

ROYAUME DU MAROC  
PROJET DE DÉVELOPPEMENT HYDRO-AGRICOLE  
DU BASSIN VERSANT DE L'OUERGHIA

RAPPORT FINAL

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

ROYAUME DU MAROC  
PROJET DE DÉVELOPPEMENT HYDRO-AGRICOLE  
DU BASSIN VERSANT DE L'OUERGHIA  
RAPPORT FINAL

Novembre 1982

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE

411  
807  
AFA

LIBRARY

AFA  
807  
32-46



JICA LIBRARY  
  
1101776[1]

24432



**ROYAUME DU MAROC**  
**PROJET DE DÉVELOPPEMENT HYDRO-AGRICOLE**  
**DU BASSIN VERSANT DE L'OUERGHA**

**RAPPORT FINAL**

**Novembre 1992**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE**

国際協力事業団

24432

## PREFACE

En réponse à la requête du gouvernement du Royaume du Maroc, le gouvernement du Japon a décidé de réaliser l'étude du plan directeur pour le « projet de Développement hydro-agricole du bassin-versant de l'Ouergha », et l'a confiée à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA).

La JICA a envoyé quatre missions au Maroc entre février 1991 et août 1992, dirigées par Monsieur Masamitsu FUJIOKA de la société Nippon Giken Inc.

Ces missions ont échangé leurs vues avec les autorités concernées du gouvernement marocain et procédé aux investigations sur le terrain sur le site du projet. De retour au Japon les études ont été approfondies et le présent rapport rédigé.

Je souhaite que celui-ci contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Enfin, je voudrais exprimer mes remerciements sincères à toutes les personnes concernées du gouvernement du Royaume du Maroc pour leur coopération et leur soutien tout au long de ces études.

Novembre 1992



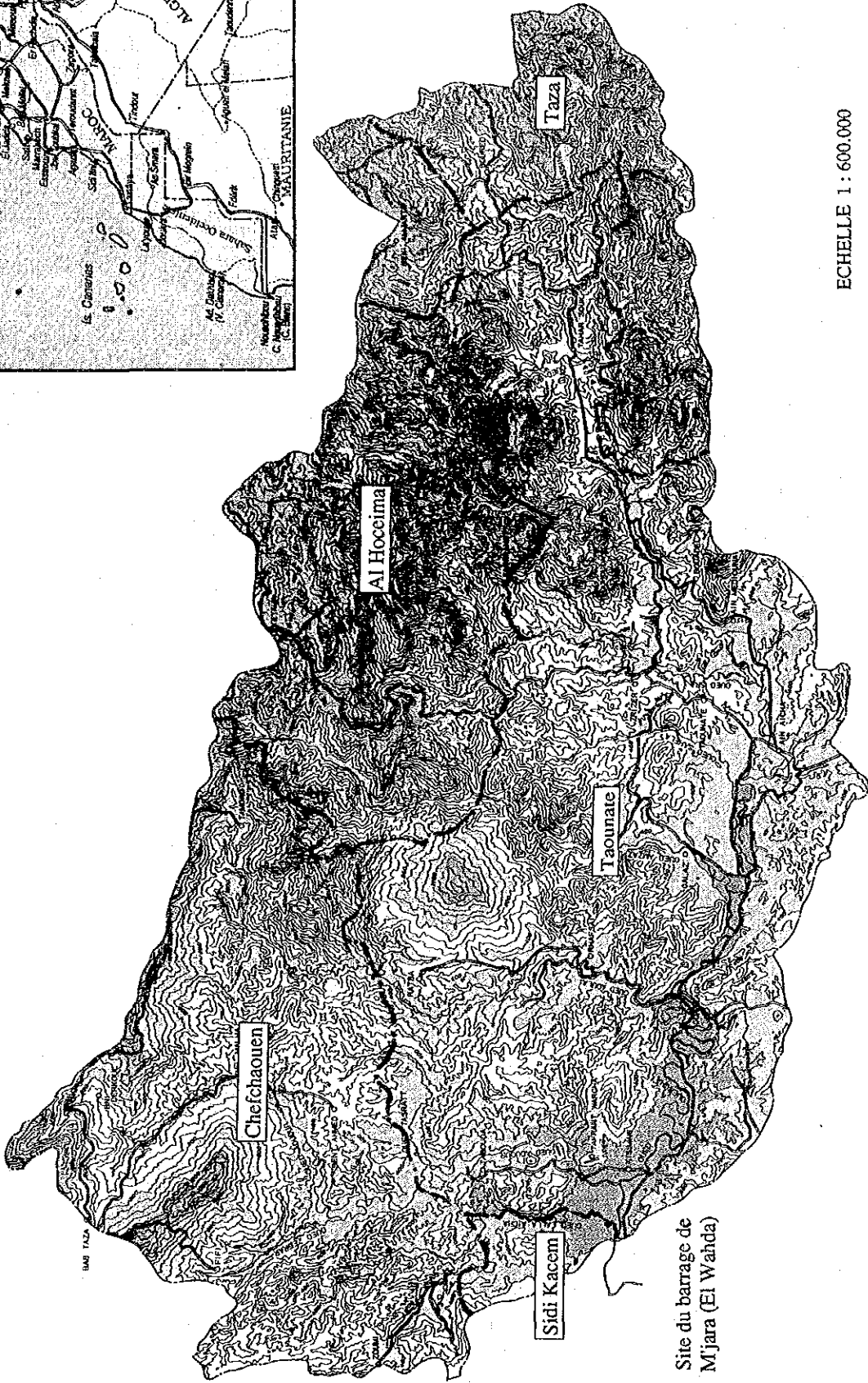
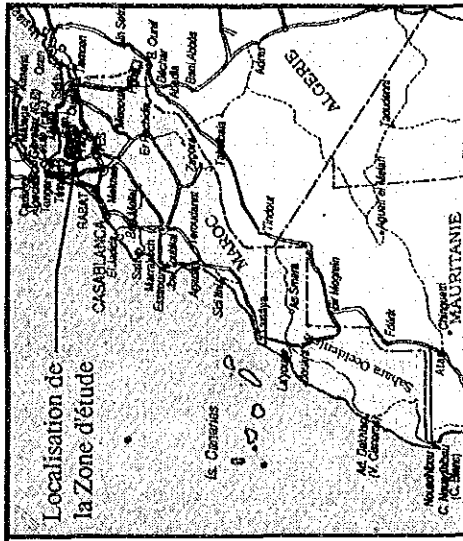
Kensuke Yanagiya

Président

Agence Japonaise de Coopération Internationale







ECHELLE 1 : 600.000



CARTE DE LA ZONE D'ETUDE







## RESUME

Le Maroc a mis en place une politique d'ajustement structurel qui vise essentiellement une croissance économique continue et l'amélioration du taux d'autosuffisance alimentaire, insistant pour concrétiser ces objectifs sur le développement des ressources hydrauliques et l'arrêt de la désertification.

A cette fin, le gouvernement du Maroc a planifié des projets de développement agricole et d'irrigation qui visent à relever le taux d'autosuffisance alimentaire et à stopper le phénomène de désertification par la construction d'une série de petits barrages et lacs collinaires, dont le bassin versant de l'Ouergha constituerait un centre névralgique de développement des systèmes d'irrigation et de conservation des terres agricoles, et a présenté une demande d'assistance technique au gouvernement du Japon .

Ayant entériné cette requête, le gouvernement du Japon a envoyé une mission d'étude préliminaire qui a discuté le détail des travaux de l'étude du plan directeur de ce projet avec les autorités marocaines. Ce rapport renferme les résultats de l'étude de développement qui a démarré en février 1991 et s'est terminée en août 1992, sur la base des données du procès-verbal fixant l'étendue des travaux signé par les deux intéressés le 9 novembre 1990.

Les principales contraintes du développement du secteur de l'étude qui se trouve dans une région montagneuse en pente abrupte (bassin versant de l'oued Ouergha d'une superficie de 6.153 km<sup>2</sup>) se résument essentiellement à un retard au niveau de l'exploitation des ressources hydrauliques, indispensables à la production agricole et au bien-être en milieu rural, et à un manque d'infrastructures agricoles et rurales.

La stratégie de développement envisagée consiste à atteindre un développement intégral du bassin versant par un aménagement des structures de production agricole et du milieu rural qui reposera essentiellement sur l'exploitation des ressources hydrauliques grâce à la construction de barrages moyens, de petits barrages et de lacs collinaires.

L'étude s'est déroulée sur la base de cette stratégie de développement pour laquelle nous avons dressé un plan directeur et évalué l'étendue des travaux, selon l'ordre de progression suivant :

- investigations minutieuses de la région couverte par l'étude
- classement des sites de barrages présentant un bon potentiel pour la construction d'un ouvrage rentable et établissement de l'inventaire
- sélection de 6 sites dans la liste de l'inventaire, et réalisation de l'étude de pré-faisabilité pour le développement agricole de ces sites
- vérification des composantes du développement du bassin versant
- sélection des barrages en fonction de leur degré d'efficacité sur les composantes du développement, et établissement du plan de développement avec ce groupe de barrages
- Evaluation des ouvrages et appréciation de la faisabilité par rapport aux résultats des études de pré-faisabilité
- Elaboration du plan directeur, et évaluation des travaux

## **CADRE DU PROJET**

Le Maroc est un pays gouverné par une monarchie constitutionnelle, situé à la pointe nord-ouest du continent africain. Son territoire, peu arrosé puisque les précipitations annuelles moyennes sont de 400 ~ 600 mm au niveau national, couvre une superficie de 710.850 km<sup>2</sup> (soit 459.000 km<sup>2</sup> sans le Sahara occidental).

Selon les estimations officielles de 1988, la population du Maroc s'élève à 23.958.000 habitants, soit une densité de 33,7 hab/km<sup>2</sup>. Le taux de croissance démographique est estimé à 2,4 %.

La structure du PIB par secteur d'activité révèle une part importante de l'agriculture (19,6 %). La stagnation du secteur agricole, qui s'explique par la sécheresse et par le

marasme du marché international, se répercute fortement sur le taux de croissance économique.

En 1988 le taux de chômage était de 14,0 %. Le marché de l'emploi s'est encore détérioré, alors que par ailleurs la concentration des populations dans les centres urbains progresse. La population active du secteur agricole est de 41,4 %, chiffre encore élevé mais qui tend à diminuer du fait de l'exode rural qui touche les campagnes.

Dans son cinquième plan quinquennal de développement économique, le gouvernement du Maroc a dégagé les grandes lignes de sa stratégie de développement avec une volonté « d'accélérer le développement de l'agriculture et de lutter contre la désertification », et insiste sur l'exploitation des ressources hydrauliques, l'amélioration de la conservation des ressources hydrauliques et une meilleure utilisation de l'eau.

D'après les données de 1989, les superficies de terres agricoles dites terres SAU (superficies agricoles utiles) du Maroc s'élèvent à 8.900.000 ha, dont 7.300.000 ha de champs secs, cultures fourragères et vergers, le reste des terres SAU étant en jachère.

Les céréales représentent 75 % des terres cultivées soit 5.510.000 ha, suivies par les légumineuses et les arbres fruitiers qui occupent respectivement 7 % des surfaces, puis les cultures industrielles, les oléagineux et les légumes avec 2 à 3 % des surfaces pour chaque culture.

L'irrigation et la nouvelle politique agricole de l'Etat favorisent l'expansion des cultures de plantes sucrières et d'agrumes, pratiquement inexistantes dans les années 1960, et qui occupent aujourd'hui de grandes surfaces.

Le taux d'autosuffisance en produits alimentaires de base est actuellement de 80 % pour les céréales, 70 % pour le sucre, 30 % pour les oléagineux. Une des grandes tâches du gouvernement sera de continuer à développer les capacités de production agricoles.

Une autre particularité de l'agriculture marocaine est de voir coexister des petites exploitations traditionnelles à faible productivité et de très grands domaines modernes à productivité élevée. Les micro-propriétés de moins de 5 ha constituent 69 % du nombre total d'exploitations, alors qu'elles détiennent à peine 23 % des terres. Il serait tout à fait souhaitable de moderniser et rentabiliser ces micro-propriétés très nombreuses dans les régions montagneuses du Rif ou de l'Atlas, et dans les terres intérieures du sud et de l'Est.

La consommation nationale de viande est couverte à 100 % et celle de lait à 58 %, mais comme la croissance démographique est de 2,4 % par an, il faudra améliorer les méthodes d'élevage et augmenter la productivité de ce secteur qui doit aussi être modernisé.

#### **REGION DE L'ETUDE**

La région étudiée se trouve sur le bassin versant de l'oued Ouergha, dont les 6.153 km<sup>2</sup> s'ouvrent dans la région aval de l'oued Sébou, principal réseau hydraulique de la plaine du Garhb, zone qui comporte le plus grand nombre de terres irriguées du pays. La zone étudiée s'étend sur l'amont du site du barrage de M'Jaara, actuellement en cours de construction, dont le rôle sera à la fois de fournir l'eau d'irrigation de la plaine du Garhb et de réguler les crues du Sébou.

L'Ouergha a neuf affluents qui prennent tous leur source au nord des montagnes et coulent vers le sud. Ils coupent les monts dans le sens transversal, délimitant du nord au sud des zones de haute montagne, des zones de moyenne altitude et de collines et des plaines qui s'étendent d'est en ouest entre 2.500 m et 100 m d'altitude.

La structure géologique de la région est formée principalement de roches argileuses du mésozoïque et du cénozoïque, avec couches de sable et de calcaires intercalées, disposées en éventail. La zone de l'étude se trouve sur la bordure Ouest de la chaîne



orogène alpine avec de nombreuses rides et failles qui rendent la structure géologique très complexe.

Le climat est de type méditerranéen, avec hivers humides et été secs. La moyenne mensuelle des températures minimales enregistrées en janvier est de 11,4 °C, celle des températures maximales enregistrées en août est de 28,8 °C. En été les températures peuvent dépasser 45 °C, alors qu'en hiver le thermomètre descend quelquefois au-dessous de zéro.

Les précipitations sont importantes dans le nord de la région avec des hauteurs de 1.000 ~ 1.400 mm, pouvant aller jusqu'à 1.800 mm en certains endroits. Les précipitations diminuent à mesure que l'on se dirige vers les plaines orientales, et ne sont plus que de 600 mm en aval. C'est la région la plus arrosée du Maroc, ce qui se traduit, à l'extrême aval du bassin, par des apports annuels moyens de 2870 Mm<sup>3</sup>.

Les terres cultivées occupent 251.025 ha, soit 40,7 % de la superficie totale du bassin versant. Les céréales occupent à leur tour 42 % des terres cultivées, les arbres fruitiers 39 % et les légumineuses 11 %.

Les forêts recouvrent 25 % du bassin versant, soit 153.752 ha. Comme elles sont surtout réparties dans les régions de montagne, on peut dire que le taux d'occupation des sols par les parcours et les terres incultes est très élevé, de sorte que l'érosion et le transport des terres sont importants.

Le système cultural de la région est en gros celui adopté dans les régions méditerranéennes avec semis en automne et récolte au début de l'été. La région comprend 1,7 % de terres agricoles irriguées sur lesquelles on cultive quelques légumes en été.

L'arboriculture, principalement axée sur les cultures d'oliviers et d'amandiers, occupe 39 % des terres SAU. L'olive domine et la région atteint presque 20 % de la production nationale. Les superficies d'agrumes ne dépassent pas 1 % des SAU, mais pratiquées

sous irrigation avec système de pompage, elles sont concentrées dans les plaines qui longent le cours principal de l'Ouergha.

La production de viande bovine, ovine et caprine ainsi que du lait est presque entièrement consommée par les ménages producteurs, qui, s'ils ont tous quelques têtes de bétail, ne les utilisent que pour leur consommation personnelle, ou comme animal de trait pour leur transport et pour les travaux des champs.

