

**Water Resources Sustainability Project
(WRS)**

**Projet Pilote de Controle de l'Erosion des Sols dans la Bassin Versant de Oued Nakhla
CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, HYDROLOGIQUES**

**Deliverable for
United States Agency for International Development**

Contract No. 608-0222-C-00-6007-00

Environmental Alternatives Unlimited (E.A.U.)

B.P. 8967, Agdal - Rabat

Tel : (037) 77 37 88 / 77 37 98

Fax : (037) 77 37 92

E-Mail : proprem@iam.net.ma

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, HYDROLOGIQUES

Caractéristiques physiques :

—	Superficie :	111.6 km ²	
—	Population :	7000 habitants	
—	Altitude :	180 à 1800 m	
—	50% de la superficie au dessus de 700 m		
—	Altitude moyenne :		647
—		m	
—	Périmètre du bassin :	52.5 Km	
—	Longueur du bassin :	16.5 km	
—	Largeur moyenne du bassin :	7.6 Km	
—	Longueur du réseau hydrographique : 278 km		
—	Densité de réseau :	2.5 km/km ²	
—	Indice de forme :	0.3	
—	Indice de compacité :		1.4
—	Les pentes :		

Classes de pentes	%
Faible (< 9%)	9.26
Moyenne (9-30%)	46.52
Elevée (30-50%)	29.7
Très élevée (> 50)	14.6

Lithologie

- Les grès de Tizirène en s'altérant donnent un résidu sableux, qui en incorporant de la matière organique donnent des sols dont la texture est franchement sableuse.
- Les calcaires durs massifs en s'altérant et en se dissolvant laissent en place une argile rouge de décalcarisation qui permet généralement le développement de sols argileux.
- Les flyschs et/ou marnes feuilletées ou pélites s'altèrent pour donner des sols dont la texture est souvent argileuse, mais pouvant être aussi argilo-limoneuse et limoneuse.
- Les calcaires dolomitiques en se désagrégant et en se dissolvant peuvent des résidus d'argile sableuse et sableux qui permet généralement le développement de

sols argilo-sablo-graveleux et sablo-graveleux.

- Les grès de l'unité d'Amtrass-Bettara s'altèrent pour donner un résidu sableux à sablo-argileux, qui en intégrant la matière organique permet le développement de sols humifères ou fersiallitiques suivant le type de végétation, et dont la texture est franchement sableuse.

Carte

Sols rencontrés dans le bassin

Classe de sols	N° de l'unité cartographique	Superficie en ha	% par rapport au total
Unités simples			
Sols Minéraux bruts	1	2 020.0	17.93
	2	90.0	0.79
	3	77.5	6.88
	4		
	5	147.5	1.31
Sols Peu évolués	6	2 595.0	23.04
	7		
	8	125.0	1.11
	9	102.5	0.91
	10	122.5	1.08
	11	510.0	4.52
Sols Calcimagnésiques	12		
	13		
Sols à sesquioxydes de fer et de manganèse	14		
	15	467.5	4.15
	16	112.5	0.99
Unités complexes	C1	1 510.0	13.41
	C2	657.5	5.84
	C3	957.5	8.50
	C4	920.0	8.17
	C5	225.0	1.99
	C6	232.5	2.06
	C7	300.0	2.66

On distingue six principales contraintes qui s'opposent à la mise en valeur agricole durable et dont certaines nécessitent des mesures de conservation pour assurer la pérennité des ressources naturelles du système.

- **Profondeur** : Généralement la profondeur ne constitue pas une contrainte majeure en elle même; elle est très variable à cause de l'érosion prépondérante qui décape les horizons de surfaces et qui perturbent la surface des terrains.
- **Pente** : la pente constitue la contrainte principale de la majorité des sols du bassin versant pour la préparation des sols.
- **Affleurements rocheux** : Les affleurements rocheux sont abondants sur une grande partie du bassin versant, notamment sur les vastes étendus de la dorsale calcaire.

- **Charge caillouteuse** : la charge caillouteuse comme contrainte dans le bassin versant de Nakhla est très limitée quand on exclue les affleurements rocheux.
- **Texture** : Les sols à texture argileuse présentent un risque important vis à vis de l'érosion hydrique. La saturation rapide des argiles et leur gonflement diminuent l'infiltration verticale des eaux de ruissellement.
- **Erosion hydrique** : l'érosion hydrique dans le bassin versant est surtout gouvernée par la pente quand le sol n'est pas protégé par un couvert végétal permanent.

