



**Renforcement de la recharge artificielle
de la nappe du Souss**

LES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA ET ROBLEMATIQUE POSEE



RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

5 provinces et préfectures

30.000 km²

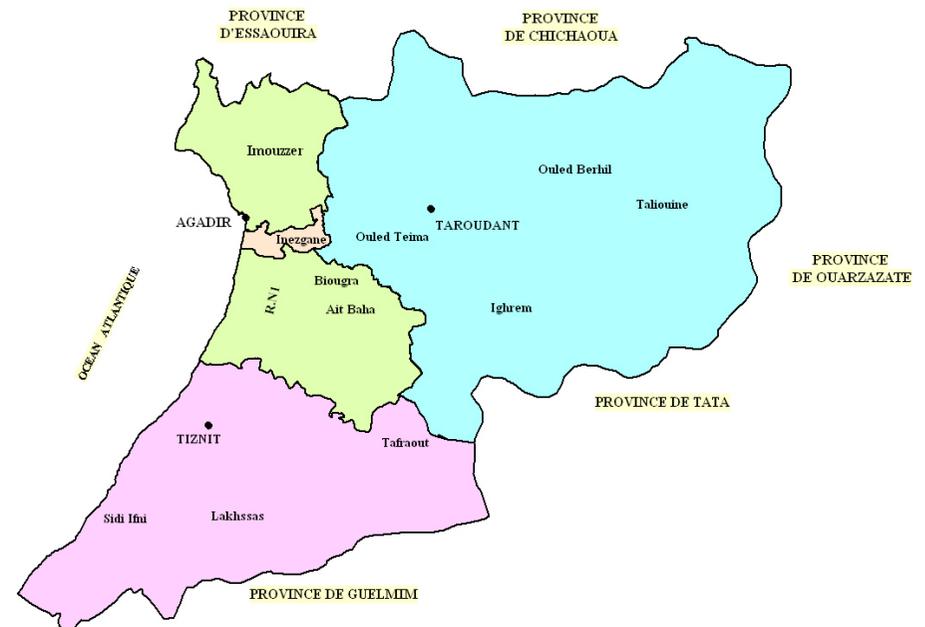
1,9 Millions d'habitants

-Agriculture

-Tourisme

-Pêche

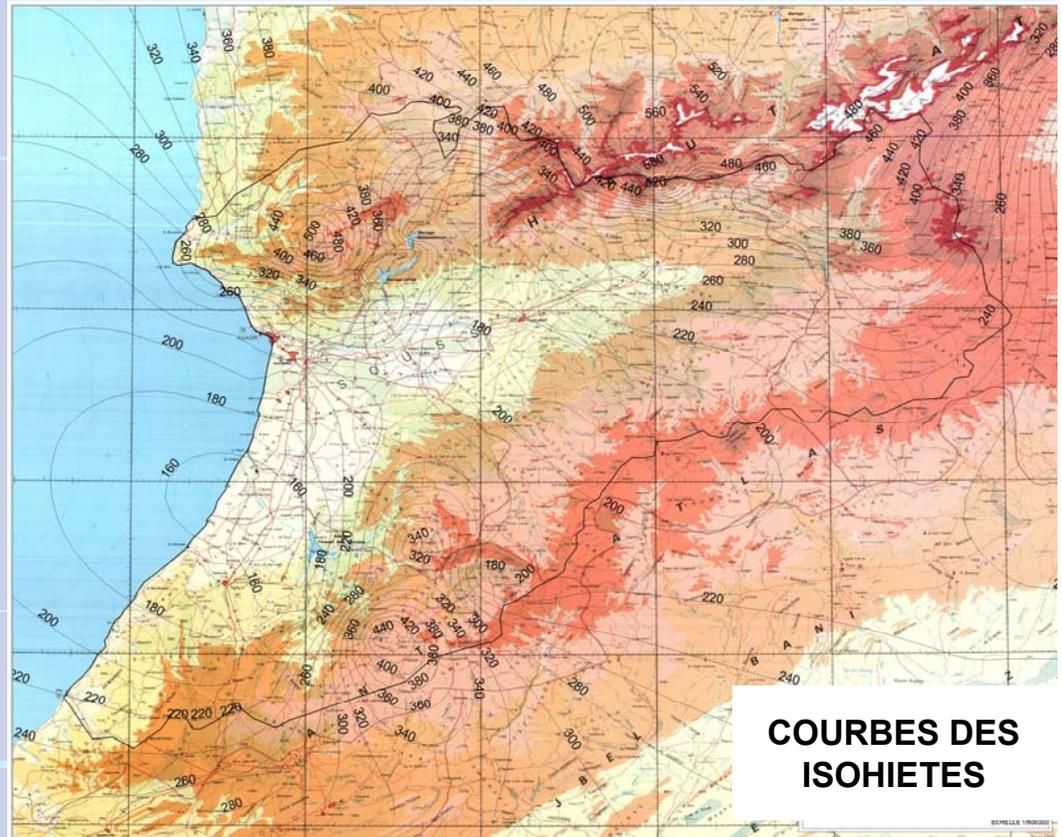
REGION DU SOUSS MASSA ET DRAA



RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA

CONTEXTE CLIMATIQUE

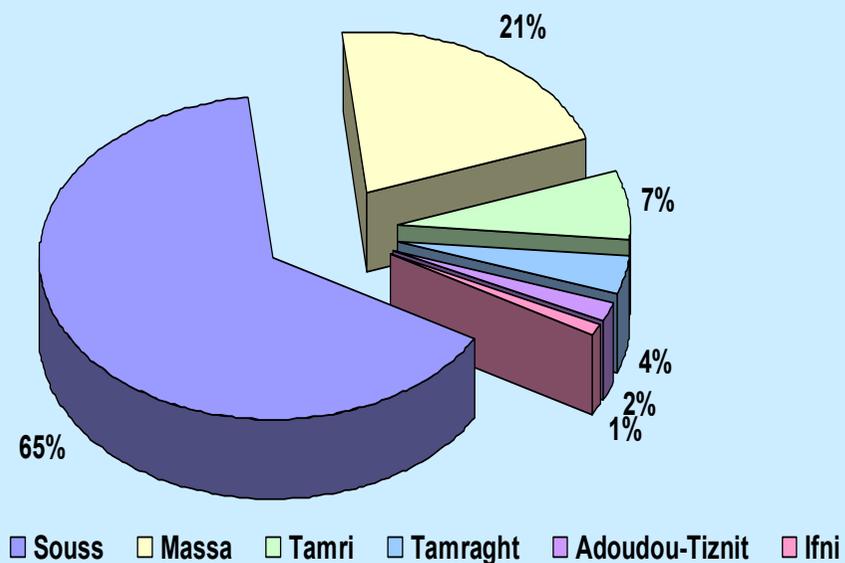
- **Climat de la région :**
Aride à semi aride, influencé par le relief, l'océan et le sahara
- **Précipitations :**
 - ✓ 30 jours en moyenne par an ;
 - ✓ 300 à 600 m dans le Haut Atlas ;
 - ✓ 200 mm dans la plaine du Souss et dans les vallées ;
 - ✓ 120 à 150 mm dans le Sud, et la province de Tiznit.
- **Chute de neige dans le Haut et l'Anti-Atlas**
- **Evaporation : 2000 à 3000 mm/an**



RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA

RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

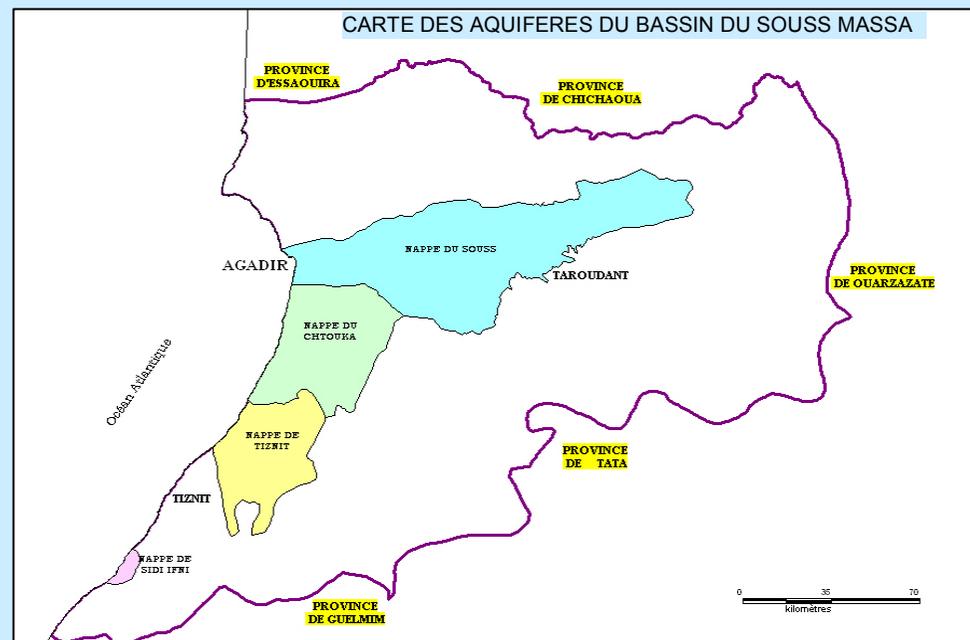
Bassin Versant	Apports moyens annuels (Mm ³ /an)	%
Souss	422	65
Massa	138	21
Tamri	50	7
Tamraght	25	4
Adoudou - Tiznit	11	2
Ifni	6	1



RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA

RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Nappes	Apports moyens annuels renouvelables (Mm ³ /an)	Qualité de l'eau
Souss	414	Bonne
Chtouka	40	Bonne
Tiznit	13.7	Bonne
Sidi Ifni	Faible	Médiocre
Totale	467.7	-



Nappes profondes :

- ✓ Turonien identifié par plusieurs forages dans la plaine du Souss
- ✓ Jurassique du Haut Atlas :
 - Identifié par le forage thermal Ait Lamine (région d'Agadir)
 - Non identifié à Tiznit (un forage de 900 m n'a pas atteint l'objectif)

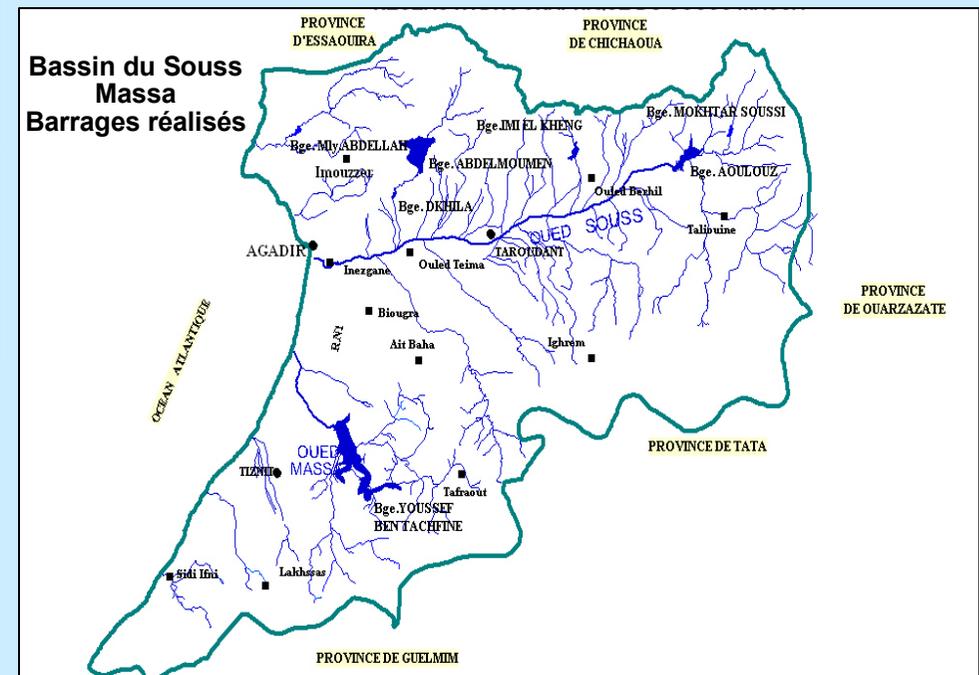


RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DU SOUSS MASSA

ETAT DE MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU

■ Bassin du Souss Massa

- ✓ Volume total mobilisé : 1.034 Mm³
 - 371 Mm³ eau de surface (36%)
 - 663 Mm³ eau souterraine (64%)
- ✓ Répartition selon l'usage :
 - Eau potable: 5%
 - Irrigation : 95 %
- ✓ Nombre de barrages réalisés : 8
- ✓ Volume des retenues : 797 Mm³
- ✓ Volume régularisé : 371 Mm³
- ✓ Nombre de lacs collinaires réalisés : 9
- ✓ Volume des retenues collinaires : 15 Mm³
- ✓ Nombre de canalisations de transferts réalisés : 6 (une en cours)



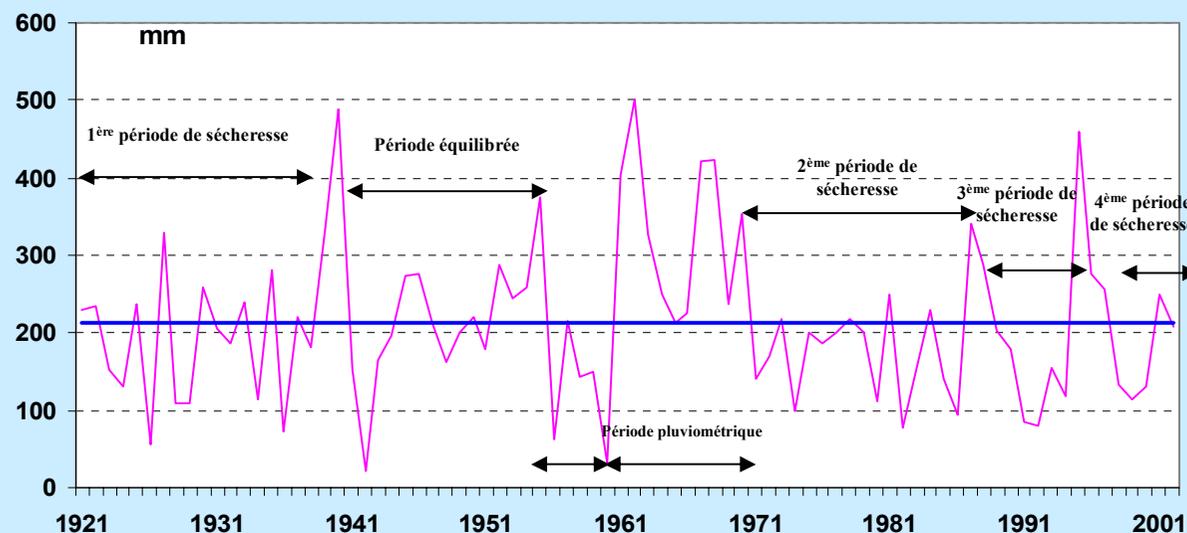
PROBLEMATIQUE POSEE



PROBLEMATIQUE POSEE

UN CONTEXTE CLIMATIQUE DEFAVORABLE

- Précipitations faibles et irrégulières
- Répartition inégale dans le temps et dans l'espace
- Périodes de sécheresse assez longues et fréquentes