La morphologie des exploitations agricoles fait ressortir 3 types d'agriculture que l'on peut classer en une agriculture de plaine, une agriculture intermédiaire et une agriculture de montagne. La taille moyenne d'une exploitation de plaine, qui se consacre surtout à la culture des céréales, est de 3,7 ha. Une partie des exploitations est mécanisée et bien structurée. En montagne, les micro-propriétés de 1,3 ha en moyenne dominent avec des systèmes de culture traditionnels faisant appel au travail manuel et à la traction animale. C'est une agriculture qui ne dépasse pas le stade d'une agriculture de subsistance. Dans les zones intermédiaires, où la taille moyenne d'une exploitation est de 3,6 ha, on a une forme intermédiaire d'agriculture qui se rapproche cependant souvent de l'agriculture de montagne.

La population de la région s'élève à 642.011 habitants, ce qui donne une densité de 104,3 ha/km<sup>2</sup>. Plus de 80 % de la population est engagée dans le secteur agricole. Cependant l'exode rural touche fortement cette région, dont les villes sont confrontées aux problèmes de concentration urbaine.

La densité du réseau routier est de 72,3 m/km<sup>2</sup>, ce qui est assez faible mais s'explique par la topographie accidentée du terrain.

L'alimentation en eau de la région se fait par les sources, les puits et les eaux des rivières. On recense environ 2.000 puits qui ont toutefois une capacité limitée, de sorte que la consommation moyenne de l'ensemble du bassin serait de l'ordre de 20 ℓ/jour/personne.

Le taux d'électrification ne dépasse pas 10 %. Les besoins en énergie électrique sont estimés à 90 millions de kWh. Il est urgent d'améliorer le réseau de distribution et la production d'énergie électrique pour être en mesure d'intensifier l'électrification.

Le système d'encadrement de l'agriculture est constitué par des systèmes de vulgarisation et des coopératives agricoles. Il y a 11 centres de travaux (CT) dispersés sur la région pour assurer les services de vulgarisation. On relève une grande diversité de coopératives, mais leurs activités restent de faible importance car elles ne sont en général utilisées que pour la fourniture des semences et des engrais. Il y a deux sortes d'organismes de crédit agricole, à savoir les CLCA (caisses locales) qui offrent des taux de prêt de 3 ~ 10,5 %, et les CRCA (caisses régionales) qui offrent des taux de prêt de 6 ~ 13 %. Les prêts sont surtout contractés auprès des CLCA qui visent une clientèle dont le revenu annuel est inférieur à 6.000 DH. (En janvier 1992, la parité du dirham, unité monétaire marocaine, était de 1 DH = 15 ¥, 1 DH = 0,113 \$ US).

Etant donné que le volume des transports moyens de terre est de 19,5 t/ha par an, la conservation du bassin versant est un problème urgent à résoudre.

## **INVENTAIRE DES BARRAGES**

Il existe sur le bassin un grand nombre de sites de barrages. Un inventaire exhaustif de tous les barrages potentiellement rentables a été dressé, qui servira de document de base à la planification des programmes hydrauliques adaptés à la demande.

Pour dresser cet inventaire, nous avons utilisé l'inventaire préparé au Maroc en 1988, les différentes études entreprises récemment par les services marocains ainsi que les études que nous avons entreprises sur le terrain. Le nombre de sites ressortis après une première estimation est de 15 sites de barrages moyens, 301 sites de petits barrages et lacs collinaires. Le nombre de sites finalement retenus est de 20 barrages moyens, 42 petits barrages et 316 lacs collinaires.

Tous les sites de barrages moyens de l'inventaire marocain ont été vérifiés par notre étude, et les avantages de chaque site de petits barrages et de lacs collinaires qui n'avaient pas été analysés ont été mis en évidence.

### ETUDE DE PRE-FAISABILITE

Pour disposer de documents utiles à la préparation du plan directeur de développement, nous avons réalisé l'étude de pré-faisabilité de quelques secteurs modèles.

Les 6 sites ont été sélectionnés parmi les sites de l'inventaire, en fonction des conditions géographiques, de leur taille, et des avantages liés à chaque ouvrage.

#### Sites de l'étude de pré-faisabilité et résultats

Sites	Taille	Emplacement	Superficie irriguée (ha)	TIRE (%)
N° 8	moyen	Taounate	2.500	7,3
N° 17	moyen	Taounate	3.600	5,7
P-C-4	petit	Chefchaouen	207	5,5
P-TZ-3	petit	Taza	95	-
P-T-22	petit	Taounate	108	10,7
L-A-34	lac	Al Hoceima	40,5	5,6

Les taux de rentabilité interne du tableau ci-dessus sont des taux internes de rentabilité économique (TIRE). Le taux financier, qui s'obtient en comparant les bénéfices et les frais sur la base des prix unitaires de marché, est de 2 à 3 % inférieur.

Quoi qu'il en soit, le TIRE des ouvrages n'est pas très élevé, mais les avantages sociaux sont importants du point de vue de la main d'oeuvre et du bien-être social, de sorte que la réalisation de presque tous les sites a été jugée favorablement, d'autant que l'on peut escompter une diminution du financement initial sous forme de subventions.

Les études de pré-faisabilité ont permis de dégager des données essentielles pour l'élaboration du plan de développement, à savoir :

- Volumes de retenue nécessaire par unité de superficie
- Coûts de construction
- Bénéfices agricoles

## **PLAN DE DEVELOPPEMENT**

L'étude de développement sert à planifier le développement agricole d'une région qui correspond à la région couverte par l'étude, dans le but de surmonter le retard des infrastructures sociales et de palier à des conditions géographiques difficiles. Les objectifs de développement de cette région peuvent se résumer en trois points :

- augmenter la productivité agricole, établir des périmètres de production agricole à rendement élevé, atteindre l'autosuffisance alimentaire des agriculteurs en montagne et cultiver des produits à forte valeur d'échange
- aménager et améliorer l'environnement social des zones rurales
- protéger le bassin versant pour garantir la permanence des espaces de vie et de production.

Cinq volets d'action ont été planifiés dans ce sens, sous la forme d'un programme de développement de réseaux d'irrigation clés par barrages moyens, d'un programme de développement rural intégré, d'un programme d'électrification rurale, et d'un programme de reconstruction du réseau routier rural et enfin d'un programme de conservation des bassins versants, avec l'exploitation de petits barrages et de lacs collinaires.

Les secteurs d'irrigation clés sont au nombre de 4 et englobent 8.380 ha nets de terres irrigables. Les deux sites de barrages, sélectionnés à cet effet parmi les barrages moyens de l'inventaire, qui constituent les ressources hydrauliques optimales couvrent une superficie nette de 7.180 ha.

Nous avons analysé les possibilités des 358 sites de petits barrages et lacs collinaires de l'inventaire par rapport au programme de développement rural intégré. Nous avons évalué les superficies irrigables par les fournitures des volumes exploitables de chaque site, afin d'évaluer les indices économiques de chacun en cas de développement agricole.

#### Evaluation économique des petits barrages et lacs collinaires

	Petits barrages	Lacs collinaires
TIRE inférieur à 5 %	12	96
TIRE compris entre 5 % et 10 %	21	16
TIRE supérieur à 10 %	4	4
TIRE incalculable	4	149
Ouvrages réalisés	0	13
Sites rejetés	1	38
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>316</b>

Nous avons déterminé la pertinence de développement sur la base de l'évaluation ci-après, en considérant le taux de contribution des ouvrages à la conservation du bassin-versant et le pourcentage de la population fournie en eau potable.

$$\text{Faisabilité} = (\text{TIRE développement agricole}) \times 40 \% + (\text{facteur fourniture d'eau potable}) \times 40 \% + (\text{facteur conservation du bassin}) \times 20 \%$$

Les sites qui ont obtenu un nombre de points importants ont été jugés fortement prioritaires. Pour les petits barrages, 36 ouvrages ont ainsi été jugés réalisables et fortement prioritaires. Les lacs collinaires jugés réalisables ayant présenté les mêmes avantages après classement identique sont au nombre de 171.

Après étude des 3 barrages moyens qui ont un rendement potentiel intéressant par rapport au programme d'électrification, il ressort que deux sites sont économiquement intéressants. Si les deux ouvrages de ces sites étaient réalisés, la production électrique devrait être de 74,8 Mwh.

En ce qui concerne le programme routier, ce sont 42,4 km de routes nouvelles qui devront être construites, et 331,2 km de routes qui devront être élargies. La densité du réseau de routes secondaires passera de 111,9 m/km<sup>2</sup> à 225,6 m/km<sup>2</sup> lorsque les voies d'accès à tous les types de barrages seront utilisables comme routes provinciales et comme routes communales.

Pour la conservation du bassin versant, en même temps que l'introduction de techniques culturales adaptées à la lutte contre l'érosion par l'eau, la construction de terrasses sur l'amont du barrage et de routes autour des ouvrages, on planifie le développement des ressources hydrauliques. Dans ce cas de figure, les superficies du bassin versant bénéficiant de l'effet de conservation s'élèveront à 1.100 km<sup>2</sup>.

Nous avons divisé le plan de développement en deux périodes en fonction des effets et de l'urgence de réalisation, avec un programme immédiat et un programme à moyen et long terme.

#### Division du plan de développement

Volets d'action	Taille ouvrage	Programme immédiat	Programme L/M terme
Réseaux d'irrigation clé	Moyen	4	0
Electrification rurale	Moyen	0	2
Développement rural intégré	Moyen *	0	2
	Petit	12	24
	Lac collinaire	53	118
Réseau routier	routes pples	149,0 km	224,6 km
Conservation du bassin	(en annexe de	chaque barrage)	

\* Destinés à l'eau potable, à l'eau de cheptel et à la conservation du bassin

## COUT DE REALISATION ET PLAN DE REALISATION

Les coûts de réalisation se présentent comme suit :

Coûts de réalisation de chaque programme unité : Million de DH (million de \$ US)

Rubrique	Programme immédiat		Programme M/L terme	
Etude et planification	63,161	(7,113)	86,824	(9,777)
Frais indirects*	30,193	(3,400)	51,653	(5,817)
construction des ouvrages et autres	1.006,454	(113,400)	1.721,793	(193,896)
réhabilitation du réseau routier	199,660	(22,484)	300,964	(33,892)
Conservation des bassins	10,388	(1,170)	18,262	(2,057)
<b>TOTAL</b>	<b>1.309,866</b>	<b>(147,507)</b>	<b>2.179,496</b>	<b>(245,439)</b>
Exploitation et maintenance (an)	3,019	(340)	5,165	(582)

\* Indemnisation des terrains et frais de supervision des travaux etc.

La durée des travaux du programme immédiat est fixée à 5 ans, celle des travaux du programme à moyen et long terme est fixée à 10 ans. Les travaux de chaque phase seront entrepris en essayant dans la mesure du possible de répartir également les coûts sur les années, et on veillera à ne pas engendrer d'effets de déséquilibre à l'intérieur du bassin.

Comme système de réalisation des travaux, nous envisageons la création d'un bureau placé sous l'autorité des techniciens du Ministère des travaux publics, du Ministère de l'agriculture et du Ministère de l'intérieur, qui travaillera en coopération avec les organismes provinciaux. Outre qu'il sera directement chargé des travaux de réalisation des barrages moyens, ce bureau apportera son aide technique à la réalisation des petits barrages et lacs collinaires de chaque province.

Pour les petits barrages et les lacs collinaires, nous proposons de constituer un syndicat hydraulique indépendant pour chaque unité dont les membres seront les bénéficiaires, qui s'entraideront pour exploiter les ouvrages, les entretenir et collecter les redevances d'eau. Sur les secteurs de barrages moyens, nous proposons de constituer un syndicat



hydraulique pour chaque unité de canaux secondaires et un syndicat hydraulique représentatif pour les canaux principaux. Les syndicats ainsi formés se regrouperont en association dans chaque division administrative, qui sera chargée de régler les problèmes inter-syndicat et d'établir les demandes d'aide technique auprès des ministères.

## EVALUATION DES TRAVAUX

Les surfaces irriguées des bassins versants seront augmentées comme suit en cas de réalisation des programmes du plan de développement

Superficies irriguées augmentées par chaque programme (ha)

Secteur	Après programme immédiat	Après programme L/M terme
Plaines	8.927,0	1.573,0
Montagnes & intermédiaires	875,0	2.615,0
Total	9.802,0	4.188,0

Si les deux barrages moyens prévus pour la production électrique sont construits, les besoins potentiels de la région seront comblés à 75 % et la production portée à 74,8 millions de Kw.

Outre l'impact des ouvrages sur la production agricole de 11.490 fermes, 69.000 personnes bénéficieront de fournitures d'eau potable.

Les barrages stopperont les transports de terre, et les mesures de conservation telles que les terrasses prévues sur les bassins versants des barrages freineront la sédimentation, ce qui permettra de réguler les volumes d'ensablement sur 41,3 % de l'ensemble du bassin.

L'aménagement du réseau routier et la construction des voies d'accès aux ouvrages permettront de constituer un réseau de transport plus développé qui favorisera la circulation des produits.

Les barrages de ces programmes ne sont pas très importants par la taille, mais ils sont bien répartis à l'intérieur du bassin et devraient par conséquent contribuer à réguler les crues en période de pointe.

En outre, le plan d'embauche totalise 7.240.000 hommes, soit 502.000 hommes /an pour le programme immédiat et 472.000 hommes/an pour le programme à moyen et long terme.

L'économie des ménages agricoles fera un bond en avant considérable. Pour une exploitation de taille moyenne par exemple, les revenus annuels passeront de 6.944 DH à 27.416 DH, soit, après déduction de 1.170 DH par an pour les redevances d'eau, 3,8 fois le niveau de revenu actuel.

Outres les effets directs comptabilisables, les travaux devraient engendrer un certain nombre d'effets sociologiques tels qu'accélérer la sédentarisation des populations de la région, dynamiser le travail des femmes, améliorer et divulguer les techniques agricoles, et renforcer les structures d'agriculteurs.

Par la réalisation de ces ouvrages, on devrait atteindre des objectifs très élevés, dans la mesure où on règle convenablement les problèmes engendrés par la submersion des sites enfouis dans le réservoir, où l'impact sur l'environnement reste négligeable, et où on réduit au minimum l'effet sur les débits du barrage de M'Jaara (réduire les débits à 88 % des débits avant réalisation des travaux).

## RECOMMANDATION

Le Maroc a projeté la construction d'un total de 315 barrages moyens, petits barrages et lacs collinaires d'ici à l'an 2000, par le biais du plan de développement intégré du bassin versant de l'Ouergha lancé en 1988. Toutefois, le programme ne progresse pas au rythme initialement prévu.

Le plan de développement de cette étude, propose une nouvelle distribution des ouvrages et de nouvelles cotes mieux adaptées aux conditions hydrologiques du bassin versant. Nous préconisons de revoir le plan de développement intégré du bassin versant de l'Ouergha initial conformément au nouveau plan que nous formulons, lequel permettra un développement productif de la région ainsi qu'une utilisation efficace des fonds de financement.

Pour assurer la mise en place et le succès des travaux, il est indispensable de régler tous les problèmes que pourraient soulever leur réalisation, et d'affecter les ingénieurs nécessaires, qui recevront une formation technique poussée.

Nous préconisons pour ce dernier point d'avoir le plus possible recours aux ressources humaines des offices gouvernementaux de chaque province et de créer un système de formation pour leurs ingénieurs. Il serait tout à fait profitable de diffuser les résultats de cette étude et les guides de planification et de conception des barrages dans le cadre de cette formation.

En outre, les dispositions nécessaires devront être rapidement prises vis à vis du financement des travaux et de la constitution d'un service et d'un système de réalisation afin que soient clairement définies les attributions de chaque organisme gouvernemental concerné et que l'on dispose d'un système de coopération solide.

Il est également souhaitable de régler complètement les problèmes d'expropriation sur les terrains qui seront immergés par les réservoirs des barrages.