Utilisation du sol (voir carte)

—	Retenue du barrage:	0.7%
—	Matorral clair et friche :	7.5%
—	Matorral moyennement dense :	14.5%
—	Matorral dense :	8.4%
—	Terrains de cultures en bour :	35.9
—	Cultures en terrasses irriguées :	8.5%
—	Terrains incultes (Dorsale calcaire) :	24.5%

Température

—	Moyenne min. :	12.8°C (janvier)
—	Moyenne max. :	9°C (août)
—	Moyenne :	18.1°C

Evaporation

—	Moyenne :	742 mm
—	Maximum :	3189 mm (1989)
—	Minimum :	1455 mm

Précipitations

- **Moyenne pondérée à l'échelle du bassin**

Stations	Coordonnées (m)			Pluie (mm)	% de la surface totale du bassin	Pluie au niveau du bassin (mm)
	X	Y	Z			
Nakhla	499.1	538.1	210	804	21	167

J. Timezouak	502.6	532.5	290	772	69	533
Béni Hassan	503.8	524.3	603	659	10	66
Total					100	766

Carte

- **Fréquence des pluies**
 - Une fois tous les deux ans les précipitations dépassent ou égalisent 670 mm.
 - Une fois tous les 5 ans les précipitations dépassent ou égalisent 1075 mm.
- **Intensité de durée 30 minutes**
 - Une fois tous les 2 ans l'intensité de durée 30 minutes dépassent ou égalisent 18 mm/hr.
 - Une fois tous les 10 ans l'intensité de durée 30 minutes dépassent ou égalisent 26.4 mm/hr.

Les apports

Mois	Millions m ³			C. V (%)
	Moyenne	Maximum	Minimum	
Septembre	0.1	0.4	0.0	1.0
Octobre	0.8	3.6	0.0	0.8
Novembre	2.4	12.7	0.0	0.9
Décembre	7.7	33.2	0.5	0.9
Janvier	11.3	50.9	0.5	1.0
Février	10.1	50.6	0.4	1.0
Mars	7.6	21.2	0.9	1.5
Avril	7.7	54.4	0.5	0.7
Mai	5.6	29.2	0.3	0.9
Juin	1.5	13.7	0.1	0.6
Juillet	0.6	13.7	0.0	0.3
Août	0.4	13.7	0.0	0.2
Année	55.7	144.8	6.8	1.7

Erosion et envasement du barrage

Le taux de dégradation au niveau du bassin a été évalué utilisant :

- Les données de l'envasement du barrage Nakhla.
- Les mesures de turbidité effectuées au niveau de la station hydrométrique de Jbel

Timezouak qui draine presque la moitié amont du bassin versant.

- Un modèle simple qui permet d'estimer le taux d'érosion au champ en fonction des caractéristiques du bassin (agressivité des pluies, pente, pratiques culturales, vulnérabilité des sols à l'érosion, pratiques anti-érosives).

Tableau
Taux d'envasement du barrage Nakhla et dégradation spécifique¹

Période	Envasement			Dégradation spécifique		
	Total	%	Moyenne	Calculée	Correction	taux
	10 ⁶ m ³		10 ⁶ T	T/ha/an		
1961-1967	0.581	6.46	0.81	12.1	1.8	14.0
1967-1979	1.287	14.30	1.80	13.5	2.0	15.5
1979-1987	0.217	2.41	0.30	3.4	0.5	3.9
1987-1993	1.176	13.07	1.65	24.6	3.7	28.3
Total	3.261	36.23	4.57			
Moyenne				13.4	2.0	15.4

Ce tableau fait ressortir que l'envasement total depuis la mise en service du barrage jusqu'au 1993 est de l'ordre de 3.3 millions de m³, soit une perte de 36.23% de sa capacité initiale, chiffre qui par ailleurs, dépasse de loin la tranche morte fixée à 1.5x10⁶ m³ (Belkheiri, 1988). L'envasement moyen annuel varie entre 0.3 millions de tonnes pour la période 1979-1987 et 1.65 millions de tonnes la période 1987-1993, avec une moyenne calculée sur 32 ans (1961-1993) de 4.57 millions de tonnes.

¹. Les données d'envasement pour les différentes périodes nous ont été communiquées par la DRPE.