Précipitations annuelles au poste de Taroudant

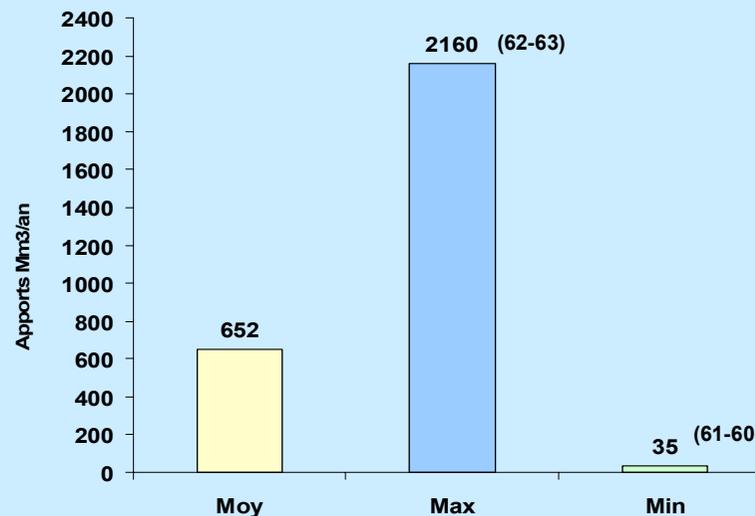
SÉCHERESSE : DONNEE STRUCTURELLE



PROBLEMATIQUE POSEE

UNE GRANDE VARIABILITE DU POTENTIEL EN EAU DE SURFACE

- Ressources en eau de surface très limitées et irrégulières ;
- Apports épisodiques et violents ;
- Répartition inégale des ressources en eau entre amont et aval.

