sol", in Cherif, H. *et al.*, *Projet PNUD/FAO TUN*, pp. 86-1020.
- Paris Q. (1991), *An economic interpretation of linear programming*, Ames, Iowa, Iowa State University Press.
- Selmi S. (1996), Intervention de l'Etat en milieu rural et réaction des collectivités locales face à la gestion d'une ressource rare: Les lacs collinaires dans le semi-aride tunisien, Thèse de doctorat, ENSA-Montpellier.
- Selmi S., Albergel J., Nasri S. (1998), "Quelques outils de gestion pour une allocation optimale d'une ressource aléatoire: L'eau des lacs collinaires en Tunisie", in Séminaire International Agriculture et Développement Durable en Méditerranée, Montpellier, mar. 1998.
- Selmi S., Nasri S. (1997), *Les lacs et retenues collinaires en Tunisie*, Tunis, ORSTOM.
- Selmi S., Talineau J.C. (1994), "Des lacs collinaires pour un développement durable en Tunisie semi-aride", *Les Cahiers de la Recherche Développement*, 37, pp. 33-46.
- Selmi S., Zekri S. (1995), "Evaluation économique et environnementale des lacs collinaires en Tunisie Le cas d'El Gouazine (Oussalatia Kairouan)", in Pontanier R., M'Hiri A., Aronson J., Akrimi N., Le Floc'h E., (eds), *L'homme Peut-Il Refaire Ce qu'Il A Défait?*, Paris, John Libbey Eurotext, pp. 439-448.
- Talineau J.C., Selmi S., Alaya K. (1994), "Lacs collinaires en Tunisie semi-aride", *Sécheresse*, 5 (4), pp. 251-256.

Appendice Structure générale du modèle de Programmation Linéaire ⁴

Les variables du problème sont présentées par les activités culturelles, la vente des produits qui dérivent d'elles, le nombre de têtes de bétail élevées et leur alimentation, le pompage d'eau et l'utilisation du travail familial à l'intérieur et au-dehors de l'exploitation. Les cultures en sec envisagées sont: blé dur, orge, foin d'avoine, fève, olivier et jachère. Les cultures irriguées sont: blé dur, orge en vert, foin de vesce-avoine, maïs en vert, tomate de saison, ail, melon, piment de saison, pomme de terre, olivier avec une irrigation de complément.

Les contraintes du modèle se rapportent à de nombreux aspects: les besoins et la disponibilité de la terre, le lien entre les rendements et les productions, les besoins et les disponibilités de travail pour les activités agricoles dans l'exploitation, la disponibilité mensuelle de travail familial, les besoins et les disponibilités mensuelles et annuelles d'eau, les aspects agronomiques des assolements, qui conditionnent les rotations des cultures, les choix concernant les surfaces arboricoles, la satisfaction de l'alimentation des familles, les choix relatifs au nombre de têtes de bétail élevées, les disponibilités et les besoins de nourriture du bétail.

Les besoins mensuels d'eau sont satisfaits grâce à l'activité de pompage, tandis que la somme des prélèvements ne peut pas dépasser la disponibilité moyenne d'eau permise par le lac.

Le travail familial est partagé par catégories (hommes, jeunes, femmes et filles) et par périodes d'utilisation (mois). Toutes les catégories de travail peuvent être utilisées dans les activités de l'entreprise pour satisfaire les exigences des activités culturelle et zootechnique. La somme des utilisations à l'intérieur et au-dehors de l'exploitation ne doit pas dépasser la disponibilité initiale spécifiée pour chaque catégorie et pour chaque mois.

L'une des contraintes du modèle impose que, pour satisfaire les exigences de sécurité alimentaire des familles agricoles, la production de blé dur assure une consommation de blé de 300/g jour par personne.

Le modèle tient compte des contraintes agronomiques de rotation caractéristiques de la zone étudiée qui imposent, entre autres, l'introduction du jachère et des cultures améliorantes dans l'assolement. On a aussi prêté attention aux exigences de rotation des cultures maraîchères, qui pourront être introduites dans les conditions après-projet. Les surfaces affectées à l'oléiculture en sec, des plantations précédentes à la réalisation du lac, sont à un niveau fixé de façon exogène.

Les besoins d'alimentation du bétail, exprimés en unité fourragère, doivent être satisfaits par la mise en activité des cultures en mesure d'offrir une part des aliments zootechniques nécessaires. Le modèle tient compte de la nécessité de fournir une alimentation équilibrée pour les têtes de bétail, qui ne peut pas se baser exclusivement sur les sous-produits des cultures.

⁴ Une description détaillée du modèle se trouve en Angeli *et al.* (2002).