Tableau Comparaison de la dégradation spécifique déterminée par turbidité (Station de Jbel Timezouak) et par envasement (Barrage Nakhla) pour la période 1979-1987		
Station hydrométrique	Débit moyen annuel ² (m ³ /s)	1.07
Jbel	Débit solide (Kg/s) ³	0.63
Timezouak	Dégradation spécifique(T/ha/an)	3.20
Envasement du barrage Nakhla	Dégradation spécifique (T/ha/an) ⁴	3.90
Rapport ⁵		0.344

Le tableau montre que la production estimée de sédiments au niveau de la station hydrométrique de Jbel Timezouak, qui draine seulement 4688, représente 34.4% de l'envasement total du barrage pour la période 1979-1987. Ceci nous permet de conclure que les terrains cultivés ou plantés (arbres fruitiers, essentiellement l'olivier), qui sont en grande majorité localisés à l'amont de Jbel Timezouak, produisent en moyenne plus du **1/3** des sédiments à l'échelle du bassin de Nakhla.

-
2. Calculé entre 1979-1987 pour une période de 9 mois par an (septembre à mai).
 3. Calculé en utilisant la relation $Q_s = 0.56 Q^{1.64}$
 4. Valeur estimée à partir des données d'envasement du barrage pour la période 1979-1987 (Voir tableau).
 5. Rapport entre le total des sédiments (T/an) estimé à partir des données de turbidité à la station hydrométrique de Jbel Timezouak et celui déterminé au niveau du barrage en utilisant les données d'envasement.

LES AMENAGEMENTS PRECONISES

ZONE D'ACTION

Quatre zones d'action dont la surface totale est de l'ordre de 509 hectares:

Zone 1: située dans la partie sud-est du bassin du côté des douars Bettara et El Ouadiyine (150 ha de terrains cultivées en bours, 10 ha de terrasses irriguées, et 15 ha de matorral)

Zone 2: située dans la partie Centre-Est au voisinage des douars Bouattou et Azemour (71 ha de terrains cultivées en bour, 10 ha de terrasses irriguées et 15 ha de matorral).

Zone 3: localisée au voisinage du douar Achekrade (140 ha de terrains cultivées en bour, 10 ha de terrasses irriguées et 30 ha de matorral)

Zone 4: située au voisinage du douar Zerka dans la partie occidentale du bassin (26 ha de terrains cultivées en bour et 32 ha de matorral)

LES INTERVENTIONS

Deux types:

- Les interventions directes
- Les interventions indirectes

Les interventions directes

La réduction du ruissellement et par conséquent le taux d'érosion à partir des terrains de cultures. Ceci par des systèmes de culture basés sur des associations des céréales, de plantes fourragères (Dactylis, vetiver, ect..) et d'arbres fruitiers avec ou sans cuvettes (principalement l'olivier et l'amandier), et qui peuvent être alternées avec des bandes de plantes fourragères;

la réhabilitation du système d'irrigation (sources et séguias); et l'amélioration de la gestion et de l'utilisation de l'eau et de la productivité au niveau des terrasses irriguées (situées au alentour des douars) , à travers une meilleure gestion et des techniques culturelles appropriées;

La stabilisation des ravins moyennant la correction mécanique (construction de seuils en série) et la stabilisation des fonds et des berges par des procédés biologiques (plantations de lauriers);

L'amélioration de la productivité du matorral dégradé à travers l'ensemencement du matorral en plantes herbacées et en plantations de caroubier.

Les intervention indirectes

Destinées à sensibiliser, encourager et promouvoir l'adoption des interventions directes par les agriculteurs et au même temps à améliorer leurs revenus. Il s'agit de :

Une meilleure gestion du matorral à travers, par exemple, une mise en défens et une utilisation rationnelle;

L'introduction de l'apiculture;

L'amélioration de la productivité (en terme de viande) des caprins par l'introduction de race améliorée et adaptée à la région. Le croisement de ces géniteurs avec la race locale permettrait de valoriser les ressources fourragères;

L'introduction de biogas et de fours améliorés;

La formation d'associations d'agriculteurs ou de comité de douar et leurs sensibilisation au problèmes d'érosion et de la préservation de l'environnement;

L'amélioration et l'introduction de pratiques culturales nouvelles au niveau des terrains de cultures (variété adapté, technique de travail du sol, charrue mécanique, et des techniques conservatoires du sol).