## TABLE DES MATIERES

RESUME

RECOMMANDATIONS

INDEX DES TABLEAUX

INDEX DES FIGURES

INDEX DES DOCUMENTS ANNEXES

ABRIVIATIONS

### I INTRODUCTION

1.1	Chronologie .....	1
1.2	Objectif de l'étude .....	2
1.3	Zone couverte par l'étude .....	2
1.4	Enchaînement de l'étude .....	2
1.5	Calendrier de l'étude .....	3

### II CADRE DU PROJET

2.1	Conjoncture socio-économique .....	5
2.1.1	Présentation du Maroc .....	5
2.1.2	Structure de l'industrie .....	6
2.1.3	Conjoncture sociale .....	6
2.1.4	Cinquième plan quinquennal .....	7
2.2	Agriculture et secteur rural .....	9
2.3	Présentation de la région étudiée .....	12
2.3.1	Région étudiée .....	12
2.3.2	Barrage de M'Jaara .....	12
2.3.3	Projet de développement intégré du bassin de l'oued Ouergha .....	13

### III REGION COUVERTE PAR L'ETUDE

3.1	Topographie, géologie et pédologie .....	15
3.1.1	Topographie .....	15
3.1.2	Géologie .....	17
3.1.3	Nature des sols .....	18
3.2	Hydrométéorologie .....	24
3.2.1	Climat .....	24

3.2.2	Hydrologie .....	32
3.2.3	Possibilités d'exploitation des ressources hydrauliques par sous-bassin .....	40
3.3	Sols .....	42
3.3.1	Pédologie .....	42
3.3.2	Présentation des sites de l'étude .....	42
3.3.3	Résultats .....	43
3.3.4	Classification des terres .....	48
3.4	Utilisation des terres .....	50
3.4.1	Situation actuelle .....	50
3.4.2	Utilisation des terres SAU .....	52
3.4.3	Les forêts .....	53
3.4.4	Utilisation des terres par sous-bassin .....	55
3.5	Agriculture et élevage .....	57
3.5.1	Cultures et systèmes de culture .....	57
3.5.2	Classification des zones .....	60
3.5.3	Cultures .....	61
3.5.4	Arboriculture .....	63
3.5.5	Elevage .....	64
3.5.6	Morphologie des exploitations agricoles de plaine et de montagne .....	66
3.6	Irrigation et drainage .....	68
3.6.1	Irrigation .....	68
3.6.2	Drainage .....	73
3.7	Infrastructures sociales .....	76
3.7.1	Communication et transport .....	76
3.7.2	Hôpitaux .....	78
3.7.3	Ecoles .....	79
3.7.4	Eau potable .....	79
3.7.5	Energie électrique .....	80
3.8	Economie agricole .....	82
3.8.1	Population .....	82
3.8.2	Propriété foncière .....	82

3.8.3	Circuits de distribution .....	83
3.8.4	Système d'encadrement de l'agriculture .....	85
3.8.5	Economie agricole .....	87
3.9	Conservation du bassin versant .....	88
3.9.1	Facteurs d'érosion des sols .....	88
3.9.2	Analyse de l'érosion des sols .....	94
<b>IV</b>	<b>INVENTAIRE DES BARRAGES</b>	
4.1	Inventaire de base .....	97
4.1.1	Projets antérieurs .....	97
4.1.2	Constitution de l'inventaire de base .....	97
4.2	Analyse de l'inventaire des petits barrages et lacs collinaires .....	99
4.3	Evaluation préliminaire de l'inventaire .....	102
4.3.1	Objectif et méthode d'évaluation .....	102
4.3.2	Résultats de l'évaluation .....	103
<b>V</b>	<b>ETUDE DE PREFAISABILITE</b>	
5.1	Objectifs de l'étude .....	105
5.2	Sélection des sites de pré-faisabilité .....	106
5.3	Résultats de l'étude de pré-faisabilité .....	109
5.3.1	Présentation des secteurs de pré-faisabilité .....	109
5.3.2	Résultats de l'étude de pré-faisabilité .....	111
5.3.3	Plan de réalisation .....	112
5.4	Récapitulatif des résultats de l'étude de pré-faisabilité .....	121
5.4.1	Capacité de retenue du barrage par unité d'irrigation .....	121
5.4.2	Rapport entre la taille des travaux et l'aspect économique ..	123
5.4.3	Exploitation pour le plan de développement .....	124
<b>VI</b>	<b>PLAN DE DEVELOPPEMENT</b>	
6.1	Objectifs de développement et volets d'action .....	127
6.1.1	Objectifs de développement .....	127
6.1.2	Volets d'action .....	128
6.1.3	Sites de barrages potentiels .....	134

6.2	Développement agricole de base .....	136
6.2.1	Secteurs d'irrigation potentielle .....	136
6.2.2	Besoins en eau d'irrigation et systèmes de cultures planifiés . .....	137
6.2.3	Projet de programme de développement .....	143
6.3	Programme de développement rural intégré .....	149
6.3.1	Politique de développement et contenu .....	149
6.3.2	Développement agricole .....	150
6.3.3	Fourniture de l'eau potable .....	153
6.3.4	Divers .....	154
6.4	Programme d'électrification des villages .....	155
6.5	Plan de réaménagement du réseau routier rural .....	157
6.5.1	Réseau routier actuel .....	157
6.5.2	Réseau routier planifié .....	158
6.5.3	Coupe standard d'une route .....	159
6.6	Plan de conservation du bassin versant .....	163
6.6.1	Politique fondamentale de conservation .....	163
6.6.2	Plan de conservation .....	169
6.7	Plan de développement .....	170
6.7.1	Evaluation de chaque ouvrage .....	170
6.7.2	Programme de développement immédiat .....	176
6.7.3	Programme de développement à moyen et long terme .....	177
6.7.4	Distribution des produits et vulgarisation agricole .....	177
VII	<b>BILAN DES FOURNITURES ET DE LA DEMANDE</b>	
7.1	Bilan des sous-bassins .....	179
7.2	Futurs volumes disponibles .....	182
VIII	<b>COUT DE REALISATION &amp; PLAN DE REALISATION</b>	
8.1	Coûts .....	185
8.1.1	Ventilation des coûts par programme de développement ...	185
8.1.2	Coûts d'exploitation et de maintenance .....	187
8.2	Plan de réalisation .....	187



8.2.1	Délais de réalisation des travaux de préparation .....	187
8.2.2	Délais des travaux .....	188
8.3	Calendrier de l'ensemble des travaux .....	189
8.4	Système de réalisation des travaux .....	191
8.4.1	Plan de réalisation actuel .....	191
8.4.2	Bureau de réalisation des travaux .....	191
8.4.3	Progression des travaux .....	193
8.5	Système d'exploitation et de maintenance .....	193

## IX EVALUATION DES TRAVAUX

9.1	Impact des travaux .....	195
9.1.1	Impact sur l'agriculture .....	195
9.1.2	Effet sur l'électrification .....	196
9.1.3	Effet sur les fournitures d'eau potable de d'eau de cheptel .	196
9.1.4	Effet sur la conservation du bassin versant .....	196
9.1.5	Effet sur l'aménagement du réseau routier .....	197
9.1.6	Effet sur l'aménagement des eaux .....	197
9.1.7	Augmentation des chances d'emploi .....	198
9.2	Evaluation financière .....	198
9.2.1	Coûts financiers .....	198
9.2.2	Economie des ménages agricoles .....	199
9.3	Effet socio-économique .....	200
9.4	Impact sur l'environnement .....	202
9.4.1	Environnement social .....	202
9.4.2	Environnement naturel .....	204
9.5	Impact sur le bassin aval .....	205

## INDEX DES TABLEAUX

Tableau 2.3.1	Répartition des exploitations
Tableau 3.2.1	Récapitulatif des données climatologiques
Tableau 3.2.2	Précipitations mensuelles moyennes du bassin versant
Tableau 3.2.3	Écoulements annuels moyens par sous-bassin
Tableau 3.2.4	Écoulements mensuels moyens des sous-bassins
Tableau 3.2.5	Apports solides annuels moyens par sous-bassin
Tableau 3.2.6	Total des volumes hydrologiques des sous-bassins
Tableau 3.2.7	Apports d'une année sèche par sous-bassin
Tableau 3.3.1	Analyse chimique des sols
Tableau 3.3.2	Éléments de classification et normes
Tableau 3.3.3	Résultat de la classification des sols
Tableau 3.4.1	Utilisation des terres du bassin versant de l'Ouergha
Tableau 3.4.2	Utilisation des terres SAU dans le bassin versant de l'Ouergha
Tableau 3.4.3	Principales espèces naturelles et superficies couvertes par les forêts
Tableau 3.4.4	Superficies reboisées par province au cours des 10 dernières années
Tableau 3.4.5	Superficie d'utilisation des terres par sous-bassin
Tableau 3.4.6	Utilisation des SAU par sous-bassin
Tableau 3.5.1	Indices agricoles des zones de plaines, intermédiaires et de montagnes
Tableau 3.6.1	Surfaces irriguées et taux d'aménagement de la région de l'étude
Tableau 3.6.2	Résultats des calculs ETO par mois
Tableau 3.6.3	Valeurs standard $e_p$ et $e_r$
Tableau 3.6.4	Formule des courbes d'intensité probable des pluies
Tableau 3.7.1	Infrastructures sociales
Tableau 3.7.2	Longueur totale du réseau routier par province
Tableau 3.8.1	Taille des exploitations et nombre
Tableau 3.8.2	Taux de prêt des caisses agricoles en 1990
Tableau 3.8.3	Taux d'autosuffisance en céréales de la région de l'étude
Tableau 3.9.1	L'érosion et l'utilisation des terres du bassin de l'Ouergha (barrage de M'jaara)
Tableau 3.9.2	Erosion des sols par sous-bassin

Tableau 4.2.1	Volets de l'analyse de l'inventaire
Tableau 4.3.1	Evaluation préliminaire des barrages moyens
Tableau 4.3.2	Tableau des groupes de priorité
Tableau 5.2.1	Secteurs de l'étude de pré-faisabilité
Tableau 5.3.1	Bénéfice sur l'élevage
Tableau 5.3.2	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur N° 8
Tableau 5.3.3	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur N° 17
Tableau 5.3.4	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur P-C-4
Tableau 5.3.5	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur P-TZ-3
Tableau 5.3.6	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur P-T-22
Tableau 5.3.7	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur L-A-34
Tableau 5.3.8	Etude de pré-faisabilité du plan de développement du secteur N° 12
Tableau 5.4.1	Rapport entre emmagasinement relatif/superficies
Tableau 5.4.2	Prix unitaires des petits barrages et lacs collinaires
Tableau 5.4.3	Unité de profit agricole
Tableau 6.1.1	Sites de barrages du plan de développement
Tableau 6.2.1	Sites de barrage
Tableau 6.2.2	Objectifs de rendements planifiés des principales cultures
Tableau 6.2.3	Proposition de programme d'irrigation clé
Tableau 6.4.1	Estimations de la production électrique potentielle
Tableau 6.5.1	Densité du réseau routier de la région étudiée
Tableau 6.5.2	Travaux de réaménagement du réseau routier
Tableau 6.7.1	Tableau d'évaluation des barrages moyens
Tableau 6.7.2	Apports d'eau potable et d'eau de cheptel des barrages moyens
Tableau 6.7.3	Evaluation des petits barrages
Tableau 6.7.4	Evaluation des lacs collinaires
Tableau 6.7.5	Nombre d'ouvrages à réaliser
Tableau 6.7.6	Nombre de barrages du programme immédiat
Tableau 6.7.7	Nombre de barrages du programme à moyen et long terme
Tableau 7.1.1	Apports annuels moyens de chaque sous-bassin
Tableau 7.1.2	Volumes disponibles pour les plans de développement
Tableau 7.1.3	Bilan de la demande après le développement
Tableau 7.2.1	Population à fournir en eau

Tableau 7.2.2	Evolution du rapport entre les besoins et la population
Tableau 8.1.1	Coûts du programme immédiat
Tableau 8.1.2	Coûts du programme à long et moyen terme
Tableau 8.1.3	Coûts d'exploitation et de maintenance
Tableau 8.2.1	Délais des travaux de préparation
Tableau 8.2.2	Délais des travaux pour chaque taille d'ouvrage
Tableau 8.2.3	Délais des travaux de barrages
Tableau 8.2.4	Volumes journaliers de remblais
Tableau 9.1.1	Surfaces irriguées par les ouvrages
Tableau 9.1.2	Périmètres recouverts par la conservation
Tableau 9.2.1	Augmentation des bénéfiques des ménages agricoles sur les secteurs de pré-faisabilité
Tableau 9.5.1	Superficie des bassins bénéficiant de l'effet de retenue

## INDEX DES FIGURES

- Figure 3.1.1 Schéma d'un replat (région Taounate - Ain Aicha)
- Figure 3.1.2 Carte structurale du Rif
- Figure 3.1.3 Stratigraphie
- Figure 3.2.1 Lignes des précipitations annuelles
- Figure 3.2.2 Hauteur relative des précipitations annuelles
- Figure 3.2.3 Moyenne mobile et séries chronologiques des précipitations annuelles
- Figure 3.2.4 Division du bassin versant de l'Ouergha
- Figure 3.2.5 Diagramme comparatif des débits annuels moyens
- Figure 3.5.1 Classification des zones de la région étudiée
- Figure 3.9.1 Superficie des forêts du bassin versant
- Figure 4.1.1 Emplacement des sites de barrages moyens
- Figure 4.3.1 Processus d'analyse de l'inventaire des barrages
- Figure 5.2.1 Suivi de la sélection des sites de pré-faisabilité
- Figure 5.2.2 Emplacement des secteurs de pré-faisabilité
- Figure 5.3.1 Plan de réalisation des travaux de l'étude de pré-faisabilité
- Figure 5.4.1 Rapport entre emmagasinement relatif et superficies irriguées/superficie du bassin
- Figure 5.4.2 Evolution du TIRE sur le site N° 7
- Figure 6.1.1 Elaboration du plan de développement (plan directeur)
- Figure 6.2.1 Emplacement des ressources et périmètres d'irrigation clés
- Figure 6.2.2 Modèles de systèmes cultureux
- Figure 6.4.1 Schéma d'un barrage électrique
- Figure 6.5.1 Réseau routier actuel des secteurs de développement
- Figure 6.5.2 Plan d'aménagement des axes principaux
- Figure 6.5.3 Coupe standard d'une route
- Figure 8.3.1 Calendrier de réalisation de l'ensemble des travaux
- Figure 8.4.1 Proposition de Bureau de réalisation des travaux

## INDEX DES DOCUMENTS ANNEXES

### Annexe A

- A1. Topographie, Géologie
- A2. Hydroclimatologie
- A3. Utilisation des terres et pédologie
- A4. Agriculture et élevage
- A5. Irrigation et drainage
- A6. Socio-économie rurale
- A7. Conservation du bassin versant
- A8. Inventaire des barrages
- A9. Planification des ouvrages
- A10. Evaluation des ouvrages
- A11. Cartes des ouvrages

### Annexe B ETUDES DE PRE-FAISABILITE

- B1. Sélection des sites
- B2. Etude du site N° 8
- B3. Etude du site N° 17
- B4. Etude du site N° P-C-4
- B5. Etude du site N° P-TZ-3
- B6. Etude du site N° P-T-22
- B7. Etude du site N° L-A-34
- B8. Etude du site N° 12

### Annexe C

Guide de planification et de conception des barrages

## ABREVIATIONS

M.I.I.	Ministère de l'Intérieur et de l'Information
D.G.C.L.	Direction générale des Collectivités locales
D.P.N.	Direction de la Promotion nationale
D.P.P.N.	Délégation provinciale de la Promotion nationale
M.A.R.A.	Ministère de l'Agriculture et de la Réforme agraire
D.E.R.	Direction de l'Équipement rural
D.E.F.C.S.	Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des sols
S.D.S.	Service des Statistiques
S.I.P.	Services des Incitations à la production
S.E.P.	Service des Etudes des Prix
D.P.A.	Direction provinciale de l'Agriculture
C.T.	Centre de Travaux
S.C.T.	Sous-centre de Travaux
D.P.A.E.	Direction de la Planification et des Affaires économiques
M.T.P.	Ministère des Travaux publics
D.B.C.	Division des Barrages collinaires
D.A.H.	Direction des Aménagements hydrauliques
D.P.T.P.	Direction provinciale des Travaux publics
D.R.H.	Direction régionale hydraulique
I.N.R.A.	Institut National de Recherche Agronomique
D.I.F.	Direction de l'Information et de la Formation
D.M.P.	Département du Milieu physique
D.D.C.	Département de la Diffusion et de la Communication
J.I.C.A.	Agence Japonaise de Coopération internationale

## AUTRES ETABLISSEMENTS

L.P.E.E.	Laboratoire public d'Essais et d'Etudes
O.N.I.C.E.L.	Office national interprofessionnel des Céréales et Légumineuses
O.N.E.	Office national de l'Electricité
O.N.E.P.	Office national de l'eau potable





# I INTRODUCTION

## 1.1 Chronologie

La nouvelle stratégie de développement incluse dans le cinquième plan quinquennal du Maroc (1988~1992) vise une croissance économique continue. Fondée sur une politique d'ajustement structurel, cette politique s'articule autour de six axes :

- développement de l'agriculture et du secteur rural, lutte contre la désertification
- priorité à la petite et moyenne entreprise encourageant l'initiative privée
- révision du rôle et attributions des offices et entreprises publiques et semi-publiques
- renforcement et accélération des programmes de développement régionaux
- essor des exportations
- réforme du système d'enseignement et de formation

En ce qui concerne plus particulièrement le secteur agricole, l'Etat insiste sur le développement des ressources hydrauliques et sur la lutte contre la désertification comme mesure concrète visant à améliorer le taux d'autosuffisance alimentaire qui s'inscrit en toute première priorité dans les objectifs du plan.

