



MICROFICHE N°

03509

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES FORÊTS

**PROJET DE PROTECTION
DU BARRAGE DE SIDI SAAD**

PAR

**DES AMÉNAGEMENTS ANTI-ÉROSIFS
DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED ZEROUD**



MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES FORÊTS

CUDA 3509

PROJET DE PROTECTION DU PAYSAGE DE

SIDI SAAD

PAR DES AMÉNAGEMENTS ANTI-ÉROSIFS

DATE

L'OUVERTURE

ANALYSE ÉCONOMIQUE

POUR UNE ZONE DE 100.000 HA

CENTRE NATIONAL DES ÉTUDES AGRICOLES

PROJET FEUL/PAC/TUN/72/004

- S O M M A I R E -

	<u>Page</u>
<u>RESUME ET CONCLUSION</u>	-
<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>1. GENERALITES</u>	1
11. Le barrage de Sidi Saad	2
12. L'érosion et la vie utile du barrage	4
<u>2. ZONE DU PROJET DE PROTECTION</u>	6
21. Le climat	6
22. Les sols	9
23. L'envasement du barrage	11
24. La production agricole actuelle	14
25. La situation foncière	15
<u>3. PROJET DE PROTECTION</u>	16
31. Principes généraux d'intervention	16
32. Zones à traiter	18
33. Interventions anti-érosives à effectuer	20
34. Réduction de l'envasement : Extension de la durée de vie du périmètre irrigué	21
35. Exécution du projet	24
<u>4. COUTS ET BENEFICES DU PROJET</u>	27
41. Coût du projet	27
42. Bénéfices et justifications du projet	29
43. Effet du projet sur la rentabilité de l'ensemble du projet de Sidi Saad	34

ANNEXES

. RESUME ET CONCLUSION

1. - Dans le cadre de la protection de la plaine et de la ville de Kairouan, l'Administration Tunisienne a prévu la construction d'un barrage à Sili Saad sur l'Oued Zéroud à l'aval du point de jonction de l'Oued Hatob et de l'Oued El Hadjel.

Compte tenu de la configuration du barrage retenu et de la capacité utile prévue, il y aura la possibilité d'irriguer un nouveau périmètre irrigué de 4.000 Ha à créer dans le voisinage de la retenue.

2. - L'apport solide au niveau du cite du barrage étant très important, estimé à 10.10^6 m³ par an, la tranche d'eau réservée à l'irrigation risque d'être comblée au bout de 20 années.

Aussi et dans le but de réduire l'envasement du barrage, l'aménagement anti-érosif de 100.000 Ha les plus sensibles du bassin versant du Zéroud a été envisagé. Ces interventions toucheront les sous-bassins versants du Hatob inférieur, de oued El Hadjel et de oued Zerga.

3. - Cet aménagement prévoit la construction d'ouvrages de lutte contre l'érosion (seuils en pierres sèches, banquettes et fossés cloisonnés), la création de plantations fourragères et d'arboriculture fruitière et la réorientation de l'utilisation des sols nus en fonction des besoins fourragers du cheptel existant.

4. - La réalisation du projet est confiée aux Directions concernées du Ministère de l'Agriculture : à savoir, la Direction des Forêts et celle de la Production Agricole en collaboration avec les associations et les syndicats de producteurs.

5. - Le coût global d'investissement du projet qui s'étale sur 12 ans s'élève à 7,4 millions de dinars et se répartit à raison de 46,6% pour les ouvrages anti-érosifs, 50,5% pour les plantations fourragères et d'arboriculture fruitière, 2,9% pour achat de cheptel de trait et de fourrage pour disette.

6. - L'aménagement anti-érosif des 100.000 Ha permet une amélioration notable de la production au niveau des zones traitées et une prolongation de la durée de vie du périmètre irrigué de 9 ans.

Le cash-flow additionnel du projet a été calculé pour une période de 50 années, compte tenu des améliorations obtenues au niveau de la zone traitée et au niveau du périmètre irrigué et a donné un taux de rentabilité interne du projet de 19,7%.

La valeur ajoutée actualisée au taux de 8% et 10% s'élève à 5.886 et 3.587 mille dinars respectivement.

7. - Par ailleurs, le projet permet d'augmenter la durée de vie du barrage du point de vue de la protection de la plaine et de la ville de Kairouan, de préserver le potentiel terre pour les générations futures, et de dynamiser l'activité économique régionale dans les différents secteurs.

1. INTRODUCTION

A la demande de la Direction des Forêts, le Centre National des Etudes Agricoles a réalisé une analyse économique d'un Projet de Protection du Barrage de Sidi Saad par aménagements anti-érosifs de 100.000 Ha du bassin versant de l'Oued Zéroud.

Compte tenu du délai très court alloué à cette étude, l'analyse économique s'est basée uniquement sur la documentation existante à savoir :

- "Etude de factibilité du barrage de Sidi-Saad"
faite par l'Agence Canadienne de Développement International - Juin 1974

- "Planification des actions anti-érosives à mettre
en oeuvre dans le bassin versant de l'Oued El
Hadjel"
faite par la Direction des Forêts - Mai 1976.

- Note fournie par la Direction des Forêts et relative
à l'aménagement anti-érosif des 100.000 Ha considérés du bassin
versant de l'Oued Zéroud.

o°o

1. GENERALITES

L'objet de la présente étude est d'évaluer les coûts et les avantages du traitement anti-érosif d'une zone de 100.000 Ha du bassin versant de l'Oued Zéroud, située au Nord de la ville de Casablanca et du Sud Ouest de la plaine de Kairouan dans la Tunisie Centrale.

L'aménagement CEE vise la protection du Barrage de Sidi-Saad contre l'envasement par diminution de l'érosion du sol à l'occasion des crues.

11. - Le Barrage de Sidi-Saad

111. Origines (voir carte de localisation du barrage en annexe)

C'est en vue de protéger la ville et la plaine de Kairouan contre les débordements périodiques de l'Oued Zéroud que les autorités tunisiennes ont décidé l'édification d'un barrage à Sidi Saad.

Mais, avant même que l'Administration ne fasse son choix sur le type d'ouvrage à installer, elle avait préconisé la mise en oeuvre, à l'amont de Sidi Saad de traitements anti-érosifs pour protéger la retenue du futur barrage contre l'envasement.

En 1974, la Division des Ressources en Eau et en Sol et l'ORESTOM publiaient un document cartographique couvrant l'ensemble des 850.000 Ha du bassin du Zéroud sur lequel étaient délimitées les zones les plus sensibles à l'érosion.

La Direction des Forêts définissait alors une zone dite prioritaire, s'étendant sur plus de 200.000 Ha pour laquelle un avant-projet de traitement anti-érosif fut établi.

L'ouvrage finalement retenue par l'Administration, barrage à pertuis ouvert, aura un double but : l'amortissement des crues et la constitution d'une réserve d'eau annuelle pour l'irrigation et la recharge de nappes dans le Kairouanais.

La capacité maximum de la retenue est suffisamment élevée ($1.600.10^6$ m³) pour assurer l'amortissement des crues pendant une très longue période.

Si la crue du Zéroud se poursuit avec un débit suffisant, les déversoirs fonctionnent. Le débit maximum qu'ils peuvent évacuer est de 10.000 m³/sec., correspondant à la cote maximum de 298. Pour cette cote le volume occupé par les eaux à l'amont du barrage est de 1.600×10^6 m³.

Irrigation et recharge de la nappe :

Entre les cotes 257m et 270m, le volume d'annagasinement est de 150 Mm³. Ce volume assure l'irrigation des 4.000 Ha de nouveaux périmètres et la recharge des nappes. Les besoins annuels sont de 20 Mm³ pour l'irrigation et de 40 Mm³ pour la recharge. En période d'étiage extrême (1 fois dans 20 ans), lorsque le niveau descend plus bas que la cote 260m, la recharge des nappes n'est plus assurée.

Remarque :

Le volume disponible entre les cotes 232 et 257, sert de bassin de décantation pour les sédiments. Il est de l'ordre de 60×10^6 m³.