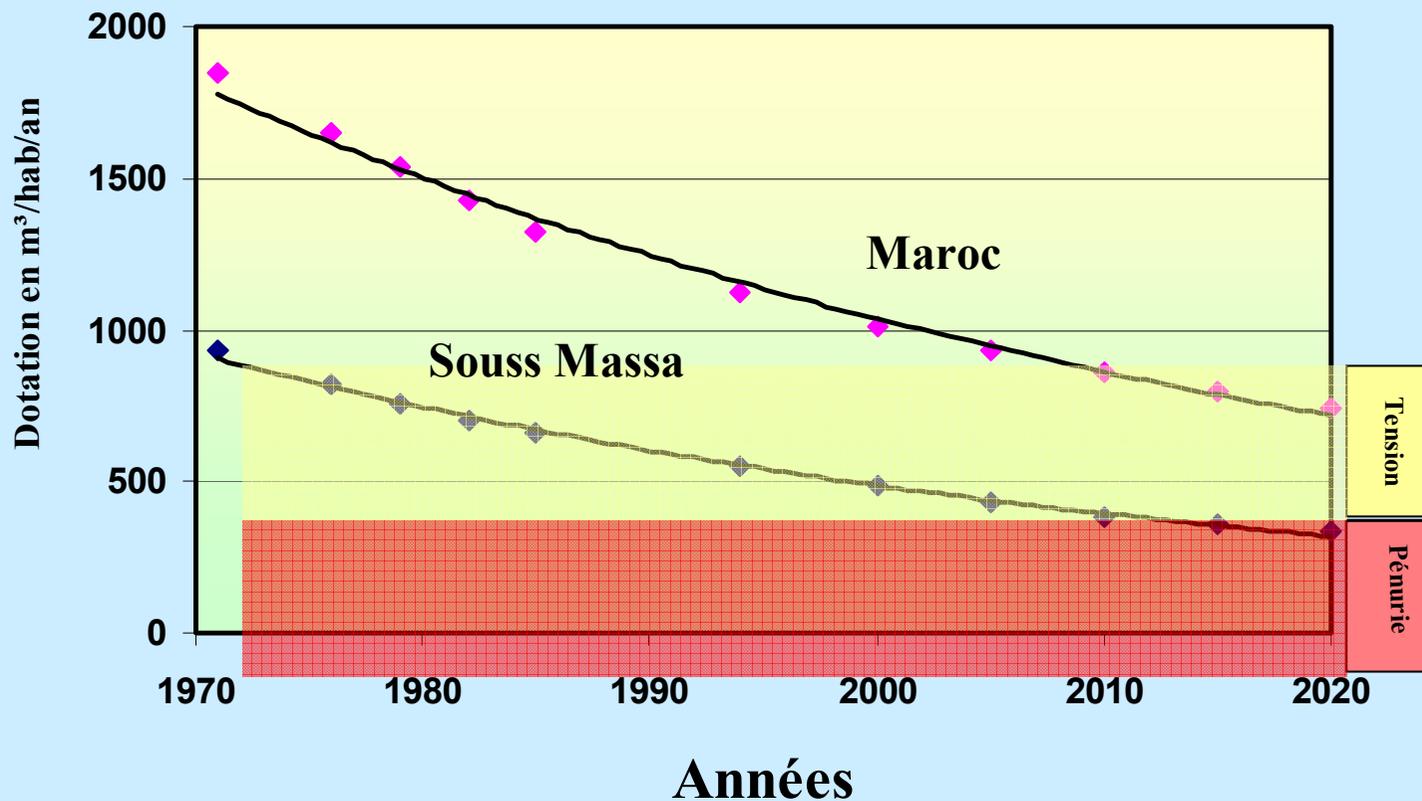


**Apports en eau de surface
assin du Souss Massa**



PROBLEMATIQUE POSEE

UN POTENTIEL LIMITE EN EAU



PROBLEMATIQUE POSEE

L'INEXISTENCE DES EAUX SOUTERRAINES DANS CERTAINES REGIONS ET PROBLEMES DE SALINITE DES EAUX SOUTERRAINES

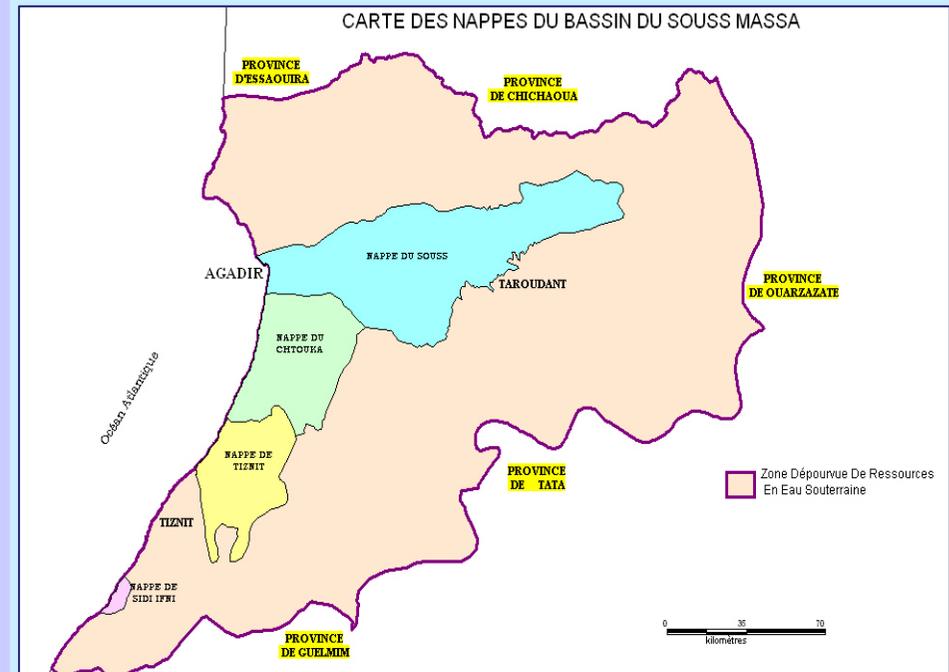
➤ 75 % de la zone est dépourvue de ressources en eau souterraine généralisées

■ Haut Atlas :

- ✓ formations crétacé dépourvues de nappes généralisés.
- ✓ Formations calcaire du jurassique de très faibles productivité.

■ Anti Atlas :

- ✓ Formations Géorgiennes dépourvues de nappe.
- ✓ Formations de Socle et Boutonnière à circulations faibles et très localisées.



PROBLEMATIQUE POSEE

UNE GRANDE VULNERABILITE A LA POLLUTION

Les principales sources de pollution de l'eau dans la région sont :

- Rejet des eaux usées (domestiques, industrielles sans traitement dans le milieu naturel.
- Utilisation non rationnelle des fertilisants et des pesticides
- Déversement des déchets solides dans des décharges sauvages et dans les cours d'eau ;



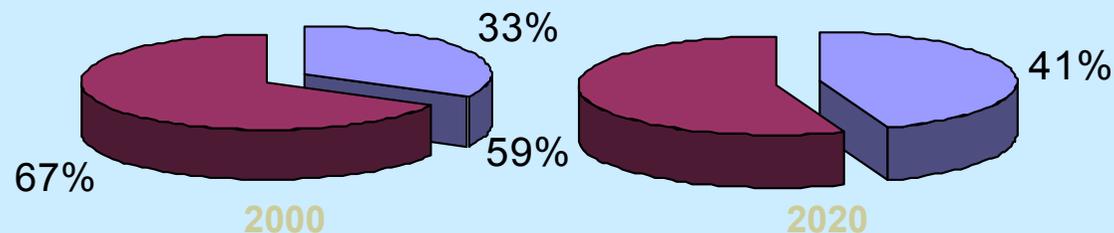
PROBLEMATIQUE POSEE

UNE DEMANDE EN EAU GALOPANTE ET CONFLICTUELLE

■ BASSIN DU SOUSS MASSA

Demande globale en 2020 : 1190.7 Mm³

Année	Eau potable (Mm ³)	Eau d'irrigation (Mm ³)
2000	50	942
2020	88	1102
Augmentation	+ 76%	+ 17%



Bassin du Souss Massa
Répartition des ressources en eau selon l'origine

■ Eau de surface ■ Eau souterraine

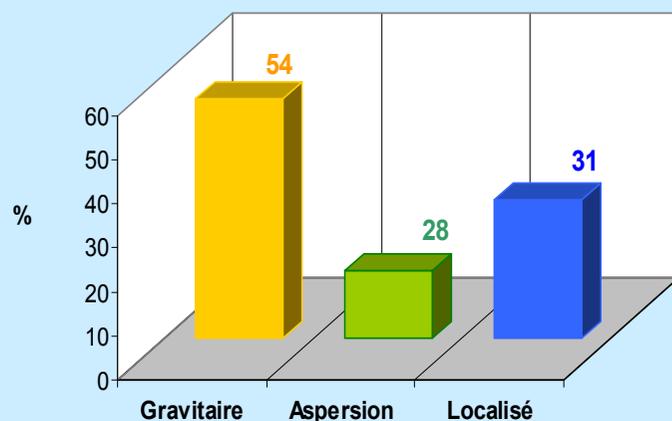
PROBLEMATIQUE POSEE

UNE GESTION AXEE SURTOUT SUR L'OFFRE

- Forte mobilisation des eaux de surface par la réalisation des barrages
 - Taux de mobilisation : Souss Massa : 70%
- Forte mobilisation des eaux souterraines (étude ABHSM 2003)

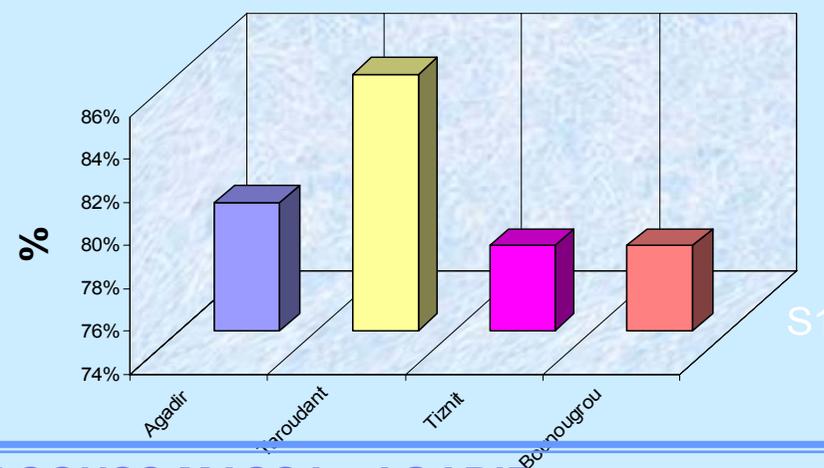
■ Techniques d'irrigation utilisées non économes d'eau