Dans le cadre de cette politique, le gouvernement du Maroc a planifié des projets d'irrigation et de développement agricole visant à relever le taux d'autosuffisance alimentaire et à lutter contre la désertification par l'intermédiaire de la construction d'une série de petits et moyens barrages et de lacs collinaires, et a placé l'ensemble du bassin versant de l'Ouergha au coeur du développement. Le gouvernement marocain a adressé une demande de coopération technique au gouvernement du Japon.

Ayant entériné cette demande, le gouvernement du Japon a dépêché une mission sur place. Le 9 novembre 1990 les deux gouvernements ont signé un procès-verbal de description du travail pour la réalisation d'une étude de développement hydro-

agricole du bassin versant de l'Ouergha.

La JICA a entamé l'étude demandée en février 1992 en se fondant sur la description du travail arrêtée par les deux gouvernements, et l'a terminée en août 1992. Les différents éléments de l'étude sont récapitulés dans le présent rapport.

## **1.2 Objectif de l'étude**

Cette étude a pour objet de préparer un plan directeur destiné aux projets de développement agricole par barrages et lacs collinaires sur le bassin versant de l'oued Ouergha, au nord du Maroc.

En même temps que l'étude de pré-faisabilité de quelques secteurs réalisée dans le but de démontrer la viabilité du plan directeur, nous avons préparé des manuels d'étude, de planification et de conception de projets individuels d'irrigation par petits barrages et lacs collinaires.

## **1.3 Zone couverte par l'étude**

L'étude couvre l'ensemble du bassin versant de l'Ouergha (superficie totale de 6.153 km<sup>2</sup> sur le site du barrage M'JAARA, exception faite du barrage M'Jaâra et de sa retenue. La zone intéresse 5 provinces (Taounate, Al Hoceima, Chefchaouen, Taza, Sidi Kacem) et 45 communes rurales.

## **1.4 Enchaînement de l'étude**

L'étude a été réalisée en deux phases : la phase I exécutée en 1991~1992, et la phase II exécutée en 1992.

Au cours de la phase I, nous avons rassemblé les différents inventaires des projets d'irrigation par petits barrages, barrages moyens et lacs collinaires, rassemblé et

classé les documents et informations qui s'y rapportent, et effectué des investigations sur le terrain. Parallèlement à l'étude in situ, nous avons effectué une étude des inventaires dont nous avons analysé les résultats et les données pour dresser un inventaire des sites de barrages. Nous avons établi la trame d'un plan de développement pour l'ensemble du bassin versant de l'Ouergha et avons rédigé un rapport intermédiaire.

Au cours de la phase II, nous avons déterminé les priorités de mise en oeuvre des projets identifiés dans l'inventaire des projets d'irrigation par petits barrages, barrages moyens et lacs collinaires, et avons sélectionné 6 systèmes pour lesquels nous avons préparé une étude de pré-faisabilité. Nous avons ensuite finalisé le plan directeur du projet de développement hydro-agricole de la zone étudiée sur la base des résultats obtenus et avons préparé des manuels d'étude, de planification et de conception de projets d'irrigation par barrages et lacs.

## 1.5 Calendrier de l'étude

Les différentes phases et composantes de l'étude ont été réalisées selon le calendrier ci-après :

1) Phase I	Première reconnaissance sur le terrain	27.2.1991 ~ 26.3.1991
2) Phase I	Deuxième reconnaissance sur le terrain	1.6.1991 ~ 13.8.1991
3) Phase I	Analyse au Japon	14.8.1991 ~ 27.9.1991
4) Phase II	Reconnaissance sur le terrain	8.10.1991 ~ 13.2.1992
5) Phase II	Analyse au Japon	1.6.1992 ~ 30.7.1992
6)	Exposé du rapport final	24.8.1992 ~ 07.9.1992



## II CADRE DU PROJET

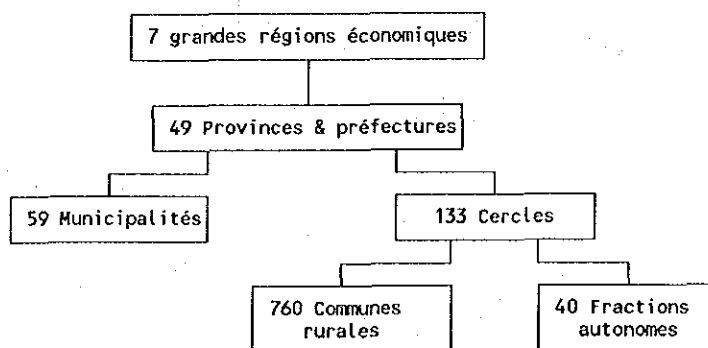
### 2.1 Conjoncture socio-économique

#### 2.1.1 Présentation du Maroc

Le Maroc est une monarchie constitutionnelle située à la pointe nord-ouest du continent africain. Son territoire s'étend sur une superficie de 710.850 km<sup>2</sup> (459.000 km<sup>2</sup> sans le Sahara occidental), avec 3.446 km de côtes sur le littoral atlantique et méditerranéen. Des différences climatiques très marquées s'observent entre les régions littorales fortement influencées par la proximité des mers et les régions intérieures qui comportent des régions désertiques. Les volumes de précipitations, particulièrement faibles dans les régions intérieures, sont de l'ordre de 400 ~ 600 mm par an en moyenne sur l'ensemble du pays (Ifrane 1.000 mm, Casablanca 443 mm, Laâyoune 49 mm).

Selon les estimations officielles de 1988, la population du Maroc s'élève à 23.958.000 habitants, soit une densité de 33,7 ha/km<sup>2</sup>. Le taux de croissance démographique est estimé à 2,4 %.

Nous indiquons ci-après les principales unités administratives qui composent les 7 régions du pays.



### **2.1.2 Structure de l'industrie**

La répartition des activités industrielles par secteur de ces dernières années indique que la part de chaque secteur économique dans le PIB est de 20 % pour le secteur primaire, 20 ~ 25 % pour le secteur secondaire, et 40 % pour le secteur tertiaire.

D'après les statistiques de 1988, la structure du PIB par secteurs d'activité est de 19,6 % pour l'agriculture et les eaux et forêts, 7,1 % pour le secteur minier et énergétique, 17,0 % pour l'industrie de transformation, 4,7 % pour la construction et le génie-civil, 5,3 pour les transports et communication, 16,5 % pour le commerce, et 14,7 % pour les services divers.

En ce qui concerne l'évolution de l'ensemble du PIB, le taux de croissance économique de 7,0 % enregistré dans les années 70 est tombé à 2,7 % dans les années 1980~1985, chute qui s'explique par des années de sécheresse consécutives exceptionnelles et par le marasme des prix sur le marché mondial qui ont freiné l'élan du secteur agricole, phénomène révélateur de l'importance de ce secteur sur l'économie du pays.

En 1989, avec la disparition de la sécheresse, une amorce de reprise économique était enregistrée avec un taux de croissance du PIB de 4,9 %. Les bases de l'agriculture en particulier doivent absolument être renforcées pour que la structure économique, encore sensible aux facteurs exogènes, ne connaisse pas de trop grandes fluctuations.

### **2.1.3 Conjoncture sociale**

D'après le recensement de 1982, la population active du Maroc s'élève à 5.357.000 personnes, le nombre de chômeurs à 642.000 personnes, soit un taux de chômage de 10,7 %. La situation de l'emploi s'est encore détériorée puisqu'en 1988 le taux de chômage atteignait 14,0 %.

Cette situation entraîne une forte concentration de la population dans les villes. Le taux de croissance démographique du secteur rural est de 1,5 ~ 2,0 % alors que dans le secteur urbain il était de 5,5 % en moyenne entre 1973 et 1984 et de 4,5 % entre 1980 et 1987. En 1988, 46 % de la population totale vivait dans les villes, Actuellement, bien que la concentration urbaine se soit ralentie au rythme de 3,6 %, le problème reste crucial.

En 1985, 41,4 % de la population active était employée par le secteur agricole, 22,8 % par le secteur commercial, 12,7 % par le secteur industriel et 9,1 % par le secteur du bâtiment. Si l'on observe que le taux de progression de la population employée par le secteur agricole était de 47,7 % en 1980, on constate que la concentration urbaine exerce une influence sur la structure industrielle.

#### **2.1.4 Cinquième plan quinquennal**

Depuis son indépendance en 1956, le Maroc a mis en oeuvre 8 plans de développement économique, y compris le cinquième plan quinquennal et les trois plans provisoires, avec deux années (1986 et 1987) sans plans. Pendant la période couverte par le quatrième plan quinquennal, entre 1981 et 1985, le pays a connu une sécheresse sans précédent qui a abouti à la mise en place d'une politique d'ajustement structurel de l'économie dans la deuxième moitié de la période. C'est ainsi que les années 1986 et 1987 qui ont suivi ce plan, ont été deux années consacrées à la préparation du cinquième plan quinquennal mis en place en 1988, avec pour objectif d'équilibrer la balance commerciale et les dépenses budgétaires avant le démarrage du plan.

Le cinquième plan quinquennal renferme 4 options principales, à savoir :

- Rétablissement de l'équilibre économique (équilibre de la balance des paiements et des finances publiques)
- Maintien d'un niveau de croissance conciliable avec le taux de croissance démographique

- Encouragement de l'agriculture et de l'industrie
- Développement économique encourageant les initiatives privées.

De ces options, nous pouvons dégager 6 stratégies directrices :

- Accélérer le développement de l'agriculture et du secteur rural et lutter contre la désertification
- Promouvoir la petite et moyenne entreprise d'initiative privée
- Réviser les fonctions et attributions des entreprises publiques et semi-publiques
- Renforcer et accélérer le développement régional
- Promouvoir les exportations
- Réformer l'enseignement et la formation professionnelle.

Cinq objectifs de base ont été fixés pour le secteur agricole qui est le secteur économique clé du Maroc, avec des stratégies concrètes visant à accélérer le développement des ressources hydrauliques, à assurer leur conservation et à améliorer leur utilisation.

- Autosuffisance alimentaire
- Amélioration des revenus des agriculteurs
- Augmentation des exportations de produits agricoles et compression des importations de ces produits
- Protection des ressources naturelles
- Valorisation des produits agricoles

En outre, étant donné les nouvelles tendances alimentaires de la population et les fluctuations des prix sur le marché mondial, le plan renferme de nouveaux objectifs de production pour les principales cultures, qui tendent à modérer la production de blé dur au profit du blé tendre, à mettre l'accent sur la production des oléagineux et du sucre, et à encourager la production de légumineuses et de légumes.



## 2.2 Agriculture et secteur rural

En 1989, la superficie des terres arables, ou surfaces agricoles utiles (SAU) s'élevait à 8.900.000 ha, dont 7.300.000 ha de champs secs, de cultures fourragères, et de vergers, le reste des terres étant en jachère.

En 1988/89 la carte d'utilisation des surfaces cultivées se présente comme suit : 5.510.000 ha de cultures céréalières soit 65 % des SAU et environ 75 % des terres cultivées, ce qui tend à démontrer l'importance de la culture des céréales au Maroc, principalement constituées par le blé et l'orge. Viennent ensuite les plantations arboricoles qui représentent 7 % environ des terres cultivées, puis les cultures industrielles, les oléagineux et les légumes avec respectivement 2 à 3 % des surfaces cultivées. Bien que la superficie des terres en friches tende à diminuer, ces dernières, concentrées dans les zones arides, occupent toutefois encore 1.600.000 ha, soit 19 % de SAU.

Dans les années 1980 les superficies cultivées ont été augmentées de 700.000 ha et les terres en jachère ont été diminuées de 900.000 ha, ce qui donne un total de 1.600.000 ha. Sur ces nouvelles superficies exploitées, 1.000.000 d'ha ont été attribués à la culture des céréales, mais l'augmentation des surfaces attribuées aux légumineuses, aux oléagineux et aux légumes est la plus importante. La canne à sucre et la betterave sucrière, qui dans les années 60 étaient pratiquement inexistantes, occupent aujourd'hui d'importantes surfaces. Cette tendance est attribuable à l'élargissement des périmètres irrigués et à la politique gouvernementale.

Nous voyons que le développement de l'agriculture marocaine est remarquable, mais malgré cela, le taux d'autosuffisance pour les produits de base n'est que de 80 % pour les céréales, 70 % pour le sucre, et 30 % pour les oléagineux. De son côté le gouvernement souhaite intensifier sa politique de développement agricole.

Du point de vue structurel, l'agriculture marocaine, frappée par de fréquentes

sécheresses, manque de stabilité. Pour citer un exemple de la dernière décennie, en 1980/81 la production de céréales a été réduite de moitié par rapport à l'année précédente, celle des légumineuses des deux tiers. Les années 1982/83 et 1986/87 ont également été frappées par la sécheresse. Après l'indépendance le gouvernement avait encouragé les travaux d'irrigation, et aujourd'hui le Maroc est le pays en voie de développement où l'irrigation est la plus répandue. Pourtant les surfaces irriguées, y compris par irrigation saisonnière et par débordement des oueds, s'élèvent à seulement 1.260.000 ha. Il faut multiplier les travaux d'irrigation.

L'agriculture marocaine présente la particularité de voir coexister des petites exploitations traditionnelles à faible productivité et de très grands domaines modernes à productivité élevée. Comme nous pouvons le remarquer au tableau 2.3.1 de la répartition des exploitations par taille, selon l'enquête agricole de 1982, 69 % des exploitations sont des micro-propriétés dont la taille n'exède pas 5 ha et qui détiennent à peine 23 % des SAU. Par ailleurs, 3,4 % seulement des propriétaires détiennent 32 % des SAU avec des exploitations de plus de 50 ha. Ces terres sont en outre des terres irriguées et riches qui produisent la plus grande partie des légumes, des oranges d'exportation et des plantes sucrières. Il faut donc moderniser les micro-propriétés qui sont nombreuses dans les régions montagneuses du Rif ou de l'Atlas et dans les terres intérieures du sud et de l'est.

Tableau 2.3.1 Répartition des exploitations

Taille	Exploitation		Superficie SAU		Superficie SAU moyenne d'une exploitation
	Nombre	%	ha	%	
< 5 ha	921.564	68,8	1.860.750	23,4	2,02
5 ~ 20 ha	358.981	26,8	3.530.654	44,4	8,45
20 ~ 50 ha	46.882	3,5	1.351.827	17,0	28,83
> 50 ha	12.055	0,9	1.208.692	15,2	100,26
Total	1.339.482	100,0	7.951.923	100,0	5,94

Source : Enquête agricole selon les classes-taille - MARA/DPAE (1981/82)

Le nombre de têtes de bétail fluctue avec les années. Il y a environ 3 millions de têtes de bovins, 13 millions d'ovins, 5 millions de caprins. Au cours de ces dix dernières années on n'enregistre pas d'augmentation ou de diminution majeures. Les équidés, chevaux, ânes, chameaux, utilisés comme animaux de traie et d'attelage sont élevés en assez grand nombre.