12. - L'érosion et la vie utile du barrage

Avant les crues de l'automne 1969, le débit solide moyen annuel du Zéroud à Sidi Saad avait été estimé à :

.. $4,78 \times 10^6$ tonnes (SOGETHA 1964)

.. 5×10^6 tonnes (COYNE & BELLIER 1966)

pour un volume liquide écoulé de 100×10^6 m³ en moyenne par an.

Pour l'ensemble du bassin, l'érosion atteindrait ainsi : 590 T/km².

Au cours des crues de l'automne 1969, le débit solide transité à Sidi-Saad a été estimé à :

275×10^6 m³ par l'OGSTOM qui a pu effectuer des mesures du débit liquide et solide à Sidi Saad

150×10^6 par l'ACDI (agence canadienne de développement international) pour un volume liquide écoulé de 2675×10^6 m³.

En adoptant un volume de 220×10^6 m³, soit environ 260×10^3 tonnes, l'érosion provoquée par huit jours de pluie intense en septembre et octobre 1969, atteindrait : 10.600 T/Km^2 .

Remarquons que ces crues auraient été suffisantes pour remplir la retenue jusqu'à la cote 270 de débit solide.

Les 12 et 13 Décembre 1973, une crue du Zéroud a déposé à l'aval de Sidi Saad près de 8×10^6 m³ de sédiments sableux, soit près de 10×10^6 tonnes.

Cette crue n'a intéressé que la branche Sud du Zéroud, dont le bassin versant est drainé par l'Oued El Hadjel.

Ce dépôt correspondrait à un taux d'érosion en 24 heures de 1.900 T/Km^2 , en admettant que tout le bassin en amont du confluent Hathob-Hadjel ait contribué à la crue. En réalité on sait que l'Oued Fekka, dans sa traversée de la dépression de l'Idi Bouzid, dépose une grande partie des sédiments qu'il transporte. Dans ces conditions on peut estimer que, pour cette crue de décembre 1973, l'érosion dépassait 4.500 T/Km^2 pour les 2.200 Km^2 de bassin de l'Oued Hadjel.

Ces données montrent l'importance de l'érosion dans le bassin versant et le risque d'invasement rapide de la retenue, d'où le besoin de lutte contre l'érosion qu'il y a lieu d'entreprendre d'une façon intégrée avec la construction du Barrage de Sidi Saad.

o o

2. LA SOUS DU PROJET DE PROTECTION

21. - Climat

211. Les caractères généraux du climat :

L'ensemble du bassin versant du Zéroud est largement ouvert à l'influence de la Méditerranée orientale, bien que les premiers chaînons montagneux orientés Nord-Sud limitant ces bassins à l'aval, forment une première barrière ; d'autre part, les masses d'air d'origine saharienne (en été) ou atlantique (en hiver) peuvent par alternance recouvrir ces régions et influencer nettement les facteurs climatiques.

Le trait le plus marquant du climat est une continentalité qui va croissant avec l'altitude et l'éloignement de la mer ; la différence est très nette avec le climat régnant sur les sahels de Souasse et Sfax.

212. La pluviométrie :

Le bassin versant de l'Oued Zéroud se situe dans trois zones caractéristiques du climat tunisien au point de vue pluviométrique :

- Le bassin du Hmt Hatheb (plaine de Rohia) a un climat correspondant à la Tunisie du Nord, avec une pluviométrie annuelle assez importante et plus accentuée en hiver. Total annuel : 521,1 mm.

- La plaine de Sidi Bouzid a un climat plus aride, qui ressemble davantage au climat de la région de Gafsa. La pluviométrie y est beaucoup plus faible. Total annuel : 269,2 mm.
- Le reste des bassins versants possède le climat type de la Tunisie Centrale, bien que de grosses différences apparaissent entre le haut bassin et le bassin inférieur. Les chiffres ci-après illustrent les écarts qui existent entre les stations de Kasserine et de Medjeb-El-Moun. Totaux : 307,2 mm et 318,4 mm.

Les différences dans cet échantillon réduit sont très significatives et expliquent la complexité du problème climatique dans cette région.

213. Les températures :

Les températures moyennes annuelles sont en général inférieures à 20°C, mais varient fortement en fonction des conditions locales. Les variations interannuelles de la température moyenne peuvent être importantes, mais les amplitudes mensuelles et annuelles sont remarquablement constantes.

Les amplitudes thermiques annuelles sont très révélatrices de la continentalité du climat.

Elles sont de 18° à 19°C dans les hautes steppes
de 19° à 20°C dans les zones montagneuses.

Les amplitudes thermiques mensuelles abondent dans le même sens : le mois de Janvier a une amplitude maximale sur Kairouan, tandis que le mois de Juillet a une amplitude maximale sur les basses steppes avec un maximum supérieur à 20°C.

214. Humidité de l'air :

Les déficits de saturation de l'air sont très importants en été sur les steppes. Ils sont assez limités et beaucoup plus homogènes en hiver.

215. Evaporation - Evapotranspiration :

L'évaporation sur bas modèle classe 1, à la station de Messoudia près de Kairouan, mesurée sur la période 1964-1969, donne les moyennes suivantes :

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total moyen (mm)
Evaporation mm/jour	6,1	4,7	2,9	2,4	1,5	2,4	3,4	4,2	6,7	6,5	6,4	8,5	1.765

216. Les vents :

- La situation locale joue un grand rôle sur les mesures, mais en situation moyenne les dominantes sont le Nord-Ouest en hiver, d'Est ou Sud-Est en été, avec des orages qui arrivent souvent du Nord-Est.

- Le sirocco peut sévir sur de vastes zones en toute période de l'année, mais c'est au printemps, au moment de la croissance des plantes, qu'il est le plus élevantateur.

217. Les autres facteurs climatiques :

Les risques de gelée sont fréquents partout du fait de la continentalité marquée du climat.

La neige est rare et trop peu abondante pour jouer un rôle hydrologique dans le bassin.

La grêle est fréquente, avec toujours une forte influence de la situation locale. Les risques de grêle persistent toute l'année et plus particulièrement de Mars à Septembre, avec des maxima en Avril-Mai et en Octobre.

218. Conclusions :

L'indice d'EBERNER permet de comparer les climats méditerranéens en faisant intervenir le rapport des pluies aux températures.

$$Q_2 = \frac{2.000 P}{M2 - m2} \quad \text{où } P = \text{Pluviométrie (en mm)}$$

M = Moyenne des maxima
m = Moyenne des minima

D'après cette classification, la plus grande partie du bassin versant du Zéroud se trouve dans l'étage aride supérieur ; les hautes steppes du Sud-Ouest sont classées dans l'étage aride inférieur, et les plus hautes zones montagneuses dans le semi-aride.

22. - Les sols

221. Géologie :

La partie du bassin de l'Oued Zéroud considérée par le projet appartient à la région naturelle des hautes steppes centrales. Le bassin de la branche Nord du Zéroud est constitué de reliefs continus moyennement élevés ; celui de la branche Sud comprend au contraire des reliefs isolés. Ces reliefs dont l'alignement général est d'axe SW-NE, sont composés uniquement de formation d'origine sédimentaire.

La grêle est fréquente, avec toujours une forte influence de la situation locale. Les risques de grêle persistent toute l'année et plus particulièrement de Mars à Septembre, avec des maxima en Avril-Mai et en Octobre.

218. Conclusions :

L'indice d'EBERHARDT permet de comparer les climats méditerranéens en faisant intervenir le rapport des pluies aux températures.

$$Q_2 = \frac{2.000 P}{M2 - m2} \quad \text{où } P = \text{Pluviométrie (en mm)}$$

M = Moyenne des maxima
m = Moyenne des minima

D'après cette classification, la plus grande partie du bassin versant du Zéroud se trouve dans l'étage aride supérieur ; les hautes steppes du Sud-Ouest sont classées dans l'étage aride inférieur, et les plus hautes zones montagneuses dans le semi-aride.

22. - Les sols

221. Géologie :

La partie du bassin de l'Oued Zéroud considérée par le projet appartient à la région naturelle des hautes steppes centrales. Le bassin de la branche Nord du Zéroud est constitué de reliefs continus moyennement élevés ; celui de la branche Sud comprend au contraire des reliefs isolés. Ces reliefs dont l'alignement général est d'axe SW-NE, sont composés uniquement de formation d'origine sédimentaire.

