



International Conference  
Sediment Transport Modeling in  
Hydrological Watersheds and Rivers

Conférence Internationale  
Modélisation du transport de sédiments  
dans les bassins-versants et dans les rivières

# *Impact des aménagements hydro-forestiers sur l'envasement des lacs collinaires en semi-aride Tunisien*

**Taoufik HERMASSI, Hamadi HABAIEB, Ali DEBEBRIA,  
Mohamed BOUFAROUA et Jean Marie LAMACHERE**

[taoufikhermassi@yahoo.com](mailto:taoufikhermassi@yahoo.com) et [taoufik.hermassi@iresa.agrinet.tn](mailto:taoufik.hermassi@iresa.agrinet.tn)



TAOUFIK HERMASSI

# *Plan de l'exposé*



**Cadre Général**



**Introduction**



**Méthodologie**

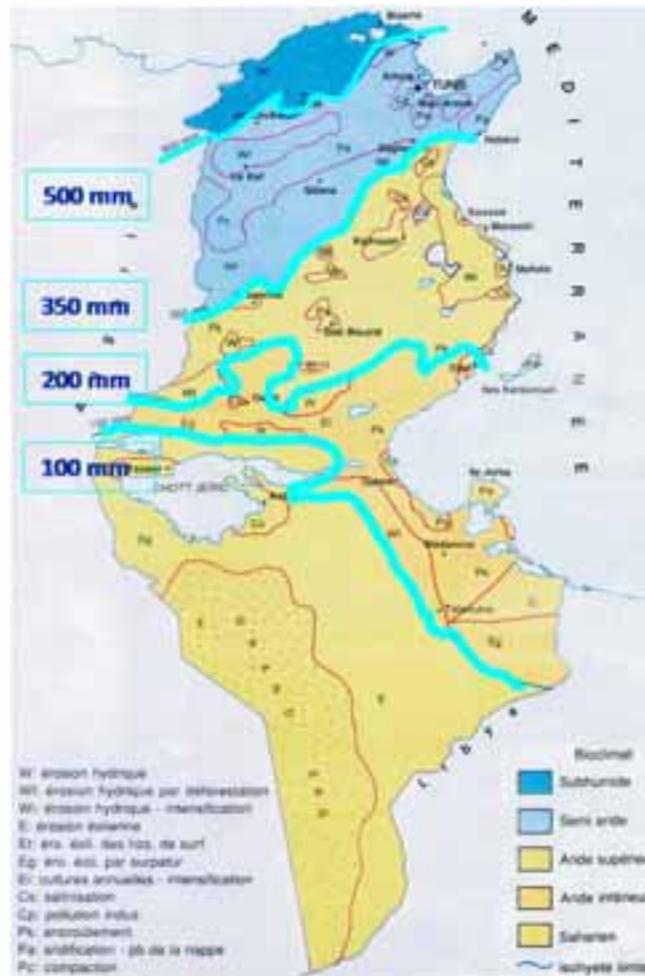


**Résultats**



**Conclusion**

# Objectifs nationaux d'aménagement rural



**Climat: méditerranéen au nord, semi-aride au centre et saharien au sud**

**Pluviométrie : 100 à plus de 700 mm**

**Pluviométrie très aléatoire générant des ressources en eau à la fois rares et mal réparties dans l'espace et dans le temps**

**Le ruissellement :12% de la pluviométrie**

**Evaporation potentielle : de 1000 à 3000 mm**

**Stratégie de mobilisation des ressources en eaux des grands cours d'eau (1970-1990)**

**Stratégie de mobilisation des ressources en eaux des petits bassins versants (1990-2011)**

# Réalisations des aménagements CES

## 1<sup>ère</sup> Stratégie Nationale de Conservation des Eaux et du Sol (1990-2001)

Lacs collinaires (unité)	580
Ouvrages de voies d'eau (unité)	3556
Aménagement des versants (ha)	892600

## 2<sup>ème</sup> Stratégie Nationale de Conservation des Eaux et du Sol (2002-2011)

Lacs collinaires (unité)	165
Ouvrages de voies d'eau (unité)	2875
Aménagement des versants (ha)	227000

### Objectifs des stratégies :

- La mobilisation d'une grande partie des 500 millions de m<sup>3</sup> d'eaux de ruissellement qui étaient perdues vers la mer et les sebkhas,
- La réduction de l'envasement des grands barrages estimé à un taux de 28 millions de m<sup>3</sup> de sédiments par an.
- La protection des infrastructures à l'aval.