A part quelques élevages modernes de vaches laitières et de volailles, le bétail est gardé sur des pâturages tout à fait traditionnels, parcours, terres incultes, bois, jachères et champs de chaume. Lorsque ces fourrages naturels se raréfient pendant la saison sèche, on utilise les pailles de blé et d'orge, ou les résidus de canne à sucre et de betterave sucrière. Dans le sud, le bétail transhume en été vers les régions montagneuses à la recherche d'herbe. La culture des fourrages et des herbages n'est pas encore très répandue en dehors de quelques secteurs irrigués.

Cette forme d'élevage est bien évidemment très touchée dans les années de sécheresse car l'herbe naturelle est rare, et les déficits de récoltes de céréales provoquent un manque de paille qui constitue un des principaux fourrages. Les éleveurs vendent alors leur bêtes, de sorte que les prix du bétail chutent énormément, ce qui a pour effet de les frapper doublement. Ainsi, l'élevage a du mal à se remettre des effets pernicioeux de sécheresses répétées. Cette tendance était particulièrement visible lors de la grande sécheresse de 1981.

Cependant l'élevage au Maroc se développe progressivement et actuellement la consommation intérieure de viande est couverte à 100 %, celle de produits laitiers à 58 %.

Nous voyons donc que l'agriculture et l'élevage sont en bonne progression malgré les difficultés importantes rencontrées. Pourtant, étant donnée la poussée démographique qui dépasse le taux de 2,4 % par an, le niveau de vie du secteur rural a tendance à baisser d'année en année. Selon l'enquête nationale sur la consommation et les dépenses des ménages effectuée en 1984/85, les dépenses

moyennes des familles rurales représentaient 63 % par ménage et 54 % par personne, chiffres qui ne doivent pas avoir énormément bougé aujourd'hui. Pour développer l'agriculture marocaine, une des tâches importantes du pays est actuellement d'améliorer la situation des nombreuses micro-propriétés, notamment dans les régions montagneuses, qui accusent un grand retard de modernisation.

## **2.3 Présentation de la région étudiée**

### **2.3.1 Région étudiée**

La région étudiée se trouve sur le bassin versant de l'oued Ouergha, dont les 6.153 km<sup>2</sup> s'ouvrent dans la région aval de l'oued Sébou qui est l'oued principal de la plaine du Garb, zone qui comprend le plus grand nombre de terres irriguées du pays. La zone étudiée s'étend sur l'amont du site du barrage de M'Jaâra, actuellement en cours de construction, dont le rôle sera à la fois de fournir l'eau d'irrigation de la plaine du Gahr, et d'atténuer les dommages causés par les crues du Sébou, principale ressource hydraulique pour le développement du bassin versant du Sébou, au coeur de la plaine du Garhb.

### **2.3.2 Barrage de M'Jaara**

Les écoulements du bassin versant de l'Ouergha constituent la moitié des écoulements de l'ensemble des écoulements du Sébou, et les 3/4 de ses crues, qui se reproduisent une fois tous les deux ans, causent des dégâts importants sur 150.000 ha de la plaine du Gahr. le contrôle des crues est donc un élément aussi essentiel que l'exploitation des eaux.

Sur le bassin versant de l'Ouergha, principale ressource hydraulique de la zone de l'étude, les volumes des précipitations atteignent 800 ~ 1.500 mm par an. C'est la région la plus arrosée du pays, et l'Ouergha constitue une ressource hydraulique abondante. Cependant, les précipitations sont concentrées sur 3 ou 4 mois de la

saison humide, de sorte que les volumes utiles sont faibles car pratiquement tous les volumes d'eau s'écoulent directement dans l'Océan.

Le barrage de M'Jaâra sera un réservoir en remblai de 3.800 Mm<sup>3</sup> avec une hauteur de digue de 88 m qui servira à mobiliser l'eau d'irrigation de 100.000 ha, à la maîtrise des crues sur 150.000 ha, et à la production de 240 MW maximum d'électricité. La durée de construction prévue est de 7 ans.

### 2.3.3 Projet de développement intégré du bassin de l'Oued Ouergha

En 1988, le gouvernement du Maroc a dégagé un projet d'aménagement et de développement intégré du bassin de l'Oued Ouergha, planifié pour le développement et la conservation du bassin versant de l'Ouergha.

Ce projet de développement national et régional à la fois, comprend la planification de plusieurs lacs collinaires sur le bassin de l'Ouergha dans le but d'accélérer le développement du bassin, ainsi que la mobilisation des ressources hydrauliques sur un secteur très large par la construction du barrage de M'Jaâra.

Ce projet est le plus important projet de constructions de lacs collinaires réalisés après 1985 par le Maroc. Il est très significatif du point de vue du développement régional, et de plus, c'est un projet pilote qui servira de plan pour les autres projets de construction de petits barrages du pays.

Les travaux proposés dans le cadre de ce projet portent sur la construction de :

- Barrage moyen d'un volume de retenue pouvant atteindre 50 Mm<sup>3</sup> ..... 15
- Petit barrage d'un volume de retenue pouvant atteindre 2 Mm<sup>3</sup> ..... 100
- Lac collinaire d'un volume de retenue variant entre 20.000 et 50.000 m<sup>3</sup> ..... 200

Le Maroc prévoit d'achever les barrages de ces 315 sites, les études, les plans et les travaux à l'horizon de l'an 2000. Mais la prise en compte de nouvelles priorités pour le développement agricole ces dernières années oblige à mettre en place une étude de plan directeur avec révision de ce calendrier.

### **III REGION COUVERTE PAR L'ETUDE**

#### **3.1 Topographie, géologie et pédologie**

##### **3.1.1 Topographie**

###### **(1) Chaînes de montagnes et réseau hydrographique**

Les chaînes de montagnes et le réseau hydrographique suivent nettement la structure géologique. Les roches solides (alternances de schistes et de grès, calcaires) qui s'étendent en éventail, ont structuré les régions de hautes montagnes et formé les lignes de partage des eaux sur la bordure nord de la région de l'étude. Dans la périphérie de la bordure sud, où sous l'effet de l'érosion de l'oued Ouergha se sont formés des replats, les roches tendres (marnes) dominent. Neuf affluents, qui prennent tous leur source au nord des montagnes et coulent vers le sud, se jettent dans l'Ouergha. Un passage étroit (vallée transversale) coupe les monts d'altitude moyenne juste avant la jonction des affluents et de l'oued.

###### **(2) Chaînes de montagnes et collines**

Sur la zone de l'étude, trois types de relief correspondent à deux divisions altitudinales situées aux environs de 400 m et 1200 m, avec de bas en haut (1) les collines, (2) les montagnes de moyenne altitude, (3) les hautes montagnes. Ces dernières offrent une topographie de vallées escarpées constituées de roches solides (grès solides, schistes, calcaires) avec pendages abrupts sur les parties qui font face à la vallée actuelle. La zone intermédiaire de moyenne altitude (2) offre un relief doux qui s'apparente à celui des collines vers les sommets, et un petit nombre de pentes abruptes formées par l'érosion de la vallée actuelle (mais on observe quelques différences selon les secteurs car, à mesure que l'on remonte vers

l'amont, l'altitude de la ligne de démarcation est de plus en plus élevée).

### (3) Replats

Sur la zone de l'étude, des couches alluvionnaires et des terrasses du diluvium se sont développées le long des vallées; des cônes de déjection s'étendent sur les hautes montagnes.

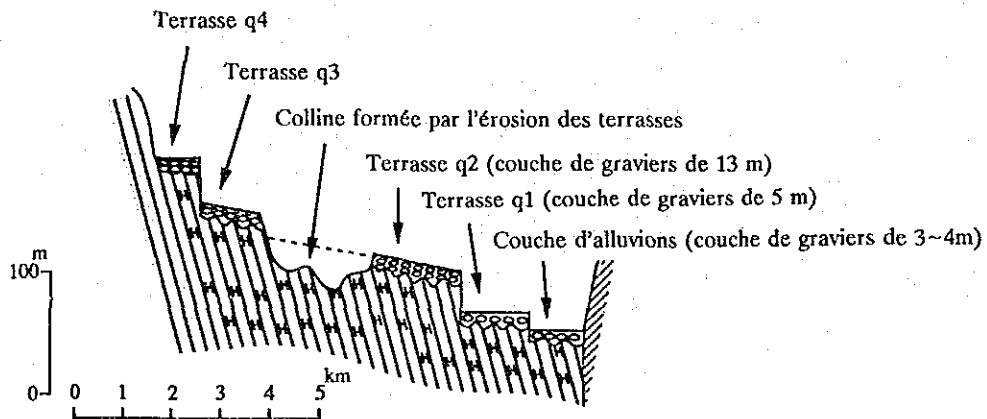


Figure 3.1.1 Schéma d'un replat (région Taounate - Ain Aicha)

Les couches d'alluvions et la terrasse q1 le long de la vallée sont de superficie moyenne à importante, suivies par la terrasse q2. Toutes les autres terrasses élevées sont dispersées.

### (4) Topographie et utilisation des terres

Du point de vue de l'utilisation des terres, la région de l'étude peut se diviser en trois zones topographiques : la zone montagneuse, la zone intermédiaire et la zone de collines et de vallée de replats.

Les terres de la zone de collines et de vallée, d'une altitude inférieure à 400 m, sont très fertiles et presque entièrement utilisées pour les cultures en bour et pour les vergers.



Les terres de la zone intermédiaire, d'une altitude de 400 m ~ 1200 m, comportent également de grandes étendues de bours et de vergers, mais les pentes impropres à la culture étant nombreuses, les cultures sont implantées sur les monts en pente relativement douce et sur les anciens cônes de déjection.

Les zones montagneuses d'une altitude supérieure à 1.200 m sont peu propices à l'agriculture, et l'on retrouve à peine quelques champs dans les vallées étroites et sur les pentes abruptes. De plus, en altitude, le climat est froid et la culture du blé est par conséquent extrêmement rare.

La répartition des agglomérations, que l'on retrouve jusqu'au fin fond des montagnes, reflète la répartition des terres de culture. Le réseau routier est par contre assez peu développé, ce qui est un facteur de contrainte pour le développement régional.

### **3.1.2 Géologie**

#### **(1) Structure géologique**

La structure géologique de la région étudiée et de ses environs est indiquée figure 3.1.2. La zone de l'étude est principalement composée de roches argileuses (schistes, marnes et argiles) du mésozoïque et du cénozoïque, avec intercalages de couches de sable et de calcaire disposées en éventail. Cette zone se trouve sur la bordure Ouest de la chaîne orogène alpine et présente de nombreuses rides et failles de taille importante qui rendent la structure géologique très complexe.

Le nord de la région étudiée se divise en un secteur Est et un secteur Ouest. Le secteur Est constitue les montagnes avec répartition de schistes argileux du jurassique et du crétacé inférieur. Le secteur Ouest constitue

la zone intermédiaire avec répartition de marnes du crétacé supérieur.

Sur les rives de l'Ouergha, au centre de la région étudiée, les couches de trias du néogène sont fracturées et dispersées en bloc. C'est le secteur qui présente la topographie la plus complexe de la région étudiée.

La partie sud de la région étudiée est constituée de collines, principalement de marnes du néogène. La zone limitrophe de la région centrale, appelée la ligne de « sol », est une zone de moyenne altitude formée de diverses couches du jurassique et du crétacé.

### **(3) Ordre des couches géologiques**

L'ordre des couches géologiques est indiqué à la figure 3.1.3. La surface de discordance (B) du cénozoïque tertiaire délimite des formations de roches argileuses de solidité différente. Les roches situées au-dessus de la ligne (B) sont solides, celles au-dessous de la ligne sont moyennement solides. Pour les classer d'un point de vue géomécanique, nous les désignerons respectivement par le terme de roches sédimentaires récentes et roches sédimentaires anciennes.

## **3.1.3 Nature des sols**

### **(1) Fondations des barrages**

L'analyse des fondations des 50 sites représentatifs prospectés montre que 70 % d'entre eux sont formés de roches argileuses moyennement solides (schistes et marnes solides), 15 % ont une formation de roches tendres marneuses, tandis que les sites de roches tufiques, de grès solides et de grès du tertiaire sont dispersés.

Eléments de Géologie marocaine - A. Michard

# CARTE STRUCTURALE DU RIF

Documents consultés : Cortes et travaux de Durand Deigo *et al.* 1962, Suter 1968, Maurer 1968



Region d'étude

**DOMAINE DE L'AVANT-PAYS**

- Avant-pays antioque
- Rides prériftaines

**DEPOTS RECENTS**

- Miocène post-nappe, Pliocène
- Quaternaire
- Volcanisme mio-pliocène et quaternaire

A, B : direction des coupes générales  
(1) : sous l'interprétation de Durand Deigo et Mahouar, 1959, 1962.

**DOMAINE RIFAIN**

- Nappe des Samajo
- Nappe d'Araoul
- "Fenêtres" de métamorphiques
- Zone de couverture tertiaire et quaternaire
- Aurichons orientaux et métamorphiques
- Nappe prériftaine et nappes d'Overthrust non séparées
- Ligne des soif

**NAPPES**

- Nappe numidienne
- Nappe du Tisirène
- Nappe du Chouamâ (E) et de Melouza (W)
- Nappe des Bni-Idder
- Chaines calcaires
- Nappes paléozoïques
- Zones métamorphiques