222. Pédologie :

Les principaux facteurs qui ont conditionné la pédogenèse sont : la lithologie sédimentaire, le climat méditerranéen à continentalité accusée, semi-aride dans la moitié Nord, devenant sub-aride au Sud caractérisé par d'importantes variations.

Le facteur humain est actuellement le facteur primordial d'évolution ; la pression démographique en partie due à la sédentarisation devient de plus en plus intense sur le milieu naturel pour la fabrication du charbon de bois et de l'essence de romarin, pour l'exploitation de nappes alfatières, pour le pâturage extensif et pour la mise en céréaliculture après défrichement. L'aboutissement en est une dégradation accentuée des sols sur l'ensemble du bassin du Zéroud.

Les études ont montré que dans cette zone, on rencontre quatre types de sols :

- Les sols non évolués aux minéraux bruts qui sont soit des sols d'apport, soit des sols d'érosion. Ils se trouvent dans les Ijebels et dans les Bas-lands.
- Les sols peu évolués toujours d'apport ou d'érosion.
- Les sols calcomagnésinorphes : ces sols riches en calcaire et qui étaient caractéristiques des zones forestières et alfatières ont donné des sols peu évolués après dégradation de la végétation.
- Les sols bruns : il s'agit de sols isohumiques profonds évolués. Ces sols sont souvent érodés ou enfouis.

23. - L'envasement du barrage

231. Erodabilité du bassin versant de l'Oued Zéroud à l'amont de Sidi-Saad :

En 1974, une carte de l'érodabilité du bassin a été dressée par l'ORSTOM et la BRG. Cette carte montre que les zones situées à l'aval du bassin, c'est-à-dire immédiatement à l'amont du barrage de Sidi Saad, sont parmi les plus érodables du bassin.

232. Quantité de l'érosion sur le bassin :

Sur les djebels dénudés, le coefficient de ruissellement doit être voisin de l'unité.

Sur les pentes très fortes des djebels, puis dans les oueds eux-mêmes, les eaux de ruissellement acquièrent des vitesses d'écoulement dépassant plusieurs mètres par seconde. Leur énergie érosive et leur capacité de transport en matériaux lourds et sédiments sont considérables.

Les eaux transportées par les affluents de l'Oued atteignant le lit majeur de celui-ci et y déposent la plus grande partie des sédiments arrachés aux berges et aux versants. La pente de l'oued est suffisamment faible (0,2 à 0,3%), en effet, pour ralentir les vitesses d'écoulement et provoquer des dépôts entre lesquels circulent les eaux décantées.

Si une pluie se manifeste qui n'intéresse qu'une petite partie du bassin de l'Hadjel, par exemple les bassins d'Aïn Majeur et du Deba (Avril 1975), des dépôts de sédiments et de matériaux lourds se manifestent aux débouchés de ces oueds dans l'Hadjel. Il faudra des pluies très violentes et généralisées comme en 1969 ou 1973, pour provoquer des arrivées d'eaux massives dans l'Hadjel, susceptibles de reprendre les sédiments déposés et les acheminer vers l'aval.

En dehors de ces crues exceptionnelles, les eaux des oueds qui passent à Sidi Saad ne contiennent que des matériaux très fins en suspension, et c'est cette charge en suspension qui est mesurée. Elle correspond en moyenne à 4×10^6 m³ de débit solide par an pour l'ensemble des deux branches du Zéroud, l'Mathob et l'Madjel.

Pour des pluies comme celle de l'automne 1969, qui ont provoqué des vitesses d'écoulement de plus de 10m/sec., la plus grande partie des sédiments déposés précédemment dans les lits de l'Madjel et dans celui de l'Mathob, a été reprise par les eaux et a transité par Sidi Saad vers la plaine de Kairouan.

À Sidi Saad on a mesuré ou plutôt on a estimé d'après quelques mesures, un débit solide considérable (275×10^6 m³ d'après l'ANSTO).

En admettant que la période de retour d'une crue du type 1969 soit de 50 ans, le débit solide total pendant cette période serait donc au moins égal à :

50 fois le débit moyen observé, $50 \times 4 \times 10^6 = 200 \times 10^6$ m³ auxquels il faut ajouter le débit de la crue exceptionnelle, soit 275×10^6 m³.

Le volume total, en 50 ans, serait de 475×10^6 m³, soit environ 10×10^5 m³ par an.

233. Conclusion sur les débits solides

. Les caractéristiques des ouvrages qui seront édifiés à Sidi Saad, permettent de réaliser l'amortissement efficace des crues liquides du Zéroud sans qu'il soit besoin de prévoir un traitement anti-érosif du bassin versant amont.

. La réserve d'eau prévue pour l'irrigation serait comblée en quelque 20 ans sans précautions spéciales. Il faut d'ailleurs rappeler qu'une seule crue analogue à celle de l'automne 1969, comblerait la totalité de cette réserve.

. Avant même que se manifeste cette crue, Coyne et Bellier avait d'ailleurs ainsi conclu son étude des débits solides du Zéroud à Sidi Saad.

"Les apports solides ne posent guère de problèmes à Sidi Saad dans le cas d'une retenue de grande capacité destinée uniquement à amortir les crues.

Par contre, le problème est très sérieux dans le cas d'une réserve d'irrigation, qui se comblerait relativement vite, sans dispositif spécial de désablement et surtout sans contrôle efficace de l'érosion en amont".

La mise en oeuvre d'actions anti-érosives en amont du barrage protégera la retenue contre l'envasement, et permettra, par là même, l'irrigation des terres. Le traitement du bassin est à préconiser, dans les zones les plus érodables, avec comme objectifs non seulement la protection de la retenue contre l'envasement, mais aussi l'amélioration des conditions de vie de la population résidant sur les zones traitées par la meilleure utilisation de leurs sols et de leurs biens naturels.

24. - La production agricole actuelle

La production actuelle résulte principalement de l'exploitation des parcours extensifs, de la céréaliculture et d'un peu d'arboriculture.

- Resources pastorales : pratiquement tout est pâture : les bords des oueds, les zones arboricoles, les bords des routes et des pistes.

L'ensemble de la végétation pastorale est dégradé. Par ailleurs, l'expansion des cultures sur les "bad-lands" et sur toutes les autres terres labourables a diminué les surfaces pastorales, les potentialités fourragères et la production animale. Les troupeaux sont peu productifs, car ils ne bénéficient que d'une ration alimentaire insuffisante et de rares soins vétérinaires. En année de disette grave, la mortalité est élevée.

Selon les zones de dégradation, la production par hectare de parcours exprimée en unités fourragères (UF) varie de 20 à 220, avec une moyenne pondérée légèrement supérieure à 100 UF/ha.

- Les cultures céréalières ont tendance à augmenter en superficie. Comme les sols utilisés sont généralement peu adaptés à cette spéculatlon et que la distribution de la pluie est très irrégulière, les rendements à l'hectare sont particulièrement faibles, soit de l'ordre de 4 à 5 quintaux par hectare.

D'après la carte d'aptitude des sols, ces cultures doivent être remplacées sur plus de 80% de leur superficie par des exploitations d'arbres fruitiers : oliviers, amandiers, pistachiers. Les revenus des propriétaires seraient considérablement augmentés, moyennant une réorientation de l'utilisation du sol.

24. - La production agricole actuelle

La production actuelle résulte principalement de l'exploitation des parcours extensifs, de la céréaliculture et d'un peu d'arboriculture.

- Ressources pastorales : pratiquement tout est pâturé : les bords des oueds, les zones arboricoles, les bords des routes et des pistes.

L'ensemble de la végétation pastorale est dégradé. Par ailleurs, l'expansion des cultures sur les "bad-lands" et sur toutes les autres terres labourables a diminué les surfaces pastorales, les potentialités fourragères et la production animale. Les troupeaux sont peu productifs, car ils ne bénéficient que d'une ration alimentaire insuffisante et de rares soins vétérinaires. En année de disette grave, la mortalité est élevée.

Selon les zones de dégradation, la production par hectare de parcours exprimée en unités fourragères (UF) varie de 20 à 220, avec une moyenne pondérée légèrement supérieure à 100 UF/ha.