# Introduction

## • Les lacs collinaires

- Retenue artificielle,
- Volume : 50 000 à un million de mètres cubes
- Superficie bassin versant de 1 à 20 km<sup>2</sup>.
- Digue en terre d'une dizaine de mètres de hauteur, dont la largeur varie de 100 à 300 m.

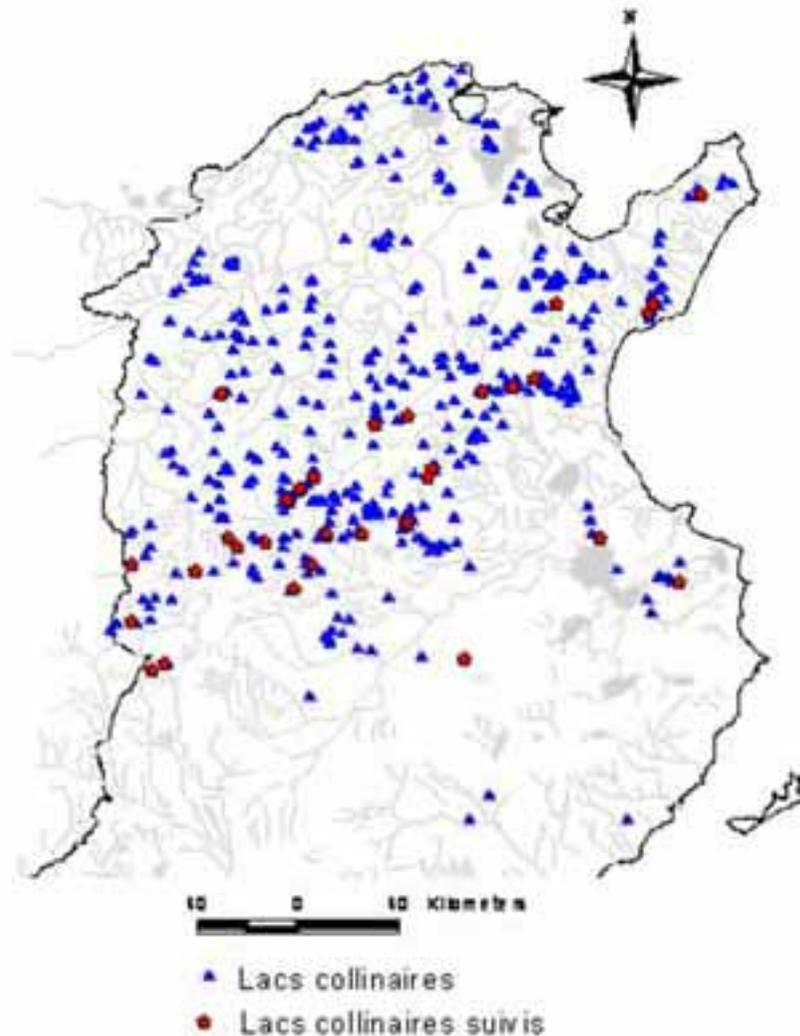
## • Objectif de la prédétermination des apports liquides et solides

Comprendre le comportement hydrologique des petits bassins versants en fonction de ses caractéristiques physiques et anthropiques constitue ainsi une étape fondamentale pour pouvoir estimer les apports liquides et solides au niveau des lacs collinaires.

**Dans ce but, cette communication présente une méthode permettant d'évaluer le ruissellement et l'érosion annuels médians des sols des petits bassins versants de la Dorsale tunisienne à partir des caractéristiques biophysiques de leurs bassins versants.**



## *Le réseau pilote de surveillance hydrologique des lacs collinaires*



Depuis 1994, un réseau pilote de surveillance hydrologique des lacs collinaires de la Dorsale tunisienne (DG/ACTA et l'IRD) :

- étudier les comportements hydrologiques et érosifs de petits bassins versants aménagés et non aménagés.
- caractérisée par un climat semi-aride (des pluies peu abondantes et rares, parfois orageuses et brutales, irrégulièrement réparties dans l'espace et dans le temps.
- disposant de données hydrologiques et bathymétriques depuis 1993 et données cartographiques SIG (le relief, la géologie, l'occupation des sols et l'aménagement anti-érosif des bassins versants).