Mode d'irrigation dans le bassin du Souss Massa



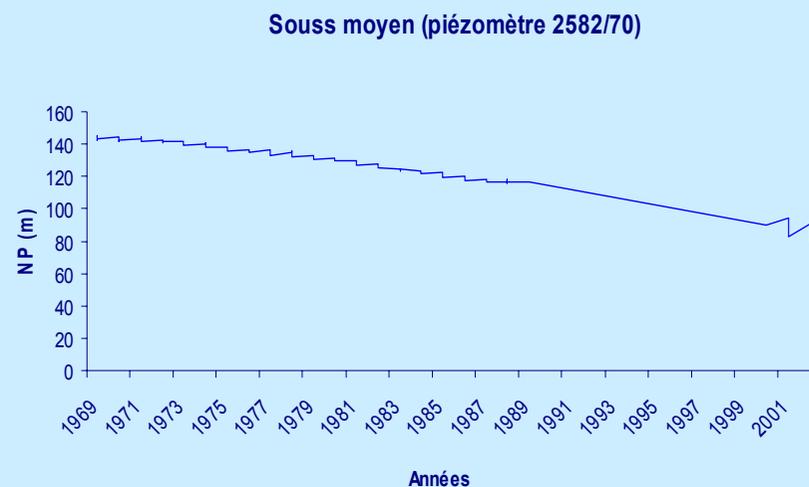
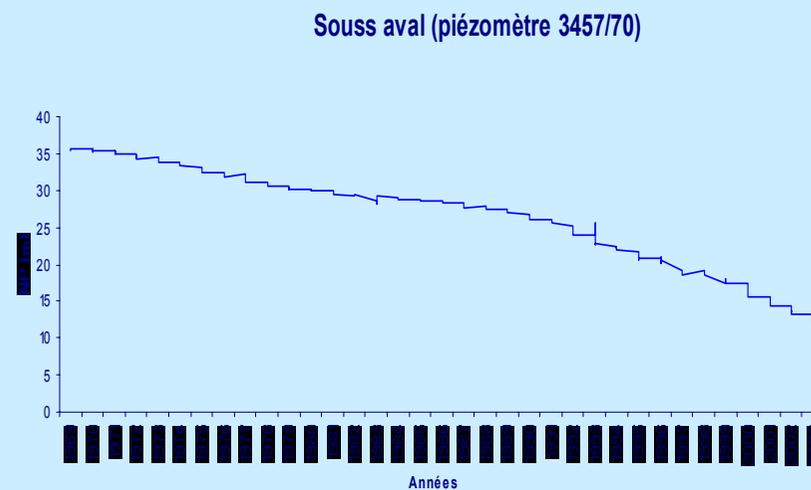
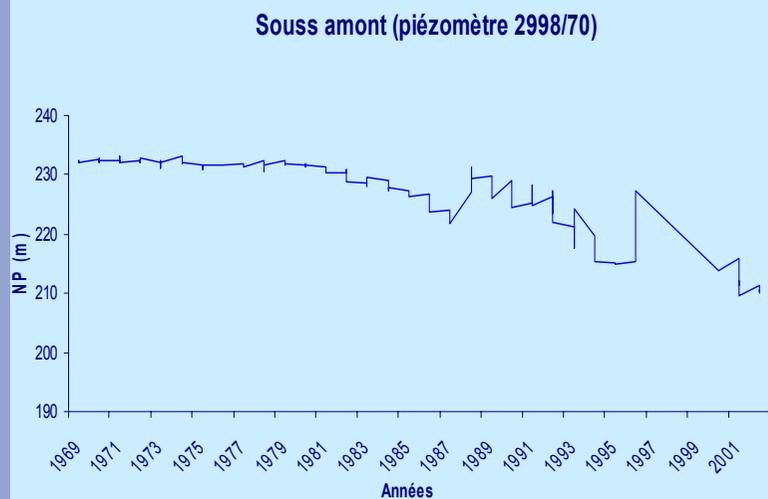
■ Pertes d'eau en eau potable

Rendements des réseaux de distribution ONEF



PROBLEMATIQUE POSEE

➤ Baisse continue du niveau d'eau des nappes et risque d'intrusion marine



PROBLEMATIQUE POSEE

RISQUES DE LA SUREXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES DANS LES 10 PROCHAINES ANNEES

■ Risques technico-économiques

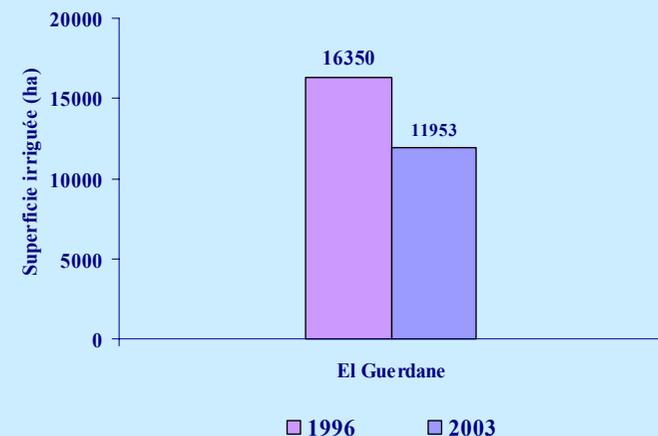
- Baisse continue du niveau de la nappe ;
- Recours à l'approfondissement des puits et la réalisation de nouveaux forages ;
- Surcoût de pompage et augmentation des prix de production ;
- Diminution de la rentabilité agricole et de la qualité des produits
- Abandon des terres agricoles, Guerdane, Ouled Berhil, Taroudant, Ouled Teima, Chtouka, Oasis ;

■ Risques sociaux

- Exode rural et perte de main d'œuvre agricole ;
- Appauvrissement des petits et moyens agriculteurs (incapacité de supporter le coût de baisse du niveau d'eau) ;

■ Risques environnementaux

- Intrusion d'eau de mer dans la zone côtière ;
- Augmentation de la salinité de l'eau (Issen- Chtouka, nappes alluviales du Drâa) ;
- Désertification de la région et érosion avec impact négatif sur l'environnement et le développement durable.