- Les cultures céréalières ont tendance à augmenter en superficie. Comme les sols utilisés sont généralement peu adaptés à cette spéculatation et que la distribution de la pluie est très irrégulière, les rendements à l'hectare sont particulièrement faibles, soit de l'ordre de 4 à 5 quintaux par hectare.

D'après la carte d'aptitude des sols, ces cultures doivent être remplacées sur plus de 80% de leur superficie par des exploitations d'arbres fruitiers : oliviers, amandiers, pistachiers. Les revenus des propriétaires seraient considérablement augmentés, moyennant une réorientation de l'utilisation du sol.

Pour illustrer la production agricole actuelle, nous citons le cas du sous-bassin versant de l'Oued Hadjel, pour lequel une étude assez détaillée est disponible.

Dans le sous-bassin versant, les parcours occupent environ 64% des superficies, alors que les 36% restants sont cultivés à raison de 77% par des céréales, 19% par de l'arboriculture fruitière essentiellement de l'olivier et 4% par les plantations fourragères (cactus).

Les céréales cultivées sont surtout le blé dur et l'orge. Le blé tendre existe, mais dans des proportions marginales. L'arboriculture fruitière et les réserves fourragères se sont développées grâce à l'intervention du projet P.A.M.

L'élevage est constitué particulièrement par les troupeaux d'ovins et caprins, la proportion de ces derniers étant estimée à 15% des effectifs.

25. - La situation foncière

La situation foncière se caractérise par la présence de terre en gestion collective dans une forte proportion et par les domaines forestier et privé dans des proportions plus faibles.

Les petites propriétés sont nombreuses, elles constituent avec le morcellement un frein au développement.

Le statut juridique des terres varie avec les groupes ethniques. L'apparement foncier a été mené à terme pour certains. Il est en cours pour les autres. L'Etat se prépare, en effet, à céder la propriété de la terre aux individus, qui dans la pratique se comportent déjà comme s'ils étaient propriétaires.

Autrement dit, l'attribution privative individuelle de toutes les terres, y compris des terres de parcours est en voie d'extension. Elle est juridiquement possible et compatible avec une utilisation collective des parcours.

A cet effet, une procédure accélérée pour l'attribution privative des terres collectives tend à se généraliser depuis 1972 tandis que la procédure normale, nécessitant des levés topographiques, est toujours nécessaire pour les terres plantées par l'Etat.

Les deux formes de procédures aboutissent aux mêmes effets du point de vue de la preuve de la propriété. C'est ainsi que les titres délivrés peuvent servir de garantie pour les prêts agricoles sur fonds spéciaux d'Etat.



3. LES PROGRES DE L'INTERVENTION

31. Principes généraux d'intervention

Les actions ayant pour objectif la conservation des eaux et des sols du bassin versant de l'Oued Zérouk, ainsi que l'augmentation de la production agricole au bénéfice des populations qui y résident seront les suivantes :

311. La protection de la retenue du barrage exige que les bas-fonds soient interdits au pâturage et fixés par des plantations d'arbustes fourragers et cactus exploitables uniquement par coupe.

Isolés par des haies de cactus épineux, les sols marneux seront plantés en *Atriplex nummularia*, les sols sableux en associations *Cyanophylla* et cactus inermes. L'introduction de ces derniers, d'exploitation plus aisée que les cactus épineux, ne devrait pas poser de difficultés pour la population, puisque ces zones resteront interdites définitivement au pâturage.

312. La lutte contre l'énergie érosive des eaux ruisselant sur les djebels exige l'équipement des petits thalwegs par la construction de petits seuils de pierres sèches.

313. Les terres cultivées seront protégées par des lignes de banquettes ou par des enlèvements selon les cultures entreprises. Les labours seront enlèvés suivant les lignes de niveau et l'utilisation des tracteurs limitée aux zones à pente faible. Des brise-vent seront installés dans toutes les zones sensibles à l'érosion éolienne.

314. Une amélioration pastorale est prévue. Elle comprendra deux aspects :

- augmentation de la production des parcs en unités fourragères par application d'un système d'exploitation par rotation courte ;
- sélection du cheptel pour permettre la constitution de troupeaux productifs qui seront nourris normalement (400 UJ/an par unité ovine).

315. Nous croyons aussi que le bassin devrait pouvoir fournir seul les quantités annuelles d'unités fourragères nécessaires à son cheptel et devrait pouvoir constituer seul les réserves fourragères suffisantes pour les années de disette. Toutefois, l'importation de fourrage des autres régions a été prévue pour les premières années du projet, en attendant l'insémination des cultures fourragères pérennes.

Le degré d'application de ces mesures serait tel qu'il entraînerait une diminution sensible des superficies consacrées aux cultures de céréales, au profit des exploitations arboricoles fruitières, en ajustant bien entendu l'importance du cheptel aux ressources fourragères. Cette solution permettrait un accroissement sensible de la production agricole, et ne modifierait le mode de vie que dans des limites qui paraissent supportables aux populations.

En fait, cette solution correspond à la tendance actuelle de la population qui est d'accroître peu à peu l'arboriculture fruitière, tout en assurant la production de céréales qui lui est nécessaire. L'amélioration pastorale ne se fera, certes pas, sans contraintes. Celles-ci sont indispensables pour la maîtrise de l'érosion et par là même pour la protection de la retenue du barrage.

C'est finalement la maîtrise de l'exploitation pastorale qui est à la base de l'aménagement anti-érosif du bassin.

32. - Zones à traiter :

L'Oued Séroud est formé par la réunion, près de Sidi Saad, de l'Oued Kathob son affluent de gauche et le l'Oued Hailjel son affluent de droite qui traverse la vaste dépression de Sidi Bouzid. Celle-ci lameine très efficacement les crues de l'Oued Hailjel (appelé Fekha et Kathob plus à l'amont) et on a donc éliminé des zones à traiter tout le bassin versant à l'amont de Sidi Bouzid.

Sont donc à traiter le bassin inférieur de l'Oued Hailjel et le bassin versant de l'Oued Kathob (se référer à la carte du bassin versant de l'Oued Séroud et celle de délimitation des zones à intensité d'érosion différente donnée en annexe).

321. La zone la plus dangereuse

Les zones les plus dangereuses pour la retenue sont celles qui sont situées à peu de distance de celle-ci, car toutes pluies érosives localisées qui s'y manifestent provoquent un ruissellement chargé de sédiments atteignant immédiatement la retenue. Dans les zones érodables lointaines, au contraire, les sédiments arrachés aux sols du bassin par les pluies locales se déposent dans le lit majeur de l'Elathob et il faut attendre une crue généralisée de l'Oued pour les transporter jusque dans la retenue.

D'autre part, il se trouve que les zones les plus dégradées sont situées à proximité même de la retenue ainsi que l'indique la carte jointe. (Bassin de l'Eladjel, Zerga, Elathob inférieur). Voir caractéristiques de ces bassins à l'annexe page 2.

Les interventions destinées à lutter contre l'érosion devront donc être menées d'abord dans les sous-bassins d'aval : Eladjel inférieur, Elathob inférieur et Zerga.

322. Sous-bassins versants à traiter en priorité :

La carte d'érosion permet de déterminer par sous-bassin versant les superficies des zones d'intensité de dégradation grave, moyenne et faible ainsi que celles d'érosion nulle. Elle indique également les endroits où les oueds sapent leur berge lors des crues. D'autre part on a calculé le taux d'érosion en m³/ha/an des zones d'intensité d'érosion grave, d'après les sédimentations mesurées dans les barrages du Centre-Nord de la Tunisie. Le tableau en annexe page 2 résume les données que l'on peut retirer de cette carte pour les bassins versants retenus.

33. Interventions anti-érosives à effectuer

331. Sous-bassin versant de l'Oued El Hadjel -
superficie 13.500 Ha - le sous-bassin a fait l'objet d'un projet d'aménagement à l'échelle du 1/25 000ème qui comprend :

- le traitement des thalwegs par la construction de 10 000 seuils déversants
- des plantations fourragères de protection sur 3 900 Ha
- des travaux de GIE banquettes et cuvettes sur 3 600 Ha
- des plantations fruitières sur 1 200 Ha
- des aménagements de piste, brise-vent.