**ULTRA-RIFAINES (1)**

**DOMAINE EXTERNE**

- Zone intra-rifaine
- Unité de Kitamo
- Unité de Tanger
- Unité du Loukkas

**DOMAINE**

- Zone méso-rifaine
- Zone prériftaine

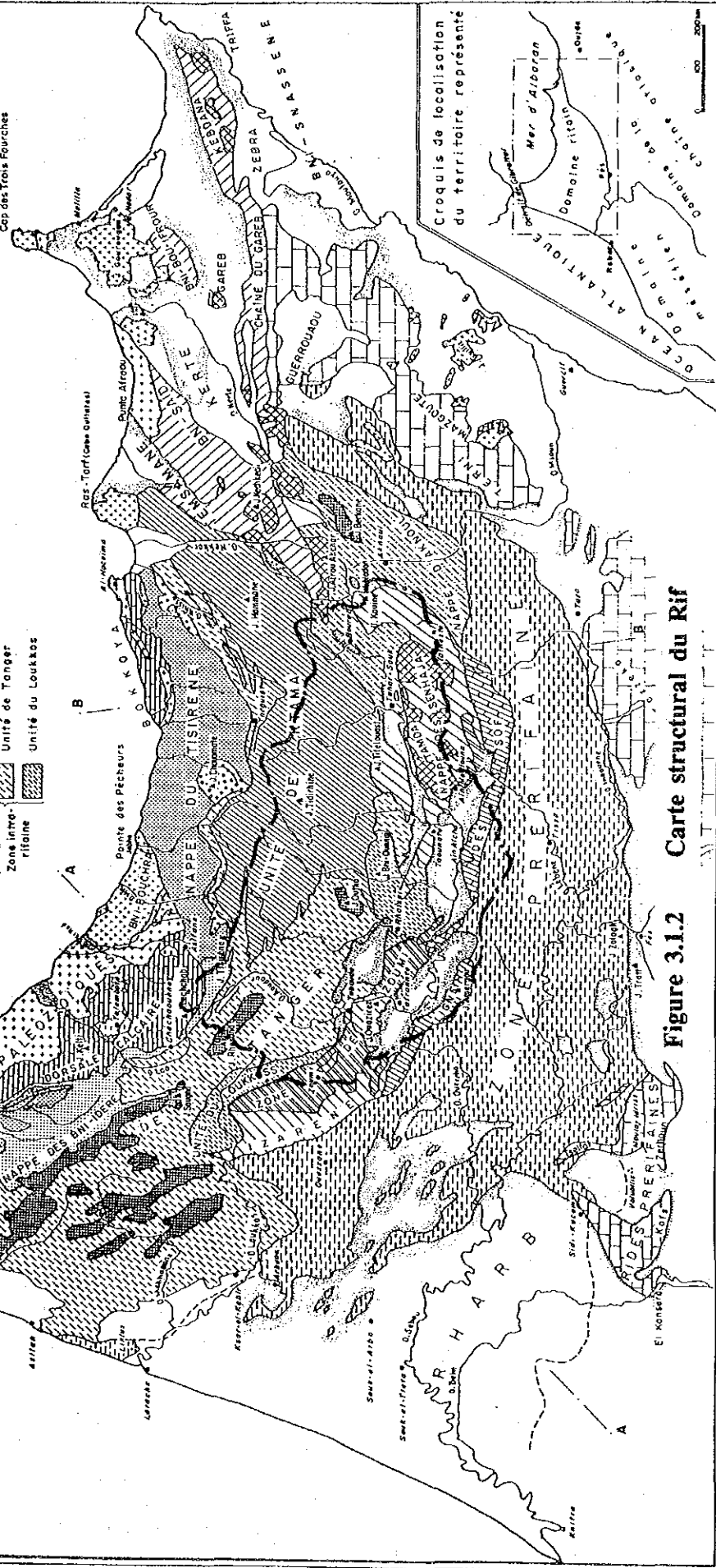


Figure 3.1.2 Carte structurale du Rif

Epoque		Profil stratigraphique	N°	Roche	Epaisseur		
Cénozoïque	Quaternaire	Holocène	A	Graviers, sables		Couche quaternaire	
		Diluvium	←q1 ←q2 ←q3 ←q4 ←q5 ←q6	graviers			
	Tertiaire	Pliocène ~ Miocène supérieur	M - P	Marnes	2,000 m	Roches sédimentaires récentes	
			M <sub>4c</sub>				
		Miocène moyen ~ inférieur	M <sub>4a</sub>	Marnes	1,000 m		
			M <sub>1</sub>	Flysh (altern. grès et argiles, domin. argite) Calcaires			
		Eocène moyen ~ Paléocène ~ éocène inférieur	Em-g	Marnes			
	Ei	Environ					
	Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Cs	Marnes	1,500 m	Roches sédimentaires anciennes
			Moyen	Cm	Calcaires et marnes		
Inférieur			Cf	Flysh (altern. grès et argiles à domin. argiles)			
Jurassique		Jurassique sup.	Jc	Calcaires	3,500 m		
			Jf	Flysh (alternances de grès et d'argiles, à dominante d'argile)			
		Lias ~ Dogger	Ls - Jm	Argiles (accompagnés en partie de marnes)			
		Jurassique inf. ~ moyen	Lim	Calcaires et dolomites			
Triasique		T	Argiles (accomp. couche épaisse gypse et sel gemme), roch. volcan.				
Trias inférieur	S	Roches de soubassement		Socle			

Figure 3.1.3 Stratigraphie

La couche de sédiments du quaternaire est inférieure à 6 m d'épaisseur. Sur les 8 sites de barrages moyens et de petits barrages dont l'épaisseur est comprise entre 6~10 m, 4 sites sont sur une couche d'alluvions de terrasse, 1 sur des sols glissants (n° 9), 3 sur du gravier de rivière (n°5, n° 19 et P-C-4).

On peut considérer que tous les sites de l'inventaire présentent une distribution des roches de fondation des barrages et une épaisseur de couche de sédiments similaires à ceux des sites représentatifs.

1) Fondations donnant une bonne assise de barrage

- socle faiblement altéré
- socle constitué de couches imperméables
- formation anciennes de failles et de zones de fracture où même les zones de fractures sont consolidées.

2) Le fond de fouille des fondations des barrages est très différent selon l'épaisseur de la couche sédimentaire (graviers du lit des rivières, terrasses de graviers, éboulis).

3) Sur quelques sites de barrages la fondation rocheuse est constituée par des roches perméables ou fissurées. Il faudra donc effectuer une investigation sur la perméabilité des sites.

- comme roches perméables on retrouve du gravier moyen dans les formations sédimentaires récentes et des roches pyroclastiques d'époque inconnue.
- comme roches fissurées on retrouve des calcaires et des grès solides fissurés en surface.

Les roches qui constituent les fondations des barrages appellent les observations suivantes :

1) Roches argileuses moyennement solides (schistes et marnes solides)

Ces roches constituent un excellent terrain de fondation pour les barrages de la région étudiée, d'autant qu'il n'y a pas de problème de résistance ou de perméabilité. En outre la couche d'altérations est en général mince (1~3 m).

2) Roches argileuses, roches tendres (marnes)

La consolidation de ces roches est beaucoup moins importante que celle des roches argileuses moyennement solides 1); elles sont par conséquent classées dans les roches tendres. Il n'y a pas de sites de barrages moyens sur ces formations, mais uniquement des sites de petits barrages et de lacs collinaires.

Ces roches constituent un bon terrain de fondation après les roches argileuses moyennement solides 1) et ne présentent pas de problème de résistance et de perméabilité. Dans de nombreux cas, la couche d'altérations a une épaisseur de 1 à 3 m.

3) Grès du tertiaire

Comme terrain de fondation des barrages, ces roches offrent en général un socle de bonne résistance et de bonne perméabilité, mais il faudra être particulièrement attentif aux couches perméables et au terrain glissant intercalés par endroits.

#### 4) Calcaires

Les fissures et les interstices entre les roches calcaires servent de galerie de passage de l'eau. Ces éléments devront être analysés et étudiés lors du choix des sites.

#### 5) Tufs

Ne présentent pas de problème de résistance ou de perméabilité, mais par endroits des grès tufeux s'intercalent ; en de nombreux points et sur des reliefs anciens les altérations sont épaisses le long des failles et des zones de fracture. Compte tenu de la prédominance de ce phénomène, lors du choix du site il faudra réaliser des études géologiques détaillées incluant éventuellement des études sismiques.

### (2) Matériaux de construction des digues

La disponibilité des matériaux en terre et des matériaux rocheux pour la construction des digues est un facteur tout à fait essentiel. Sur les 50 sites représentatifs, les types de matériaux rocheux et les distances d'approvisionnement ont été analysés. La moitié des roches sont des calcaires, le quart soit des grès solides et des graviers de rivière, ou des graviers de terrasses. Les distances de transport sont de 2 km maximum dans 71 % des cas, de 2 à 5 km dans 16 % des cas, au delà de 5 km dans 13 % des cas.

La répartition des types de matériaux rocheux et les distances d'approvisionnement peuvent être considérées comme voisines pour l'ensemble des sites de barrages du bassin versant.

En ce qui concerne les graviers du lit des rivières et des terrasses, on constate des différences importantes de qualité de roche, de diamètre et de conditions d'emprunt selon les sites. Il faudra donc faire une étude approfondie des matériaux, et fixer une stratégie de base pour la planification des barrages visant à sélectionner les sites d'emprunt, les types de barrages, etc.

## **3.2 Hydrométéorologie**

### **3.2.1 Climat**

#### **(1) Stations météorologiques et données disponibles**

La région étudiée se situe entre  $34^{\circ}20'$ ~ $35^{\circ}10'$  de latitude Nord et  $3^{\circ}50'$ ~ $5^{\circ}30'$  de longitude Ouest, avec des élévations comprises entre 100 m et 2.500 m d'altitude. La distance entre la ligne de partage des eaux au Nord et la Méditerranée est de 30 km, la distance à l'Ouest jusqu'à l'Atlantique est de 100 km. Le climat est de type méditerranéen avec des concentrations de pluies en hiver et des étés secs.

La région couverte renferme d'importantes richesses hydrauliques naturelles, mais avec les années, les formes de pluviométrie se modifient et les volumes de débit se dispersent.

Il existe neuf stations hydrologiques dans le secteur étudié, qui relèvent également les données pluviométriques ; deux d'entre elles (M'Jaara, Ourtzagh) font également des relevés climatologiques. Sur la région ou dans ses environs, il existe une vingtaine de stations pluviométriques, et les relevés climatologiques sont aussi effectués dans la station voisine de Ouled Yacoub. Les données climatologiques sont utilisables sur une décennie, les données pluviométriques sur trois décennies.



## (2) Eléments climatologiques

Les valeurs moyennes des éléments climatologiques relevés à la station de Ourtzagh le long de l'Ouergha dans la partie sud-ouest de la région sont indiquées au tableau 3.2.1 ci-dessous.

Tableau 3.2.1 Récapitulatif des données climatologiques (1956 - 1989)

	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Moyenne
<b>Température (°C) (1964 - 1989)</b>													
Moyenne mensuelle	26,2	20,4	16,0	12,1	11,4	13,0	15,0	16,5	19,9	24,5	28,3	28,8	19,3
Maxima	33,5	27,0	21,3	17,1	16,8	17,9	20,8	22,0	26,3	31,8	36,6	36,8	25,7
Minima	19,0	14,5	10,4	6,9	6,1	8,1	9,3	11,0	13,7	17,2	19,9	21,0	13,1
<b>Pourcentage d'humidité (%) (1982 -1990)</b>													
Moyenne mensuelle	49	59	72	72	75	74	69	70	64	56	46	49	63
Maxima	69	78	86	87	90	87	87	88	82	78	68	71	81
Minima	29	39	57	57	60	60	50	51	45	35	25	27	45
<b>Evaporation (1975 - 1989)</b>													
(mm)	225	138	76	47	49	49	90	105	145	220	284	268	1697
<b>Vitesse du vent (m/sec) (1966 - 1989)</b>													
Moyenne mensuelle	1,63	1,81	1,92	2,09	2,06	1,86	1,83	1,53	1,46	1,52	1,66	1,63	1,75
<b>Durée d'insolation (1977 - 1989)*</b>													
(heure)	252	225	162	183	129	130	238	196	248	280	308	292	2642
<b>Précipitations mensuelles (1956 - 1989)</b>													
(mm)	12	57	101	130	112	109	92	81	41	13	3	1	752

\* Station Ouled Yacoub

### Températures

La moyenne des T° mensuelles relevées à la station Ourtzagh est comprise entre 11,4 °C en janvier et 28,8 °C en août, soit une moyenne annuelle de 19,3 °C. Les maxima pour chaque mois se situent entre 16,8 °C et 36,8 °C, et les minima diurnes entre 6,1 °C et 21,0 °C. Les températures maxima dépassent 45 °C en été alors que l'hiver les minima sont quelquefois au-dessous du point de congélation. Dans les régions montagneuses, les températures baissent en fonction de l'altitude, et sur les hauteurs on observe des amoncellements de neige en hiver.

### Hygrométrie

Le taux d'humidité relevé à Ourtzagh se situe entre 49 % et 75 %, l'hiver étant plus humide que l'été. La fourchette des moyennes mensuelles des maxima et des minima est de 68 % ~ 90 %, et de 25 % ~ 60 % respectivement.

### Evapotranspiration

Les mesures effectuées selon la méthode Colorado à Ourtzagh indiquent des fluctuations importantes avec des valeurs allant de 47 mm en décembre à 284 mm en juillet, et une valeur annuelle de 1.700 mm environ. Entre avril et octobre, l'évapotranspiration dépasse le volume des précipitations moyennes.

### Vents

La vitesse moyenne des vents relevée à Ourtzagh est de 1,75 m/s avec des moyennes mensuelles de 1,46 m/s en mai et 2,09 m/s en décembre. Le vent d'Est sec appelé « Chergui » souffle dans la partie Est de la région étudiée, surtout dans la province de Taza.

### Ensoleillement

Les relevés d'insolation de la station Ouled Yacoub donnent 2.640 heures d'ensoleillement par an. Les différences sont de l'ordre de 129 heures en janvier et 308 heures en juillet.

## **(3) Précipitations**

### **1) Caractéristiques et débits annuels**

A cause de l'influence des hautes pressions de latitude moyenne, le Nord du Maroc, dont la région de l'étude, est assez peu arrosé. En hiver, les basses pressions qui se forment dans la zone des lignes du

front polaire apportent la pluie ou la neige. D'après les relevés de la station d' Ourtzagh, plus de 80 % des précipitations moyennes annuelles sont concentrées sur six mois entre novembre et avril. En août et septembre, on ne peut plus espérer de pluies (4 % des précipitations moyennes).

Comme nous le voyons sur le diagramme de la figure 3.2.1, les volumes de précipitations sont importants dans le Nord de la région, de l'ordre de 1.000 mm à 1.400 mm avec des valeurs de 1.800 mm par endroits. Sur les collines et les replats qui longent l'oued Ouergha au Sud et sur le bassin versant amont à l'Est, les précipitations sont de 600 mm à 1.000 mm. Les pluies se font plus rares à mesure que l'on se dirige vers l'Est. Les hauteurs de précipitations annuelles moyennes du bassin versant de la région sont de 1.020 mm.

Les fluctuations des précipitations relevées dans quelques stations pluviométriques à l'intérieur de la région de l'étude sont indiquées à la figure 3.2.2. Elles sont assez importantes d'une année sur l'autre. Pour connaître les cycles des séries chronologiques des précipitations, nous avons considéré la moyenne mobile de la figure 3.2.3. La figure montre des cycles de 8 ans ainsi que les tendances pluviométriques des années 1940 et celles du début de années 1960 aux années 1980.

## 2) Volumes des précipitations

D'un point de vue arbitraire (bassin versant ou secteurs bénéficiant de l'irrigation pour chaque barrage etc), les volumes de précipitations ont été calculés à partir des volumes de précipitations relevés sur les stations voisines. Les précipitations mensuelles moyennes obtenues à partir des données de chaque station sont indiquées au tableau ci-dessous.

**Tableau 3.2.2 Précipitations mensuelles moyennes du bassin versant**

	sept	oct	nov	déc	jan	fév	mar	avr	mai	juin	juil	août	Total
(mm)	13	74	138	185	160	149	120	106	53	17	2	2	1.019

### 3) Précipitations journalières et intensité des précipitations

Les précipitations journalières maxima d'une année sur les collines et sur les plaines qui longent l'Ouergha atteignent à peine 100 mm, alors que sur les régions de montagne elles dépassent souvent cette valeur. Certaines années on enregistre des hauteurs journalières de 200 mm.

Nous avons évalué l'intensité des précipitations nécessaire à l'analyse des crues à partir de deux méthodes, celle qui consiste à obtenir les volumes de précipitations maximum journaliers à partir des moyennes annuelles, et celle qui consiste à trouver l'intensité des précipitations sur une courte durée à partir des volumes journaliers.

#### (i) Calcul des précipitations journalières maxima

La méthode (PD-SBO) qui consiste à trouver les précipitations journalières maxima  $P(24, T)$  (mm) sur une période de retour de  $T$  années à partir des précipitations annuelles moyennes  $P_a$  (mm), introduit une nombre fixe (gradex) d'une répartition à valeur extrême (Gumbel).

$$P(24, T) = a'(T) \cdot P_a + b'(T)$$

$$a'(T) = 0,062 + 0,024 \cdot u(T)$$

$$b'(T) = 10 + 3,7 \cdot u(T)$$

$u(T)$  est un nombre variable à valeur extrême de base,  $a'(T)$ ,  $b'(T)$   
un nombre fixe déterminé par  $T$ .