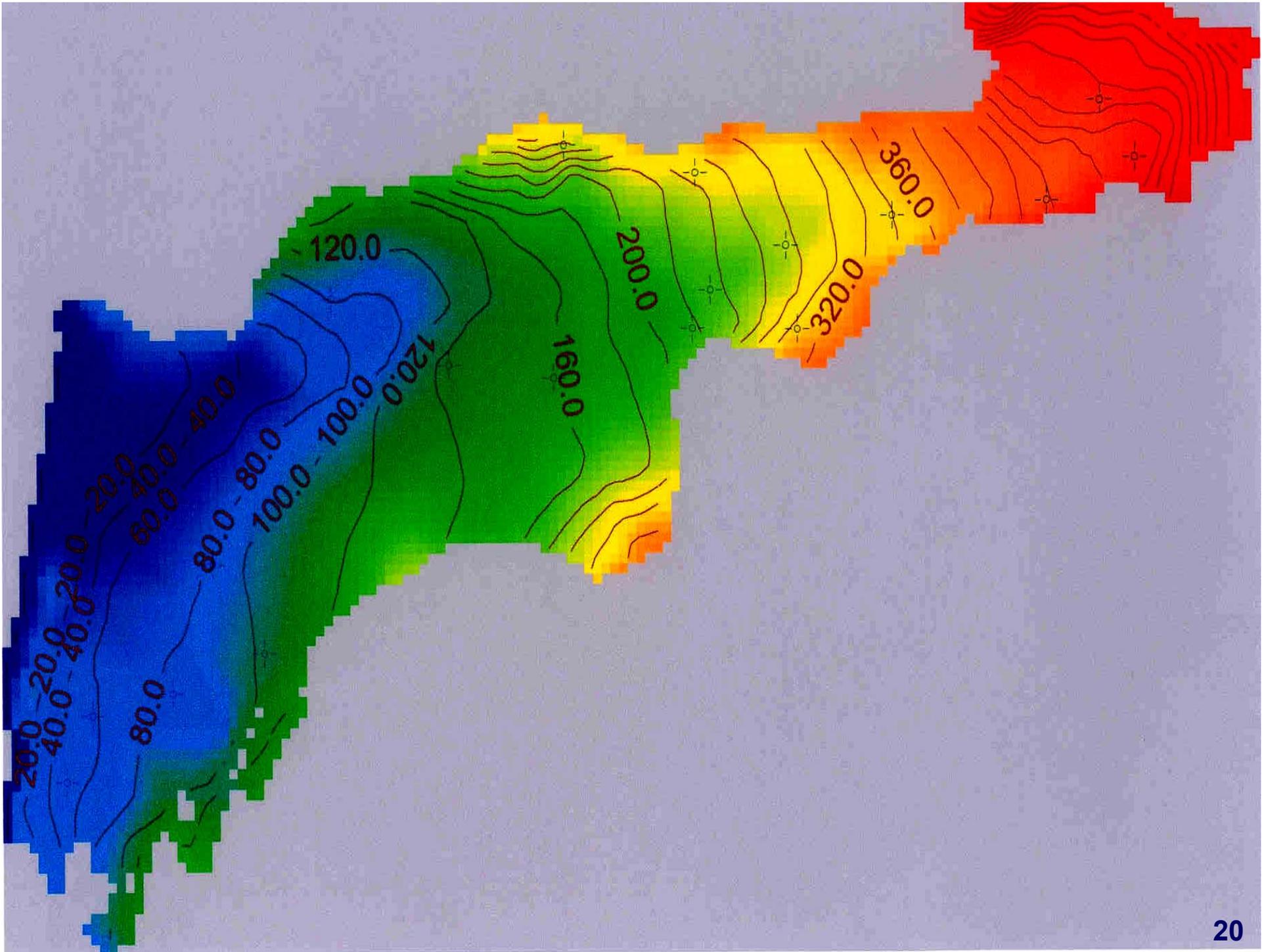


Abandon des terres agricoles



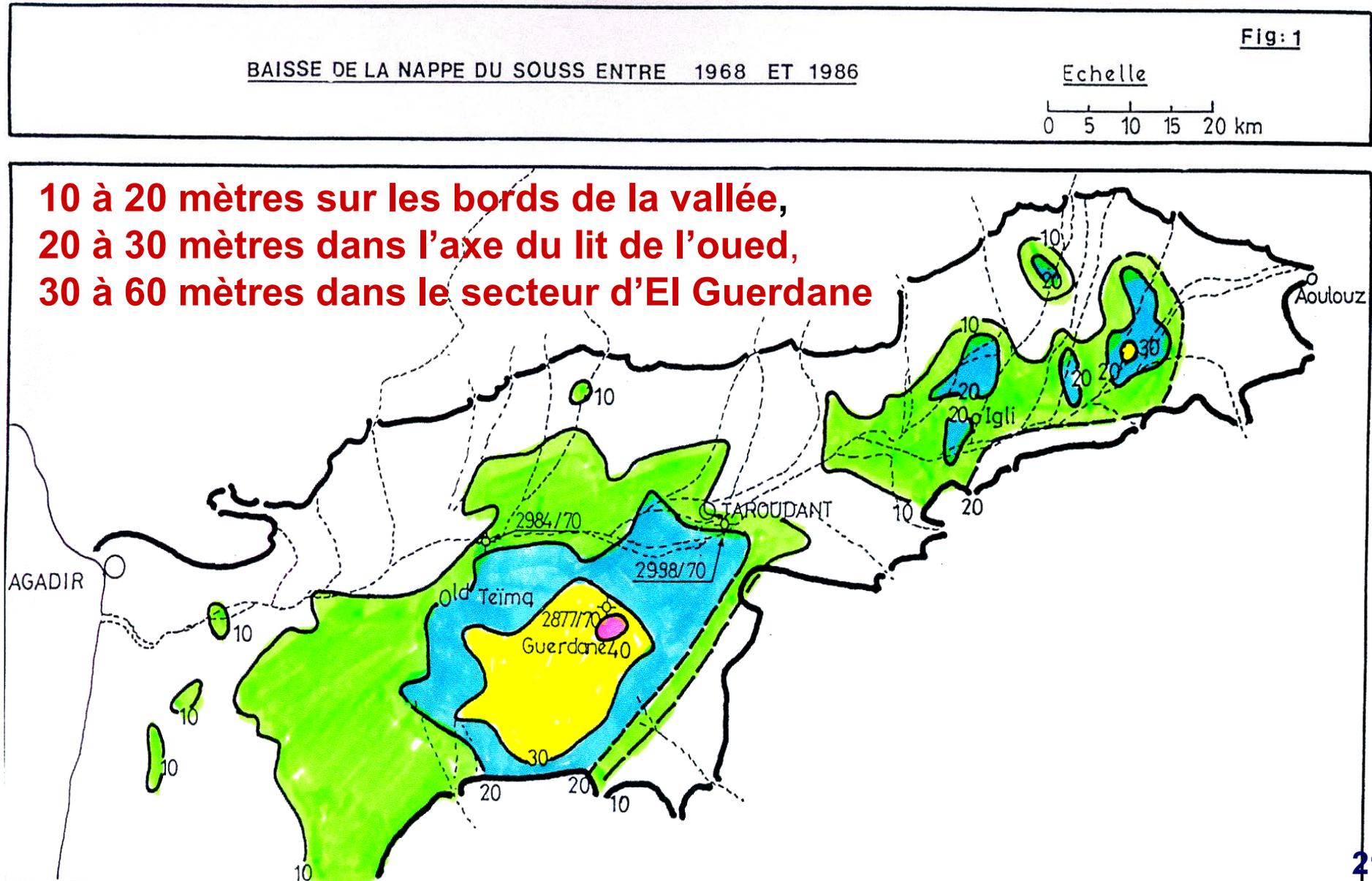
-
- 1. Pourquoi recharger ?**
 - 2. Dispositif actuel de la recharge**
 - 3. Résultats de la recharge**
 - 4. Améliorations possibles des dispositifs de recharge**





Une nappe en baisse régulière

Entre 1968 et 2003, la baisse de la nappe a été de :



OBJECTIF DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE DE LA NAPPE DU SOUSS

**STOCKAGE SOUTERRAIN
DES EAUX QUI SE PERDENT EN MER**



DISPOSITIF ACTUEL DE LA RECHARGE

➤ Les barrages :

- Aoulouz sur le Souss 108 Mm³
- Imi El Kheng sur le Talekjount 12 Mm³
- **Les lâchers de barrages pour maîtriser les débits.**

➤ Les 9 seuils déversants dans le lit du Souss pour étaler les eaux lâchées.



LES BARRAGES

Bassin	Barrage	Oued	Année de mise en service	Apport (Mm ³ /an)	Volume de la retenue Normale (Mm ³)	Volume régularisé (Mm ³)	Utilisation de l'eau
Souss	Mokhtar Soussi	Awziwa	2002	-	50	-	I
	Aoulouz	Souss	1991	185	108	180	R + I
	Imi El Kheng	Talekjount	1993	12	12	5,5	R+I
Total				197	170	185.5	



LES SEUILS

- 9 seuils déversants réalisés entre Pk 62 et PK 110
- Dignes déversantes de 3 à 4 mètres en gabions ou alvéoles béton remplies de tout venant.