332. Sous-bassin versant de l'Hithob inférieur -
superficie 56.000 Ha. L'aménagement a été déterminé à partir d'un projet d'aménagement réalisé sur une partie du bassin.

- construction de 5.320 seuils déversants dans les thalwegs (zone de 10.600 Ha)
- plantation de réserves fourragères (et protection) caoutchou-triplex sur 7.590 Ha
- plantations fruitières sur 3.000 Ha
- mise en défens temporaire de la nappe alfatière sur 6.270 Ha
- amélioration de 360 Km de piste (voies d'accès et circulation à l'intérieur du bassin versant)

333. Sous-bassin versant du Zerga - Superficie de 43.000 Ha - Ce sous-bassin comprend la plaine d'Hadjeb El Afoun à pente très faible. Il y a aussi quelque 12.500 Ha sans érosion, soit près de 30% de la superficie totale du bassin versant, ou aucun dispositif de protection n'est à prendre.

- Les zones d'érosion grave qui couvrent 1.880 Ha seront à planter en cactus, acacia et atriplax.

- Dans les zones d'érosion moyenne et faible des Djebels (Kribla à l'Ouest, Abied au Nord, Roua-Mendi à l'Est) on installera environ 10.000 seuils déversants dans les petites thalwegs qui circulent sur une superficie totale de quelque 6.000 Ha.

- Dans les zones d'érosion de plaine, sur les colluvions et alluvions seront installées (ou réparées) des banquettes à écoulement et des brise-vent. La superficie intéressée représente environ 20.000 Ha.

Il a été prévu également dans cette zone des plantations fruitières sur 2.200 Ha.

34. - Réduction de l'envasement - Extension de la durée de vie du périmètre irrigué.

341. Approche :

Il convient tout d'abord de se rappeler que la construction du barrage n'est qu'un surcroît que l'on se donne pour exécuter les travaux de protection du bassin-versant. En effet, l'envasement annuel estimé à court terme à $10.10^6 m^3$ mais en augmentation constante au fur et à mesure que la dégradation des sols évolue avec, à long terme, annulant tout effet protecteur de la ville de Kairouan contre les orages. Cette protection du bassin-versant est donc indispensable.

Les décideurs ont toutefois tenté d'associer, à cette construction destinée initialement à protéger la ville de Kairouan, un double objectif secondaire : l'alimentation d'un périmètre d'irrigation de 4080 Ha, ainsi que la recharge de la nappe de Kairouan. Ce paragraphe se propose d'étudier dans quelle mesure la réalisation immédiate des travaux de protection des parties du bassin versant les plus érodées pourront prolonger la vie utile du périmètre d'irrigation.

Rappelons que le volume du réservoir, en dessous du niveau du portuis ouvert est de $210 \cdot 10^6$ m³.

Le passage sur modèle mathématique de 23 années d'écoulement à Sidi Saad a permis de conclure à la possibilité d'utiliser au minimum $20 \cdot 10^6$ m³ d'eau pour l'irrigation et de $40 \cdot 10^6$ m³ pour la recharge pendant 20 ans.

Cette simulation se fonde sur les plans définitifs du réservoir dont l'ouvrage de prise est placé à un niveau correspondant à un volume mort de $60 \cdot 10^6$ m³. Elle se fonde en outre sur un envasement moyen annuel de $10 \cdot 10^6$ m³ en l'absence de traitement du bassin versant contre l'érosion.

Sachant que la protection du réservoir implique le traitement de 300.000 Ha de bassin-versant, nous considérerons, afin de mieux illustrer le problème, d'ajouter les travaux par des tranches successives portant respectivement la protection sur un tiers, la moitié et la totalité des 300.000 Ha.

Dans la recherche de l'accroissement de la longévité du périmètre irrigué, le volume d'eau utile encore disponible à l'approche de l'envasement total de la réserve normale sera exclusivement réservé à l'irrigation au détriment de la recharge rationnelle qui devient ainsi un objectif secondaire.

La recharge pourra néanmoins être maintenue, du moins partiellement, au gré du fonctionnement des déversoirs. Elle restera améliorée par rapport à la situation actuelle même au-delà de l'envasement total de la retenue au cas où la totalité des travaux à entreprendre ne le serait pas.

342. Résultats escomptés :

Le tableau suivant indique l'accroissement de la durée possible d'alimentation en eau du périmètre irrigué pour différentes tranches d'aménagements CES.

Ces tranches couvrant chacune 100.000 Ha. Leur contribution à l'envasement annuel de référence de 10 millions de m³ est respectivement de 3,5 - 3,5 et 3 millions de m³.

L'étalement des tranches d'aménagement couvre 3 décades. L'efficacité des travaux atteint 80%. Compte tenu du décalage des 3 tranches dans le temps, le poids respectif de chaque tranche ramené à la période de 50 ans considérée par le projet sera respectivement de 100%, 80% et 60%. Par conséquent, le débit solide maîtrisé s'élève à :

1ère tranche : 2,8 millions de m³, soit une efficacité pondérée de la CES de 30%

1ère et 2ème tranches : (2,8 + 2,2) millions de m³, soit une efficacité pondérée de la CES de 50%

1ère, 2ème et 3ème tranches : (2,8 + 2,2 + 1,4) millions de m³, soit une efficacité pondérée de 65%.

Durée de vie du périmètre irrigué en fonction de l'efficacité de la CES

Tranches de 100 000 ha	Efficacité pondérée de la CES	Envasement moyen annuel 10 ⁶ m ³	Envasement de la réserve utile (années)	Accroissement durée de la vie du périmètre irrigué (années)
Situation référence	0	10	20	-
1ère tranche	30%	7	29	9
1ère et 2è tranches	50%	5	40	20
1è, 2è et 3è tranches	65%	3,5	56	36

Il est compris par efficacité de l'aménagement anti-érosif la proportion moyenne annuelle de débit solide maîtrisé qui ne sera pas charrié vers la retenue du barrage de Sidi Saad.

Il ressort de cette analyse qu'une intervention rationnelle dans les zones du bassin versant de l'Oued Zéroud qui présentent le degré d'érodabilité le plus élevé est de nature à prolonger l'utilisation des 4030 ha de périmètre irrigué d'une période allant de 45 à 200 % de la période de 20 ans considérée sans aménagement immédiat du bassin versant.

15. Exécution du projet :

151. Aspect intégré des interventions

Les actions anti-érosives préconisées par le projet : mise en défens et plantations fourragères dans les "bad-lands", confection de banquettes et de cuvettes, construction de seuils dans les thalwegs des djebels, limitation de la charge du bétail sur les parcours, forment un tout qu'il n'est pas possible de dissocier.

Il s'agit bien d'un aménagement intégré en ce sens que les actions proposées sont complémentaires et qu'elles s'appuient les unes sur les autres.

La solution implique que les travaux principaux d'aménagement soient réalisés en cinq années et que les autres travaux s'étalent jusque l'année 12.

- couverture et aménagement des pistes : 1ère année
- construction des seuils : de l'année 1 à l'année 5
- plantations fourragères : de l'année 1 à l'année 6
- confection des banquettes : de l'année 1 à l'année 5
- établissement des brise-vent : de l'année 1 à l'année 5
- confection des cuvettes : de l'année 6 à l'année 9
- plantations fruitières : de l'année 6 à l'année 12

Compte tenu que le terrain est occupé par des groupes ethniques homogènes, il apparaît logique d'entreprendre les activités par groupe particulier, la priorité étant donnée à ceux dont le territoire est le plus dégradé.

La sensibilisation des populations sur les interventions proposées et leur mode de réalisation se fera par l'intermédiaire des institutions existantes.

352. Organisation du projet :

L'érosion rapide des sols du bassin de l'Oued Zéroud provient, pour une grande part, de leur exploitation irrationnelle. Les propriétaires privés (ou se comportant déjà comme tels) n'ont pas les moyens suffisants pour modifier cette exploitation dans le sens voulu tout en reconnaissant le bien fondé des actions nécessaires. La preuve en est que nombre d'entre eux demandent déjà spontanément l'aide publique pour entreprendre certaines actions à caractère anti-érosif ; les plantations d'arbres fruitiers, notamment.