(ii) Intensité des précipitations

La formule qui sert à trouver l'intensité des précipitations  $I$  (mm/h)  
d'une durée continue  $t$  (h) à partir des précipitations journalières  
 $P$  (24 mm) est la suivante :

$$I = P(24) / 24 \cdot (24/t)^n \quad \text{ici } n = 1/2 \text{ on obtient}$$
$$I = 0,204 \cdot P(24) \cdot t^{-0,5}$$

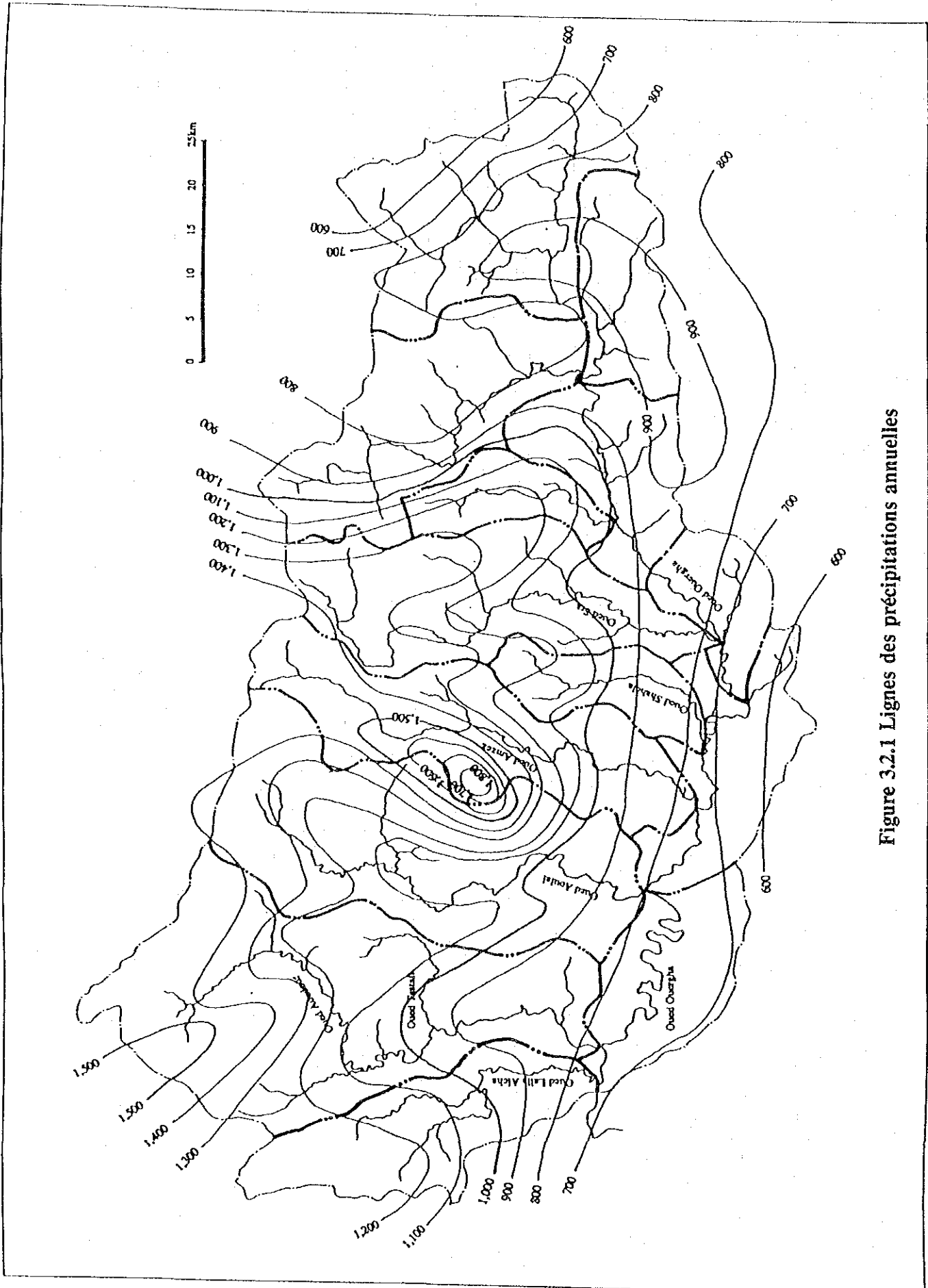


Figure 3.2.1 Lignes des précipitations annuelles

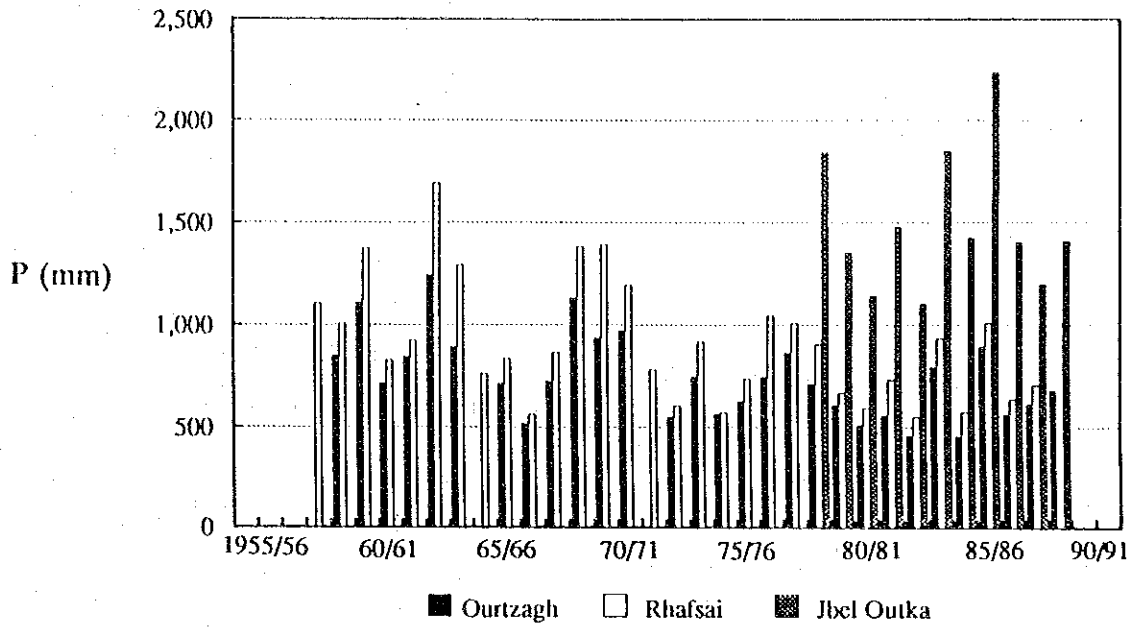


Figure 3.2.2 Hauteur relative des précipitations annuelles

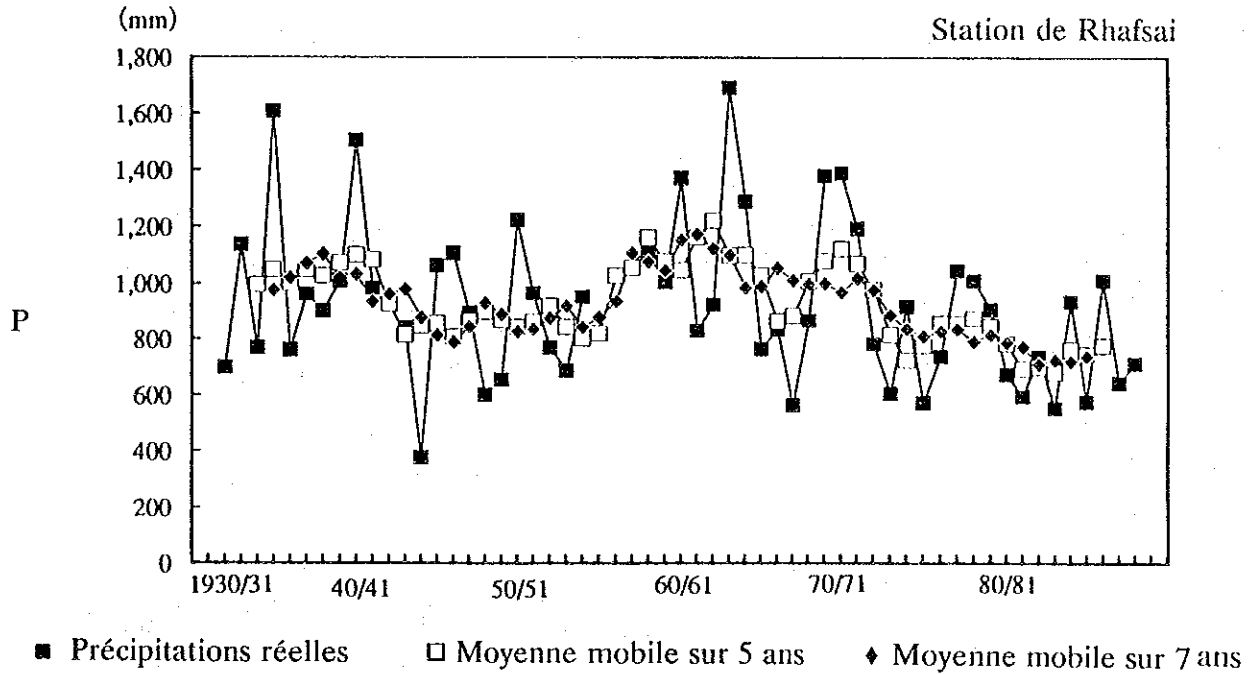


Figure 3.2.3 Moyenne mobile et séries chronologiques des précipitations annuelles

### 3.2.2 Hydrologie

#### (1) Bassin versant et données hydrologiques

##### 1) Bassin versant

Le bassin versant occupe 1 % de la superficie totale du territoire marocain, et reçoit 13 % des écoulements. L'oued Ouergha, même si la superficie du bassin versant de l'Ouergha à la jonction du fleuve Sébou est de 7.300 km<sup>2</sup>, soit à peine 19 % de l'ensemble du bassin versant du Sébou, est un cours d'eau très important puisque son débit de pointe lors des grandes crues est supérieur à celui du Sébou. Il faut souligner que l'Ouergha est entouré par les montagnes du Rif au Nord et les collines pré-rifaines au Sud. Le bassin versant du site de M'Jaara, divisé en 14 sous-bassins reportés à la figure 3.2.4, est de 6.153 km<sup>2</sup>.

La différence des débits saisonniers entre les périodes très arrosées d'hiver et les périodes sèches d'été est relativement importante. Pendant la saison des crues, les oueds sortent de leur lit et inondent les terres cultivées des deux côtés de la rive. Mais comme sur ces secteurs les plantations d'agrumes dominent et que la durée des inondations est relativement courte, les dégâts ne sont pas trop dramatiques. Les crues causent des problèmes sur la rive gauche en amont de l'An Aïcha et sur une partie des cuvettes.

##### 2) Stations hydrologiques et données utilisables

Sur les 9 stations hydrologiques de la région de l'étude qui disposent de données sur 35 années, 6 stations (M'Jaara, Tafrant, Ourtazagh, Rhafsai, Pont du Sker et Bab Ouender) disposent de données sur des périodes relativement longues.



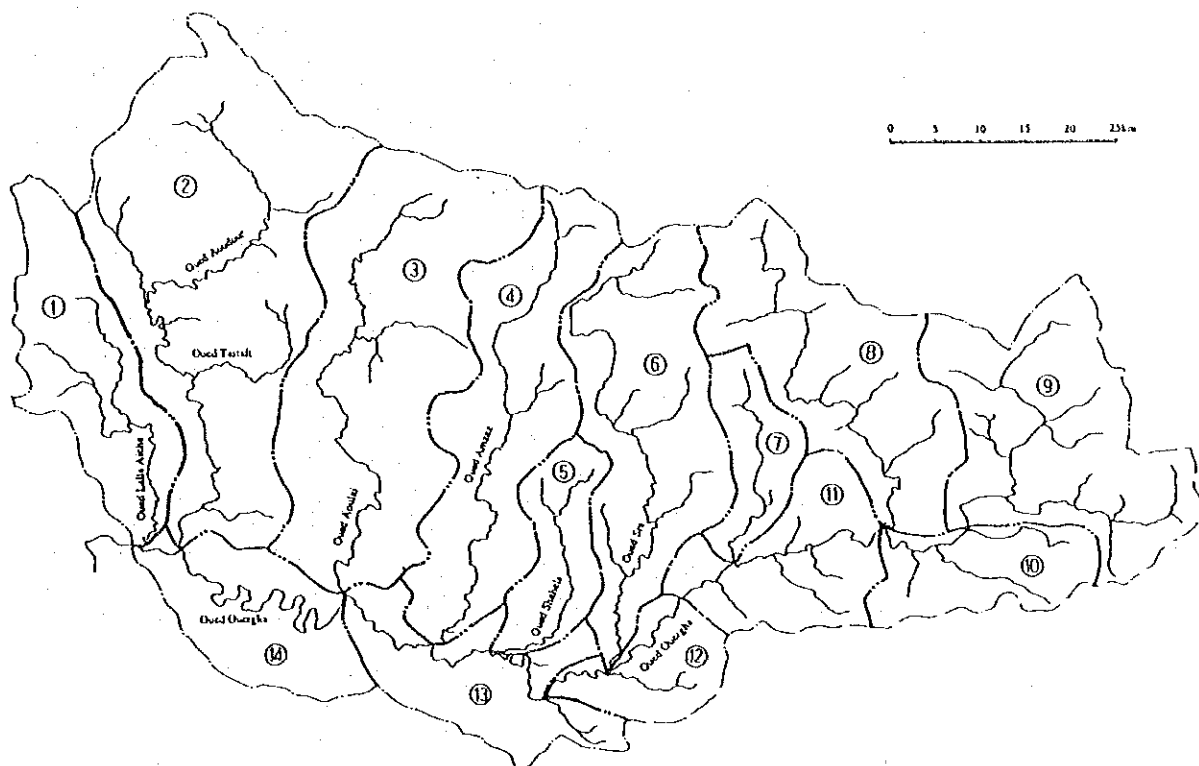


Figure 3.2.4 Division du bassin versant de l'ouerga

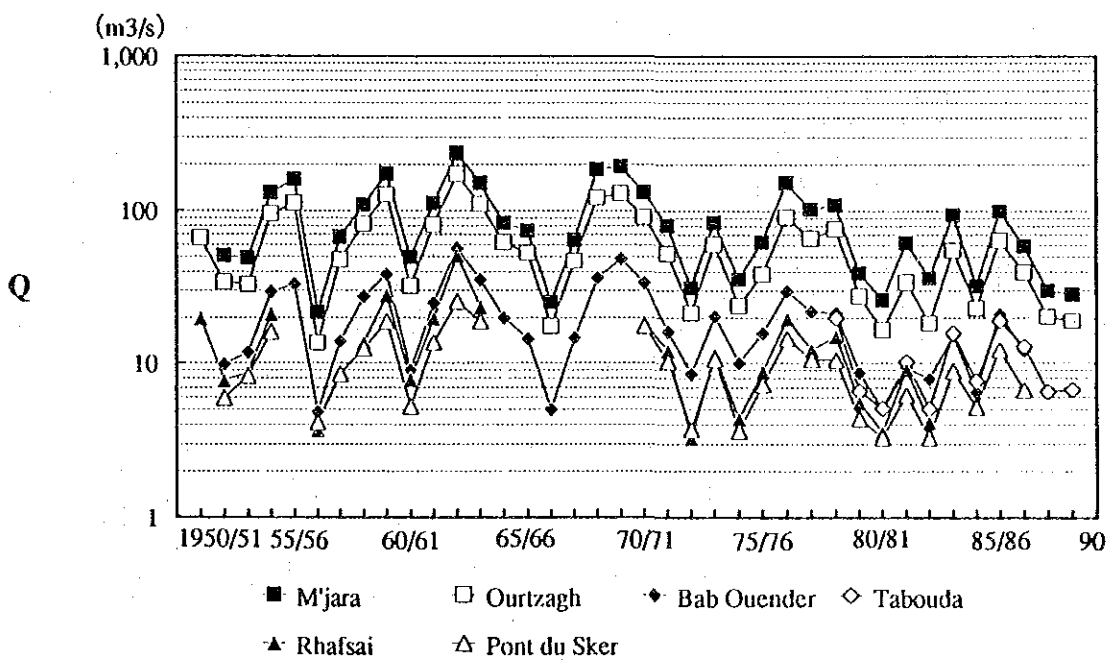


Figure 3.2.5 Diagramme comparatif des débits annuels moyens

Dans les 9 stations du bassin de l'Ouergha, on effectue les relevés de niveau 3 fois par jour en principe. La fréquence est portée à une fois toutes les heures voire toutes les demi-heures quand il pleut, et les données sont transmises à Rabat.

## (2) Analyse des débits

### 1) Débits annuels

Les débits annuels moyens ou les volumes d'écoulements annuels sont extrêmement variables d'une année sur l'autre. Comme nous le voyons dans l'exemple de la figure 3.2.5, il peut y avoir un rapport de 1 à 10 entre les valeurs minima et les valeurs maxima.

Le tableau 3.2.3 indique les volumes d'écoulements sur une année pour chaque sous-bassin, obtenus à partir du calcul des écoulements mensuels. Le débit annuel moyen pour l'ensemble du bassin versant est de 91 m<sup>3</sup>/s, le débit spécifique annuel moyen est de 15 l/s/km<sup>2</sup>.