OBJECTIF DES SEUILS

Accroissement de l'infiltration par :

- le stockage des écoulements
- l'étalement des eaux dans les ventres



LES RECHARGES REALISEES

ABH/SM DGERE

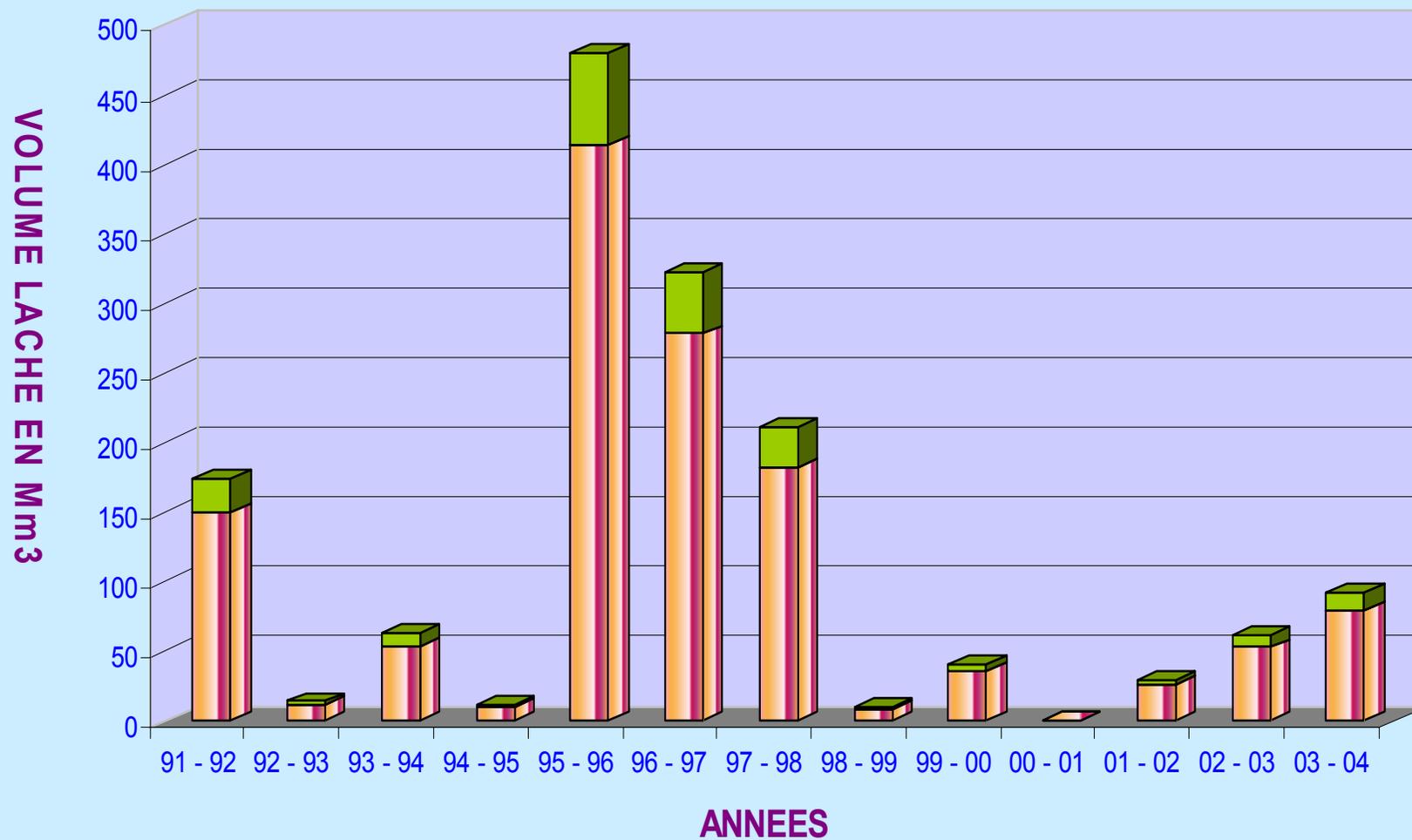
ANNEES	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	TOTAL
1991-92	0,000	1,065	1,425	33,576	2,565	36,666	0,000	0,000	65,549	0,000	9,904	0,000	150,750
92-93	8,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4,099	0,000	12,099
93-94	0,000	0,000	21,979	2,287	0,000	0,000	0,000	0,000	27,719	2,187	0,000	0,000	54,172
94-95	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10,260	0,000	0,000	0,000	0,000	10,260
95-96	9,000	0,000	0,000	0,000	70,493	68,254	104,052	21,344	2,880	81,884	44,994	10,739	413,640
96-97	2,284	2,180	3,219	37,441	67,427	33,661	23,121	50,515	12,798	5,496	0,542	39,579	278,263
97-98	1,233	5,014	4,905	0,044	0,000	35,312	22,987	5,432	0,259	77,497	18,468	11,500	182,651
98-99	7,115	1,242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,357
1999-2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,460	0	35,460
2000-2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001-2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,656	0	25,656
2002-2003	27,648	0	0	0	0	6,912	4,896	0	0	0	0	0	39,456
2003-2004	20,160	19,958	16,632	0,000	22,716			0	0	0	0	0	79,466

TOTAL	75,440	29,459	48,160	73,348	163,201	180,805	155,056	87,551	109,205	167,064	139,123	61,818	1171,308
MOYENNE	5,803	2,266	3,705	5,642	12,554	15,067	12,921	6,735	8,400	12,851	10,702	4,755	106,483

Les volumes sont en Mm3.



PRELEVEMENT AU FIL DE L'EAU



EVALUATION DE LA RECHARGE

APRES LA CONSTRUCTION DU BARRAGE

- Débits des lâchers : entre 50 et 80 m³/s
- Débit lâché en 12 ans : 1 200 Mm³
- Répartition du débit des lâchers :
 - infiltration : 86%
 - irrigation directe : 14%
 - pertes en mer sur lâchers : 0 %
- Recharge annuelle moyenne : 106 Mm³/an



AMELIORATIONS POSSIBLES DES DISPOSITIFS DE RECHARGE



AMELIORATIONS POSSIBLES

RECHARGER DANS LES SECTEURS LES PLUS UTILES SUR LE PLAN AGRICOLE

- la réduction des débits infiltrés à l'amont (zone peu utile à 25 km du barrage).
- l'accroissement des débits infiltrés à l'aval (zone utile 90km).
- l'accroissement de la recharge à partir des affluents



AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

- Dérivation des eaux de l'Oued Souss vers l'Oued Sghir.
- Aménagement du lit amont du Souss : **réduction des chenaux.**
- Aménagement du lit aval du Souss : **augmentation du nombre des chenaux**



DERIVATION PAR L'OUED SGHIR

 **REDUCTION DE LA RECHARGE AMONT PAR :**

- **la réduction de 2000 mètres environ de la longueur de l'écoulement**
- **la diminution du périmètre mouillé par concentration de l'écoulement dans un seul chenal**
- **une baisse de la perméabilité du lit d'emprunt plus limoneux**

**TRANSIT VERS L'AVAL
5 m³/s ou 15 Mm³
en année moyenne**



REHABILITATION SEUILS EXISTANTS

**REHABILITER LES 5 SEUILS LES MIEUX SITUES
+
AMENAGER LES VENTRES AVAL A CES 5 SEUILS**

par la construction de :

- **petits seuils déversants**
- **d'épis de dérivation des eaux**

**MEILLEURE MAITRISE DE L'INFILTRATION POUR
3 Mm³ / an
pour l'aménagement de 5 avals de seuils**



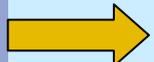
REPARTITION DES EAUX DE L'OUED TALEKJOUNT ENTRE LES OUEDS TALEMT ET IBOURK

 **INFILTRATION EN RIVE DROITE DES EAUX DU BARRAGE IMI EL KHENG SUR LES 12 KM DE L'OUED TALEMT**

-  **Réalisation d'un seuil vanné de l'ordre de 300 mètres et de 5 mètres de haut en alvéoles béton estimé à 8 millions de DH**
-  **Contrôle et infiltration locale des eaux du barrage d'Imi El Kheng pour 5 Mm³ par an.**