Compte tenu du caractère urgent de la protection de la retenue du barrage de Sidi Saad, et du caractère national et d'intérêt public de l'ouvrage, c'est à l'Etat qu'il incombe de prendre en charge l'exécution des actions nécessaires.

L'Etat confiera l'exécution du projet à la Direction des Forêts du Ministère de l'Agriculture. Elle sera chargée notamment :

- de préparer des plans de détail à l'échelle du 1/25000ème
- de réaliser les travaux anti-érosifs
- d'entreprendre les actions de vulgarisation et d'information auprès des populations
- de faire appliquer les réglementations.

La Direction des Forêts sera assistée, pour les actions spécifiques, par les autres services du Ministère de l'Agriculture ou Offices qui en dépendent ; à savoir en particulier la Division de la Vulgarisation de la Direction de la Production Agricole, la Direction des Affaires Forestières et de la Législation, l'Office de l'Elevage et des Pâturages, l'Office de l'Huile et l'Office des Céréales.

4. COUTS ET BENEFICES DU PROJET

41. Coût du projet (selon étude de la Direction des Forêts-prix 1977)

Le coût global d'investissement du traitement anti-érosif et la mise en valeur selon les recommandations préconisées s'élève à 7,4 millions de dinars ventilés annuellement et par composante tel que le montre le tableau de la page suivante. Aussi le coût moyen par hectare s'élève-t-il à 74 Dinars.

411. Décomposition du coût par composante :

Le coût est composé par les rubriques suivantes :

- . Coût des ouvrages à réaliser durant les cinq premières années du projet (pistes, seuils, banquettes, haies vives et fossés cloisonnés). Leur montant s'élève à 3.448 mille dinars environ, ce qui représente 46,6% du total.
- . Le coût d'installation des plantations fourragères et de l'arboriculture fruitière à réaliser durant les six premières années pour les premiers, et les années 6 à 9 pour les seconds. Le montant de création des plantations représente 30,5% du coût global, s'élève à 3.737 mille dinars et s'étale sur 12 années.

Coût d'investissement des 100 000 ha traités en C.N.M.
(en mille dirars)

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Arbres	75,6	126,6	126,6	126,6	126,6								75,6
Peuils	126,6	126,6	126,6	126,6	126,6								633,0
Plant. fourragères	316,7	316,7	316,7	316,7	316,7	316,7							1900,2
Sanquettas	351,6	351,6	351,6	351,6	351,6	26,6	26,6	26,6	26,6				1864,4
Plant. fruitières						65,6	295,2	393,6	459,2	393,6	164,0	65,6	1836,8
Chapital de trait				9,0		23,6	23,4	23,6	23,3				93,9
Fourrages pour diète	39,0	36,0	36,0										120,0
Divers, Haies, fossés cloisonnés	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0								875,1
TOTAUX ANNUELS	<u>1084,5</u>	<u>1005,9</u>	<u>1005,9</u>	<u>978,9</u>	<u>970,0</u>	<u>432,5</u>	<u>345,2</u>	<u>443,8</u>	<u>509,1</u>	<u>393,6</u>	<u>164,0</u>	<u>65,6</u>	<u>7322,0</u>
% annuel du coût global	14,7	13,6	13,6	13,2	13,1	5,8	4,7	6,0	6,9	5,3	2,2	0,9	100

- Le coût d'acquisition du cheptel de trait nécessaire à la plantation de l'arboriculture fruitière s'élève à 93,9 mille dinars reporté sur les années de 6 à 9.
- Le coût d'achat de fourrage en dehors de la zone du projet pour compenser les parcours aménagés par des ouvrages anti-grosifs et interdits aux pâturages durant les premières années du projet s'élève à 120 mille dinars à engager les 4 premières années de réalisation du projet, il ne représente que 1,6% du total.

Il se dégage du tableau des coûts que le montant global est à engager à raison de 68,2% les cinq premières années du projet et 31,8% pour les années 6 à 12.

412. Décomposition du coût par zone :

Au niveau des trois sous-bassins versants qui composent les 100.000 Ha du bassin versant du Zéroud à traiter, la ventilation des coûts est donnée par le tableau suivant. La ventilation annuelle et par rubrique des coûts d'aménagement des trois sous-bassins versants, est donnée en annexe, pages 3, 4 et 5.

- Coût par sous-bassin versant -

<u>S/Bassin versant</u>	<u>Coût (mille Din.)</u>	<u>% du Coût Total</u>	<u>Coût moyen par Ha (Din.Ha)</u>
S/B.V. Haché inférieur	3399,6	46,0%	60,7
S/B.V. Oued Zarga	2540,0	34,3%	59,0
S/B.V. Oued Hadjel	1459,4	19,7	108,1
<u>Ensemble :</u>	<u>7399,0</u>	<u>100 %</u>	<u>74,0</u>

Le tableau précédent permet de faire les commentaires suivants :

- Vu son importance du point de vue étendue (56.000 Ha) le sous-bassin versant de Oued Matob inférieur demande presque la moitié du coût d'investissement.
- Le coût unitaire par hectare aménagé est le plus élevé dans le sous-bassin versant de Oued El Hajjel, car celui-ci est constitué par des sols très friables et l'érosion touche plus rapidement le barrage.

42. - Bénéfices et justifications du projet

Les travaux d'aménagement anti-drouif des 100.000 Ha du bassin versant de l'Oued Zérouk procurent 2 types d'avantages directs.

- d'une part une réduction importante des sédimentations au niveau du barrage de Sidi Sand,
- d'autre part, une amélioration notable de la production agricole au niveau des superficies traitées grâce à une meilleure utilisation du sol.

421. Avantages liés à la prolongation de la vie utile du barrage :

Tel qu'il a été conçu et dimensionné, le barrage de Sidi Sand devra assurer l'alimentation en eau d'un nouveau périmètre irrigué de 4.000 Ha à créer dans le Kairouanais et ceci pour une durée de 20 ans. En effet, l'intensité de la sédimentation qui est estimée à 10 millions de m³ de terre par an au niveau de la retenue comblerait à la fin de cette période le réservoir de décantation et la tranche d'eau prévue pour l'irrigation.

L'aménagement anti-érosif préconisé ralentira considérablement les apports de terre dans la retenue. En conséquence, le nouveau périmètre pourra être irrigué au delà de la 20ème année pour une durée de 9 ans si la première tranche de 100.000 Ha de travaux de CDS était réalisée.

L'avantage additionnel au niveau du périmètre irrigué dû à l'aménagement anti-érosif à l'amont du barrage se chiffre par le maintien de la valeur ajoutée du périmètre au delà de l'année 20.

La valeur ajoutée à affecter aux travaux de CDS a été tirée de l'étude de faisabilité du barrage de Sidi El Hadjel faite par l'Agence Canadienne de Développement International.

422. Avantages liés à l'amélioration de la
production au niveau des zones traitées :

Ces avantages se chiffrent par l'augmentation de la production des cultures annuelles, grâce à l'intensification, de l'élevage, grâce à une meilleure alimentation, ainsi que de l'arboriculture fruitière. La valeur ajoutée due à l'aménagement CDS au niveau des 100.000 Ha traités a été calculée à partir de l'étude de la Direction des Forêts intitulée : "Planification des actions anti-érosives à mettre en oeuvre dans le bassin versant de l'Oued El Hadjel".

Compte tenu de la similitude du point de vue des sols et des milieux bioclimatiques et socio-économiques des trois sous-bassins versants (Matob inférieur, Zerga et Hadjel) qui constituent la zone traitée, il a été admis qu'en moyenne, le bénéfice économique additionnel par Ha est le même dans l'ensemble des 100.000 Ha. C'est ainsi que par extrapolation, la valeur ajoutée additionnelle du projet d'aménagement anti-érosif a été obtenue à partir de celle du Hadjel.

423. Calcul de la rentabilité économique :

Dans une approche macro-économique, la rentabilité du projet a été calculée sur la base du cash-flow additionnel du projet d'aménagement CES obtenu par addition des valeurs ajoutées additionnelles obtenues au niveau du périmètre irrigué à l'aval du barrage et au niveau de la zone traitée en CES à l'amont du barrage sur un horizon économique de 50 années.