Tableau 3.2.3 Apports annuels moyens par sous-bassin

(moyenne de 1952/53 ~ 1986/87)

(Q = Mm<sup>3</sup>, H = mm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
Qté	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2.870
Hauteur	561	589	527	562	506	638	486	370	301	401	405	209	199	192	467

### 2) Apports et lame de ruissellement mensuels moyens

Conditions d'estimation des apports par sous-bassin :

- la durée d'observation des débits mensuels moyens, des débits journaliers et des précipitations mensuelles et journalières disponibles dans les principales stations est de 30 ans

- dans le bassin versant de la région de l'étude, il n'y a pas de grande retenue ou de réservoir d'acrêtement des crues
- la plupart des écoulements sont supposés être des écoulements superficiels
- l'unité retenue pour le plan d'irrigation est l'unité mensuelle

L'estimation part des postulats suivants :

- on prend comme base les écoulements mensuels ressortis à partir des débits mensuels des 6 stations principales.
- le total des écoulements mensuels de quelques sous-bassins coïncident avec les écoulements du confluent de l'ensemble des sous-bassins
- le total des volumes d'écoulements mensuels entre septembre et août de chaque sous-bassins coïncide aux écoulements annuels de la même année hydrologique.

Apports devant être mis en corrélation :

- Total des sous-bassins n° 1 à 14 ..... Volumes d'écoulements de M'jaara
- Total des sous-bassins n° 3 à 13 ..... Volumes d'écoulements de Ourtzagh
- Total des sous-bassins n° 7 à 11 ..... Volumes d'écoulements de Bab Ouender
- Apports du sous-bassin n° i ..... Apports des stations voisines x coefficient

En réalité, étant donné les différences de mesures, on ne peut pas mettre en évidence des rapports corrélatifs, mais si on calcule les écoulements de chaque sous-bassin avec une formule approximative, que l'on ajuste de manière à ce que tous les apports coïncident on peut estimer chaque volume d'écoulement mensuel. Les apports mensuels moyens obtenus par cette méthode pour tous les sous-bassins sont indiqués au tableau 3.2.4.

**Tableau 3.2.4 Ecoulements mensuels moyens des sous-bassins**

Durée : 1952/53 - 1986/87

(1.000.000 m<sup>3</sup>)

Sous-bassin	Sept 9	Oct 10	Nov 11	Déc 12	Jan 1	Fév 2	Mars 3	Avr 4	Mai 5	Juin 6	Juil 7	Août 8	Année
1	0,26	2,53	10,49	38,54	50,89	50,84	37,54	24,08	13,01	2,81	0,56	0,25	231,8
2	0,69	6,76	28,06	103,1	136,0	136,0	100,5	64,43	34,80	7,52	1,51	0,66	620,1
3	0,67	5,05	19,76	64,05	100,1	99,75	77,53	48,73	26,02	6,16	1,50	0,58	449,9
4	0,48	3,61	14,14	45,83	71,59	71,38	55,48	34,87	18,62	4,41	1,07	0,42	321,9
5	0,25	1,27	4,31	14,08	18,54	19,70	17,38	11,95	7,16	2,13	0,60	0,25	97,6
6	0,89	4,56	15,48	50,52	66,62	70,70	62,40	42,90	25,67	7,66	2,14	0,88	350,4
7	0,54	1,47	3,12	10,83	14,65	14,73	13,27	10,08	5,58	2,10	0,86	0,49	77,7
8	1,26	3,42	7,29	25,27	34,19	34,37	30,96	23,53	13,01	4,90	2,00	1,14	181,4
9	1,17	3,18	6,77	23,47	31,75	31,92	28,75	21,85	12,08	4,55	1,85	1,06	168,4
10	0,59	1,59	3,38	11,73	15,87	15,96	14,37	10,92	6,04	2,28	0,93	0,53	84,2
11	0,95	2,57	5,47	18,95	25,64	25,78	23,22	17,65	9,76	3,68	1,50	0,86	136,0
12	0,21	0,61	1,34	4,60	5,89	6,19	5,60	4,21	2,33	0,85	0,34	0,19	32,4
13	0,19	0,81	2,52	9,21	12,18	13,02	10,96	7,40	4,13	1,17	0,37	0,19	62,2
14	0,14	0,75	2,48	8,83	11,77	12,10	9,34	6,09	3,63	1,03	0,29	0,13	56,6
Total	8,28	38,17	124,6	429,1	595,7	602,5	487,3	328,7	181,8	51,2	615,50	7,63	2870,5

En ce qui concerne les apports mensuels Am des bassins versants des barrages, on corrige les apports de chaque sous-bassin par rapport aux superficies irriguées en tenant compte du rapport entre les précipitations annuelles moyennes du bassin du barrage considéré et les précipitations annuelles moyennes du sous-bassin qui renferme le bassin de ce barrage.

### (3) Analyse des crues

Pour calculer les débits maxima sur une année (débits de pointe), on utilisera des méthodes simples et pratiques pour chacune des différentes étendues de bassin versant qui feront l'objet du calcul, en raison de l'importante diversité des superficies des bassins versants du vaste secteur de la région étudiée (6.153 km<sup>2</sup>), allant de 1 km<sup>2</sup> à 500 km<sup>2</sup>.

- i)  $S > 50 \text{ km}^2$  :  
pour la plupart barrages moyens et sous-bassins

On utilisera en principe la méthode du gradex modifié indiquée dans le rapport PD-SBO du Maroc. Cependant, on corrigera la méthode de calcul d'une partie de l'Ouergha, à partir des vérifications et analyses de données du bassin versant de l'Oued Ouergha.

- ii)  $S \leq 50 \text{ km}^2$  :  
sites de petits barrages, lacs collinaires et une partie des barrages moyens

On utilisera la méthode rationnelle lorsque les données topographiques du bassin versant auront été vérifiées comme dans le cas des secteurs des études de pré-faisabilité. Les calculs seront effectués avec la formule italienne Giandotti qui évalue le temps de concentration des crues, et vérifiés avec la formule des débits spécifiques.

### (4) Apports solides

#### 1) Méthodologie

Les charges en suspension relevées dans les stations hydrologiques donnent des valeurs très différentes pour des teneurs en sables identi-

ques, avec les valeurs les plus fortes en début de saison pluvieuse. La force des pluies, les écoulements de surface, les débits de base et le couvert végétal sont des facteurs d'influence, mais on n'observe pas de corrélation nette pouvant faire ressortir une formule corrélatrice entre les débits et la teneur en sable ou encore entre les débits et les sédiments. Les sédiments spécifiques (apports solides flottants) de l'année 1964, qui est une année relativement moyenne, indiqués au § 3.9 « conservation des bassins versants » s'élèvent à 2.000 t/km<sup>2</sup> /an. La plupart des apports solides se produisent pendant les crues, et sont quantitativement insignifiants pendant les périodes sèches.

On recherche d'abord les sédiments annuels moyens de chaque sous-bassin sur la base des stipulations ci-dessus pour ensuite rechercher la formule des sédiments pour les bassins versants des barrages à l'intérieur de chaque sous-bassin. Les sédiments de chaque sous-bassin sont répartis pour que le total soit égal aux sédiments de M'Jaara. Les charges en suspension et les charriages de M'Jaara sont estimés à 2.000 ~ 2.500 t/km<sup>2</sup> /an. La répartition sur les différents sous-bassins est effectuée proportionnellement à chaque station. Les facteurs qui influencent le volume des sédiments sont la végétation, la géologie, la topographie et les différences d'altitude.

## 2) Méthode de calcul

### i) Apports solides de chaque sous-bassin

$$A_s = DS \cdot S = DSL \cdot L_r \cdot S$$

$$DSL = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot h^{0.5}$$

$A_s$  : Apports solides annuels moyens (m<sup>3</sup>/an, t/an)

$DS$  : Apports solides spécifiques annuels moyens  
(m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an, t/km<sup>2</sup>/an)

- DSL, K : Apports solides spécifiques annuels moyens pour chaque lame de ruissellement (hauteur d'écoulement)  
(m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/mm/an, t/km<sup>2</sup>/mm/an)
- L<sub>r</sub> : Lame de ruissellement annuelle moyenne (mm/an)
- k<sub>o</sub>, k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> : coefficient des équivalents unitaires, de végétation, de géologie et de topographie.
- S : Superficie du bassin-versant (km<sup>2</sup>)
- h : Différence entre l'altitude moyenne et l'altitude minimum du bassin

Les apports solides annuels moyens des sous-bassins (1.000 m<sup>3</sup>/an) sont indiqués au tableau ci-dessous, ainsi que DSL = k (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/mm/an), DS (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an) pour une densité unitaire de 1,5 t/m<sup>3</sup>.

Tableau 3.2.5 Apports solides annuels moyens par sous-bassin

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Moyenne
															Total
DSL	2,62	3,40	2,87	2,55	2,67	2,61	3,38	5,56	6,52	4,37	2,70	1,94	1,80	1,91	3,28
DS	1.470	2.000	1.510	1.430	1.350	1.670	1.640	2.060	1.960	1.750	1.090	400	360	370	1.530
A	610	2.110	1.290	820	260	920	260	1.010	1.100	370	370	60	110	110	9.400

## ii) Apports solides des bassins de barrage

$$A_s = DS \cdot S = k_e \cdot DSL \cdot L_r \cdot S \quad DSL = K$$

DSL, L : Apports solides spécifiques par lame de ruissellement unitaire fixée pour chaque sous-bassin en (i)  
(m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/mm/an, t/km<sup>2</sup>/mm/an)

k<sup>e</sup> : Degré d'érosion normale de chaque sous-bassin normalement fixé à 1  
(0,8~1,2)

## (5) Qualité de l'eau

L'observation des débits et l'analyse de qualité de l'eau (pH, CE) ont été effectuées en juillet 1991 (saison sèche), et en novembre et décembre 1991

(petits débits dûs aux faibles pluies). L'emplacement des observations et les résultats sont indiqués en annexe A2. Les eaux de rivières et les eaux jaillissantes ont un pH de 8 à 9 et sont alcalines. Dans la plupart des cas, la conductivité électrique des eaux de source est de 0,2 à 1,2 mS/cm, celle des eaux de surface de 0,2 ~ 4 mS/cm, avec par endroit une valeur supérieure à 20 mS/cm. A Ketama, vers le sud, la valeur descend à moins de 0,1 mS/cm. Une partie des eaux du lit des rivières présenteraient une forte teneur en sel, avec des accumulations de sel blanches dans le lit, alors qu'en amont dans les montagnes du nord, la densité de sel est relativement faible.

D'après la classification du laboratoire de salinité US, l'eau analysée équivaut à une eau faiblement salée C1 à très fortement salée C4. Si l'on se reporte aux résultats d'analyse des sols, on peut estimer que les ions Ca sont nombreux dans les eaux de surface, et si l'on tient compte du fait que la période d'investigation correspond à la période où la teneur en sel est la plus élevée, la plupart des secteurs, y compris le nord, n'ont pas de problème de salinité particulièrement grave.

### 3.2.3 Possibilités d'exploitation des ressources hydrauliques par sous-bassin

#### (1) Spécificité des sous-bassins

Les volumes hydrauliques des sous-bassins sont indiqués au tableau 3.2.6. La lame de ruissellement annuelle moyenne  $L_r$  et le pourcentage d'apports solides sur une longue durée  $C$  ( $=L_r/P_a$ ), les précipitations annuelles moyennes  $P_a$  et le coefficient  $L_r$  sont étroitement liés.

$$C (\%) = 0,056 \cdot L_r + 19 \quad (\text{coefficient de corrélation} = 0,94)$$

$$L_r = 0,76 \cdot (P_a - 405) \quad (\text{coefficient de corrélation} = 0,95)$$



D'après ces résultats, les 14 sous-bassins se divisent en trois groupes :

- N° 1 ~ N° 7 : Montagnes du nord où  $P_a$ ,  $L_r$  sont importants
- N° 12 ~ N° 14 : Plaines et collines des rives sud et secteurs à forte proportion de terres agricoles où  $p_a$ ,  $L_r$  sont faibles
- N° 8 ~ N° 11 : Secteur montagneux Est entre les deux autres.

Tableau 3.2.6 Total des volumes hydrauliques des sous-bassins

	Numéro du sous-bassin													Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
S (km <sup>2</sup> )	413	1053	853	573	193	549	160	490	560	210	336	155	313	295	6153
A (mil.m <sup>3</sup> /an)	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2870
A/A total	0,08	0,22	0,16	0,11	0,03	0,12	0,03	0,06	0,06	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	1,00
Q (m <sup>3</sup> /s)	7,3	19,7	14,3	10,2	3,1	11,1	2,5	5,7	5,3	2,7	4,3	1,0	2,0	1,8	91,0
q (l/s/km <sup>2</sup> )	17,8	18,7	16,7	17,8	16,0	20,2	15,4	11,7	9,5	12,7	12,8	6,6	6,3	6,1	14,8
L <sub>r</sub> (mm/an)	561	589	527	562	506	638	486	370	301	401	405	209	199	192	467
P <sub>a</sub> (mm/an)	1050	1150	1150	1250	1000	1200	1100	850	800	900	900	750	650	750	1020
c=L <sub>r</sub> /P <sub>a</sub>	0,53	0,51	0,46	0,45	0,51	0,53	0,44	0,44	0,38	0,45	0,45	0,28	0,31	0,26	0,46
ET=P-L	489	561	623	688	494	562	614	480	499	499	495	541	451	558	553

(2) Apports d'une année sèche sur une période de retour de T années

Le volume des apports d'une année sèche pour une période de retour de T années est défini par un pourcentage calculé avec la méthode des probabilités log-normales à partir du volume des apports annuels des sous-bassins sur 35 ans. (Les apports fréquentiels des sous-bassins sont indiqués au tableau A2.5.1 de l'annexe A2.)

Tableau 3.2.7 Apports d'une année sèche par sous-bassin (1 000 000 m<sup>3</sup>/an)

T (ans)	Numéro du sous-bassin														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
A (moyen)	232	620	450	322	98	350	78	181	168	84	136	32	62	57	2870
Af															
T= 2 ans	198	529	373	267	84	301	65	152	141	71	114	27	53	48	2424
T= 5 ans	114	305	210	150	50	179	36	85	79	39	63	15	29	27	1394
T= 10 ans	83	223	152	109	37	134	26	60	56	28	45	11	21	20	1023
T= 20 ans	63	169	114	82	29	104	19	45	42	21	34	8	15	15	779
T= 50 ans	45	120	80	58	21	77	13	31	28	14	23	5	10	11	560
T= 100 ans	35	93	62	44	17	61	10	23	21	11	17	4	8	8	439

### **3.3 Sols**

#### **3.3.1 Pédologie**

Cette étude a pour objet de planifier le développement agricole avec une série de petits et moyens barrages sur le bassin versant de l'oued Ouergha. Par conséquent l'étude pédologique est destinée à mettre en évidence la particularité des sols du bassin, pour obtenir les documents de base qui serviront à établir les plans d'irrigation et d'utilisation des terres.

L'administration marocaine ne dispose pas actuellement de carte pédologique couvrant l'ensemble du bassin, vaste étendue de 6.153 km<sup>2</sup>. Pour plus d'efficacité, compte tenu en particulier des objectifs de l'étude et de l'étendue du secteur considéré, nous avons estimé qu'il convenait de limiter l'étude pédologique aux secteurs irrigables du bassin versant (9 secteurs d'une superficie de 13.000 ha environ) plutôt que de considérer l'ensemble du bassin versant.

Au cours de l'étude sur le terrain, nous avons pris connaissance des documents pédologiques de l'étude du plan d'aménagement du bassin versant du Sébou, qui se trouve sur le secteur de l'étude actuelle, et qui a été effectuée en 1963-69. Nous avons donc également utilisé ce document comme référence en plus des éléments de notre étude.

#### **3.3.2 Présentation des sites de l'étude**

##### **(1) Relief**

Les différentes zones de l'étude sont presque toutes des plaines ou des champs en pente douce avec un gradient de 10 % maximum. Du point de vue de l'altitude, l'aval du bassin est entre 180 ~ 330 m et l'amont entre 850 ~ 1.080 m.