DERIVATION DES EAUX DE L'OUED OUARR VERS L'OUED GOOD

-  **Dérivation à 25 km à l'amont dans le lit du Souss des eaux de l'oued Ouaàr**
-  **Accroissement infiltration sur les 25 km du Souss de part et d'autre de Taroudant**
Seuil en alvéoles de 500 mètres
+
Canal de 4 km pour 8,5 millions de DH
-  **Infiltration maîtrisée de 5 Mm³/an des eaux de l'oued Ouaàr + léger écrêtage des crues menaçant Taroudant.**

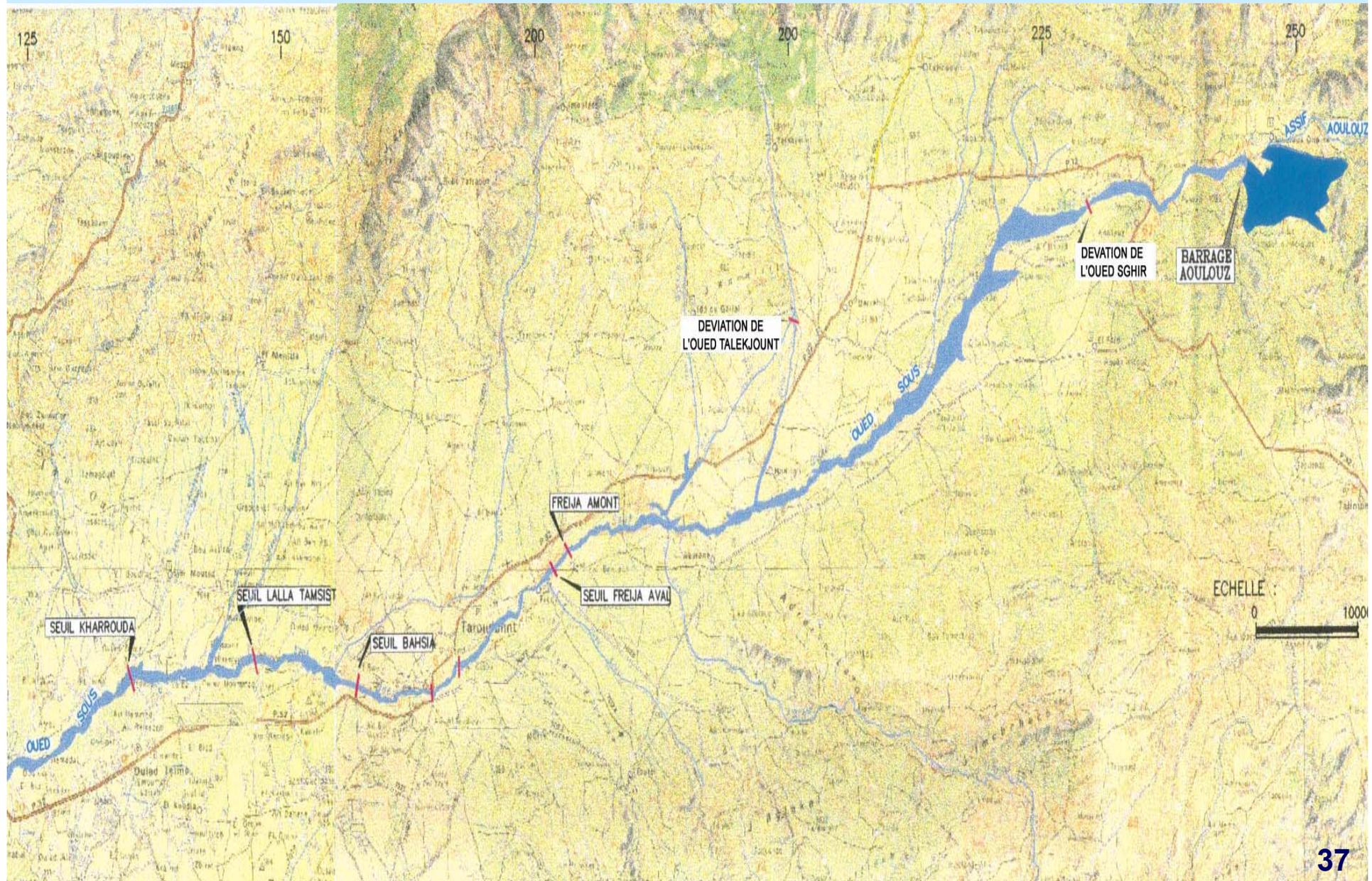


AMENAGEMENTS RETENUS

- Dérivation des eaux de l'Oued Souss vers l'Oued Sghir.
- Réparation de 5 seuils et aménagement de l'aval de ceux-ci avec des ouvrages de divisions des écoulements.
- Répartition des eaux d'Imi Lkheng entre les oueds Talemt et Ibourk.



LOCALISATION DES AMENAGEMENTS RETENUS PRIORITAIREMENT POUR AMELIORER LA RECHARGE ARTIFICIELLE



GAIN ATTENDU DES AMENAGEMENTS RETENUS

N°	Aménagement	Coût MDH	Gain Mm3	Prix de revient DH/m3
1	Dérivation Oued Sghir	24.6	300	0.09
2	Aménagements aval de l'oued Souss en digues+réhabilitation des seuils	8.5	72	0.15
3	répartition des eaux de l'oued Talkjout	7.8	100	0.08
Total		40.9	472	0.10



ETAT DES SEUILS

- **Toutes les retenues amont des seuils sont comblées**
- **Les digues présentent des dégradations surtout celles en gabions**



Seuil MSAFER (comblement amont)



**Msafer : amont dans le
centre, comblement**

**Msafer : centre du
seuil**





Msafer : RG Sédimentations



Seuil LALLA TAMSIST



Lalla Tamsist : vue vers l'amont

**Lalla Tamsist :
détérioration du gabion
dans la partie centrale**



Seuil FREIJA AVAL



**Freija Aval : dégradation
du revêtement 100 m de
la RG**



COÛT DU CURAGE DES SEUILS

Description	Surface (m²)	Volume (m³)	Coût d'un curage (35 DH/m³)
FREIJA Amont	150 000	300 000	10 500 000
FREIJA Aval	400 000	350 000	12 250 000
SIDI AMARA	200 000	250 000	8 750 000
SOUIGUIA	150 000	20 000	700 000
BAHSIA	100 000	150 000	5 250 000
M'SAFER	320 000	200 000	7 000 000
LALLA TAMSIST	390 000	250 000	8 750 000
HAMRIA	150 000	300 000	10 500 000
KHARROUBA	200 000	300 000	10 500 000
TOTAL	2 060 000	2 120 000	74 200 000



EVALUATION ECONOMIQUE

L'analyse économique du projet mis en évidence :

- Coût des investissements prévus < recettes générées par la meilleur gestion de la nappe
- ⇒ Les investissements prévus pour la recharge sont **économiquement pleinement justifiés.**



EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

- Impact socio-économique positif
- L'amélioration agro-économique à l'aval permet de contrebalancer les impacts négatifs résultants de l'expropriation des terrains situés dans le lit de l'oued Sghir et l'oued Goud.