Les valeurs données par les 2 études citées ci-dessus étant anciennes, elles ont été réévaluées à l'année de référence 1977 moyennant des taux d'inflation constatés de 9,5% pour l'année 1975, de 5,4% pour l'année 1976 et de 9,4% pour l'année 1977.

Le cash-flow additionnel du projet de traitement de 100.000 Ha du sous-bassin versant du Sérou est donné en annexe page 7.

Le taux de rentabilité économique calculé sur la période de 50 ans s'élève à 19,7%.

La valeur ajoutée additionnelle due au projet, actualisée aux taux de 8 et 10% sur 50 années, s'élève à 5.886 et 3.567 mille dinars respectivement.

424. Les avantages indirects du projet :

- L'aménagement anti-érosif permet de fixer le sol sur place, d'en améliorer ainsi la fertilité, et de conserver un potentiel de production pour les générations futures. Sans CES, certaines terres cultivées actuellement, seront érodées jusqu'à la roche mère, et ne pourront plus être cultivées dans un avenir plus ou moins proche.

- La diminution de la sédimentation dans le barrage de Sidi Saad augmentera la durée de vie utile du barrage pour la protection de la plaine de Kairouan contre les inondations de 150 années à plus de 300 ans.

- La nouvelle valeur ajoutée procurée par l'amélioration de la production au niveau du bassin versant entraînera le développement de l'activité économique au niveau régional et pour les différents secteurs.

43. Impact des investissements de CMB sur la rentabilité de l'ensemble du Projet de Sidi Saad -

Après l'étude de faisabilité du barrage de Sidi Saad faite par l'Agence Canadienne de Développement International, la durée de vie de l'irrigation avait été estimée à 50 années compte tenu d'une hypothèse de sédimentation du barrage à raison de 4×10^6 m³ par an. La présente étude, quant à elle, prenant en compte les effets de la crue de 1969, se base sur une sédimentation moyenne annuelle de 10×10^6 m³ qui, s'il n'y est pas remédié par des travaux de CMB, réduira la durée de vie de l'irrigation à vingt années.

La mise en oeuvre des travaux de CMB sur une première tranche de 100.000 Ha réduirait la sédimentation moyenne annuelle de 3×10^6 m³ et permettrait l'augmentation de la durée de vie de l'irrigation de vingt à vingt neuf années. Mais pour arriver à réduire la sédimentation annuelle d'au moins 6×10^6 m³ et, par là, garantir une durée de vie de cinquante années pour l'irrigation selon l'hypothèse de l'étude de l'Agence Canadienne, c'est l'ensemble des zones les plus érodables du bassin versant, soit environ 300.000 Ha qu'il faudra traiter en CMB. Des délais raisonnables de traitement de 10 ans pour chacune des 3 tranches de 100.000 Ha permettraient d'atteindre cet objectif.

La réalisation des investissements nécessaires pour le traitement de ces 300.000 Ha ne pénaliserait pas la rentabilité de l'ensemble du Projet de Sidi Saad telle que calculée par l'Agence Canadienne. En effet, une étude de la Direction des Forêts (Planification des actions anti-érosives à mettre en oeuvre dans le bassin versant de l'Oued El Hadjel) a démontré que les investissements de CES se trouveraient déjà rentabilisés à un taux supérieur à 6% par les seuls bénéfices de l'augmentation de la production agricole et de l'élevage dans les zones traitées.

Il est évident que ceci n'est valable que dans l'hypothèse d'une réduction de la sédimentation annuelle du barrage de 10×10^6 m³ à 4×10^6 m³ par suite du traitement en CES des 300.000 Ha. Si le traitement était limité à une partie seulement de cette superficie, la vitesse de sédimentation aurait pour effet de diminuer la durée de vie de l'irrigation et la rentabilité globale du projet serait de ce fait réduite.

On peut en déduire l'intérêt pour le Pays de ne considérer le traitement des 100.000 Ha envisagés dans cette étude que comme une première tranche destinée à être suivie de l'exécution de deux autres tranches de même importance.

- A N N E X E S -

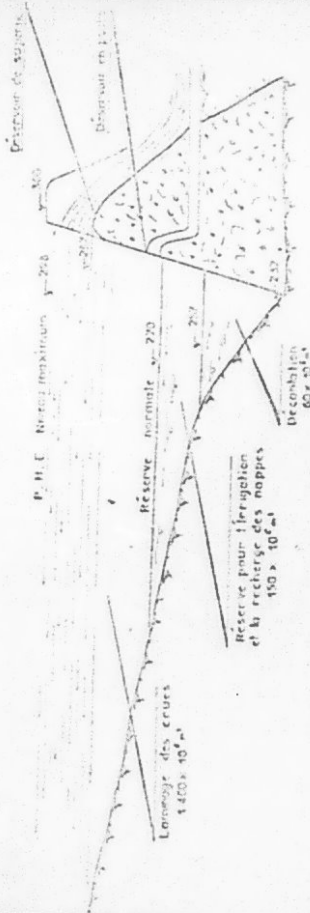
	<u>Page</u>
- Barrage de Sidi Sand - Fonctionnement	1
- Caractéristiques des trois sous-bassins versants à aménager	2
- Coût d'investissement du S/D.V. Entreb inférieur (56.000 Ha)	3
- Coût d'investissement du S/D.V. Darga (43.000 Ha)	4
- Coût d'investissement du S/D.V. Oued Madjel (13.500 Ha)	5
- Calcul du Cash-flow (valeur ajoutée additionnelle) dans le S/D.V. traité en CFW - selon étude de la Direction des Forêts	6
- Calcul du Cash-flow additionnel due à l'aménagement CFW	7
- Carte de localisation du Barrage de Sidi Sand	-
- Carte du Bassin versant de Oued Méroud	-
- Carte de délimitation des zones à intensité d'érosion différente	-

107 70/5
FIG. - 5

BARRAGE DE SIDI SAAD

-FONCTIONNEMENT

PROJET D'AMÉNAGEMENT - 1963
ÉTUDE DE LA RÉGION DE SIDI SAAD
AMÉNAGEMENT DE LA RÉGION



Caractéristiques des trois sous-bassins versants à retenir

Sous-bassins	Code d'identification (Document 102)	Superficie totale ha	Superficie en hectares des zones d'érosion		Volumen (1) des additifs nécessaires	Cartes pédagogiques des additifs nécessaires
			grave	faible		
BANJEL	B 66/2/5	13580	2120	8000	9000 (soit 430000 t/ha)	Dominance de sables Calcaires sur les djebels.
BAIDRE	B 66/1/5	56000	7400	40740	12800 (soit 1572 000 t/ha)	Dominance de sables Quelques mar- nes
ZARZA	B 66/1/6	43000	1880	21400	12120 (soit 213 000 t/ha)	Dominance de sables Alluvions Calcaires
TOTALS :		112580	11400	69640	24300 (soit 2 819 000 t/ha)	

(1) non compris les volumes de terres provenant des ajournements de berges.

Dans ces trois sous-bassins, il faut noter la prédominance des sols sableux fournissant des additifs lourds qui se déposent irrégulièrement dans la rotonde.

Coût d'investissement du S.A.V. Pattoth Inférieur (56 000 ha)
(en mille dinars)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plantes	54,6		26,6									
Souls	26,6	26,6		26,6	26,6							
Plantat. fourragères	172,2	172,2	172,2	172,2	172,2	172,2						
Banquettes	105,8	105,8	105,8	105,8	105,8							
Haies, fossés cloisonnés	141,2	141,2	141,2	1,2	141,2							
Plantat. fruitières						30,8	136,6	184,0	215,6	184,8	77,0	30,8
Achat chapel de trait						10,4	10,3	10,4	10,3			
Fourrages pour disette	13,0	12,0	12,0	3,0								
TOTAL ANNUEL	513,4	457,8	457,8	448,8	445,8	213,4	148,9	195,2	225,9	184,8	77,0	30,8

Le coût total de l'aménagement anti-froid de l'ensemble du Sous-Darain Vercant du Kathob Inférieur s'élève à 3 399,6 mille dinars, soit en moyenne 60,7 dinars par hectare.

Coût d'investissement du S/S-7. Zerga (43 650,18)
(en mille dinars)

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Soude	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0							
Plantes, fourrages	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0						
Engrais	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0							
Matériel, fretières												
Chapital de travail	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0							
Divers	13,0	12,0	12,0	3,0								
Fourrages pour diestie												
SOMME ANNUELLE	373,0	372,0	372,0	363,0	360,0	77,3	107,2	140,3	162,2	132,0	55,0	22,0

Le coût global de l'aménagement anti-érosif du Sous-Zerga Verment de l'Oued Zerga s'élève à 2 59 mille dinars, soit en moyenne 59 dinars par hectare.

Coût d'investissement du P.N.V. 0 et 1000 (1950-51)
(en mille dinars)

Article	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pistes	21											
Bois	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0							
Fluxes, fourrages	56,5	91,5	91,5	91,5	91,5	97,5						
Exécution et entretien	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	26,6	26,6	26,6	26,6			
Livres, bois-voies, balais	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0							
Plantes, Outils												
Charges de tout	13,0	12,0	12,0	3,0		12,0	57,6	76,8	69,6	76,8	32,0	12,0
Travaux pour diète						4,9	4,9	4,9	4,8			
TOTAL	197,3	175,3	175,3	166,3	163,3	141,0	69,1	100,3	121,1	76,8	32,0	12,0

Le coût total de l'aménagement anti-érosif du Sous-terrain Versant de l'Ouest l'adjoit s'élève à 1 459,4 mille dinars, soit en moyenne 100,1 dinars par hectare.

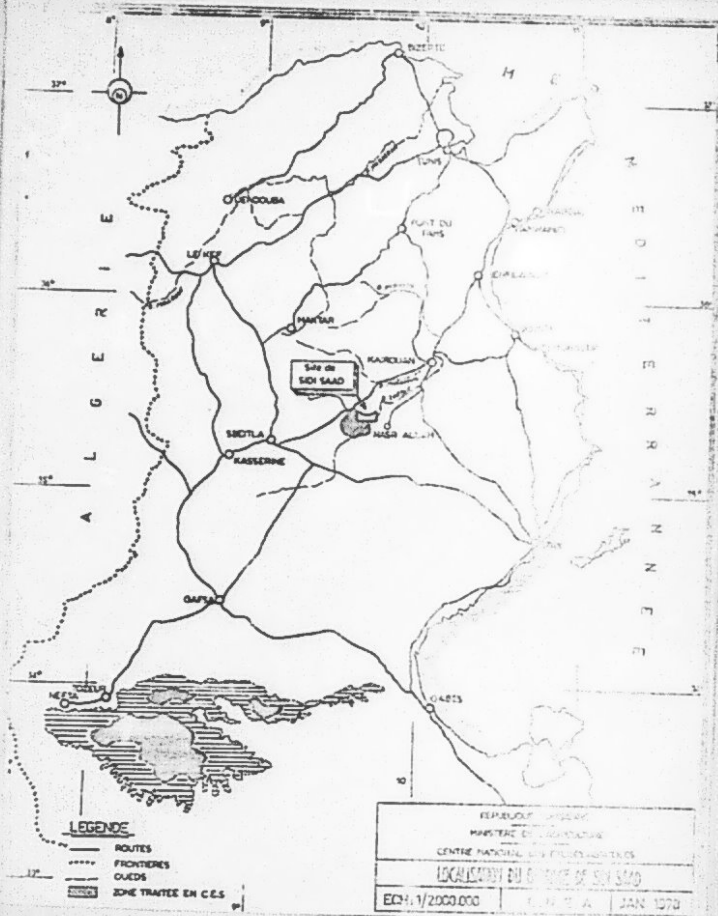
Tableau des échanges (commerce total) - 1977
 en millions de francs CFA

Poste	Credit (1) (millions CFA)	Augmentation de la production (millions CFA)	Importations (millions CFA)	Credit-Flux 1977 (millions CFA)	Credit-Flux moyen/ha (dinars/ha)	Credit-Flux en dinars CFA 100 CFA = 1 (millions CFA)
1	157,3	6,5	12,4	- 75,35	- 5,574	- 557,4
2	135,3	17,1	74,4	- 51,37	- 3,875	- 387,5
3	135,3	25,3	74,4	- 40,94	- 3,149	- 314,9
4	135,3	25,3	74,4	- 20,02	- 2,399	- 239,9
5	135,3	41,1	74,4	- 8,97	- 0,65	- 65,0
6	135,3	41,1	74,4	+ 5,32	+ 0,717	+ 71,7
7	135,3	41,1	74,4	+ 7,45	+ 0,575	+ 57,5
8	135,3	51,4	56,6	- 0,23	- 0,018	- 1,8
9	135,3	51,4	56,6	- 8,65	- 0,619	- 61,9
10	135,3	51,4	56,6	+ 13,57	+ 1,044	+ 104,4
11	135,3	51,4	56,6	+ 46,69	+ 3,552	+ 355,2
12	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
13	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
14	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
15	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
16	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
17	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
18	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
19	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
20	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
21	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
22	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
23	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
24	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4
25	135,3	51,4	56,6	+ 61,41	+ 5,034	+ 503,4

(1) Les frais d'entretien n'ont pas été comptabilisés pour le calcul de la valeur ajoutée car ceux-ci sont en grande partie des frais de maintenance.
 Il n'y a pas d'augmentation des frais de production entre les années "base" et "année CTA" (hors restructuration).
 Les augmentations de la production sont compensées par une réduction de la production de base.
 Les augmentations de la production sont compensées par une réduction de la production de base.

Calcul du cash-flow additionnel et A l'année n+1 CEE
(mille dinars)

Année	Cash-flow additionnel dans la sous- traite en CEE	Cash-flow dans le période itérée		Cash-flow additionnel du projet de CEE efficacité 30 %
		1974	1977	
1	- 507,4	17,7	22,3	- 507,4
2	- 307,5	42,7	51,8	- 307,5
3	- 230,9	61,6	77,6	- 230,9
4	- 69,0	86,7	109,2	- 69,0
5	+ 71,7	120,6	151,9	+ 71,7
6	+ 57,5	150,9	190,1	+ 57,5
7	- 1,8	189,0	239,1	- 1,8
8	- 61,9	225,0	283,5	- 61,9
9	+ 104,4	261,1	329,0	+ 104,4
10	+ 359,2	296,4	371,5	+ 359,2
11	+ 503,4	335,2	422,4	+ 503,4
12	635,2	356,7	449,4	+ 635,2
13	732,5	380,6	479,6	+ 732,5
14	836,0	402,3	506,9	+ 836,0
15	951,0	421,0	530,5	+ 951,0
16	1058,2	435,9	549,2	+ 1058,2
17	1148,2	445,3	561,1	+ 1148,2
18	1214,6	461,3	581,2	+ 1214,6
19	1248,2	481,4	606,6	+ 1248,2
20	1269,0	489,4	616,6	+ 1269,0
21		496,8	625,9	+ 1269,0
22		500,9	631,1	+ 1269,0
23		503,9	634,9	+ 1269,0
24		512,1	645,2	+ 1269,0
25		518,2	652,9	+ 1269,0
26		526,4	663,3	+ 1269,0
29				+ 1269,0
30				+ 1269,0
40				+ 1269,0
41				+ 1269,0
50				+ 1269,0



BASSINS VERSANTS DE L'OUED HADJEB
ET
DE L'OUED HADJEL INFERIEUR
—
DELIMITATION DES ZONES
A INTENSITE D'EROSION DIFFERENTE



LEGENDE

-  Erosion forte
-  Erosion moyenne
-  Erosion faible
-  Erosion nulle
-  Sagement de berges
-  Limite des sous bassins versant

REPUBLIQUE ALGERIENNE		
MINISTRE DE L'AGRICULTURE		
CENTRE NATIONAL DES ETUDES AGRICOLES	DIRECTION DES FORETS	
Echelle 1/200.000	C.N.E.A	Janvier 1978

FIN

... **50** ...

VUES