# Méthodologie

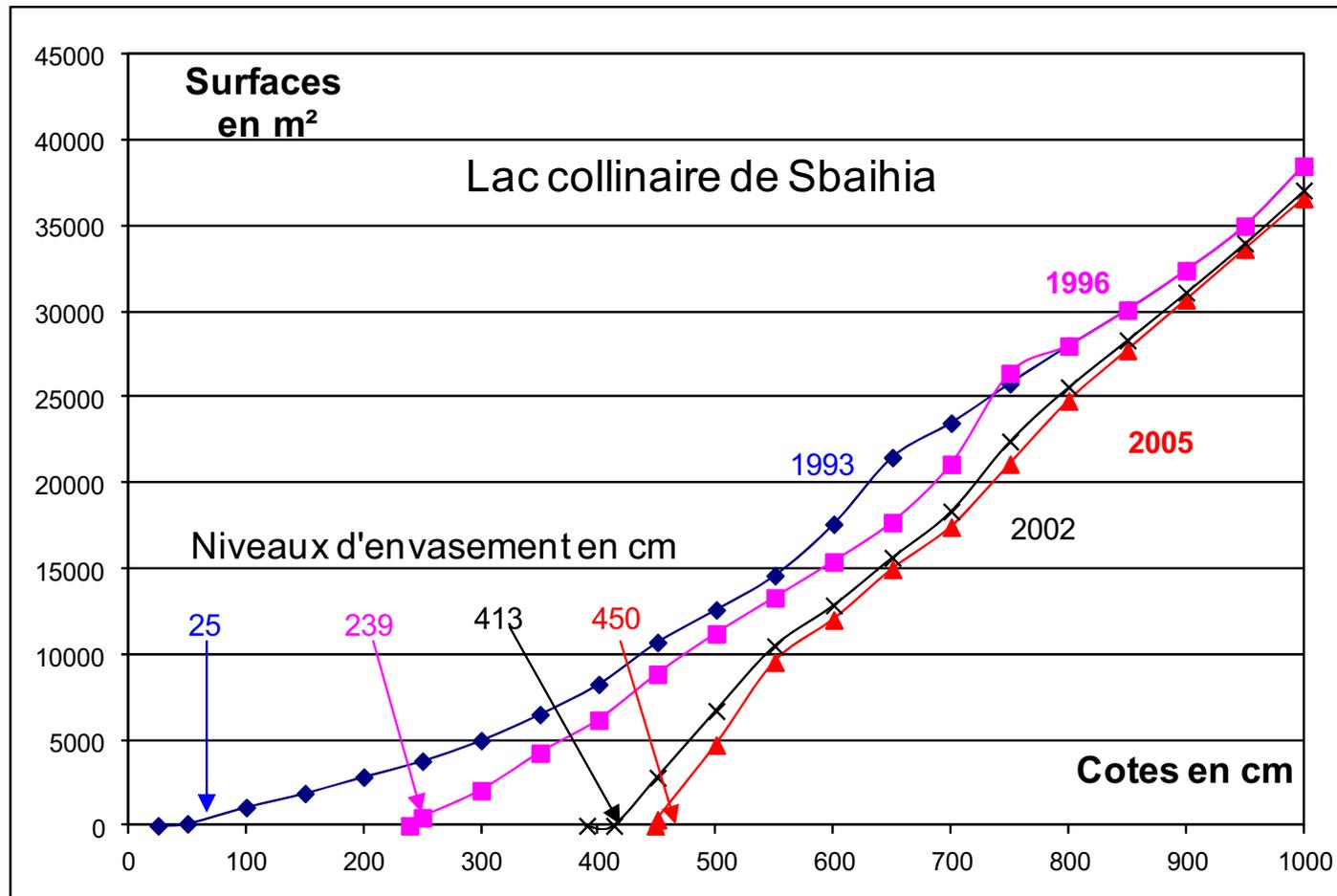
- Déterminer les apports annuels liquides
  - ⇒ à partir des enregistrements de hauteur d'eau, des pluies et de l'évaporation,
  - ⇒ par utilisation des courbes hauteurs d'eau - volumes stockés et hauteurs d'eau - surfaces du plan d'eau,
  - ⇒ et par utilisation de l'équation du bilan hydrique des retenues.
- Déterminer les apports solides à partir des mesures bathymétriques et topographiques
- Établir des relations entre les lames ruisselées et pluies annuelles,
- Caractériser les bassins versants en fonction (du relief, de la lithologie, de l'occupation des sols et des aménagements anti-érosifs)
- Croiser les données cartographiques et hydrologiques (apports liquides et solides).

## *Résultats et interprétations*

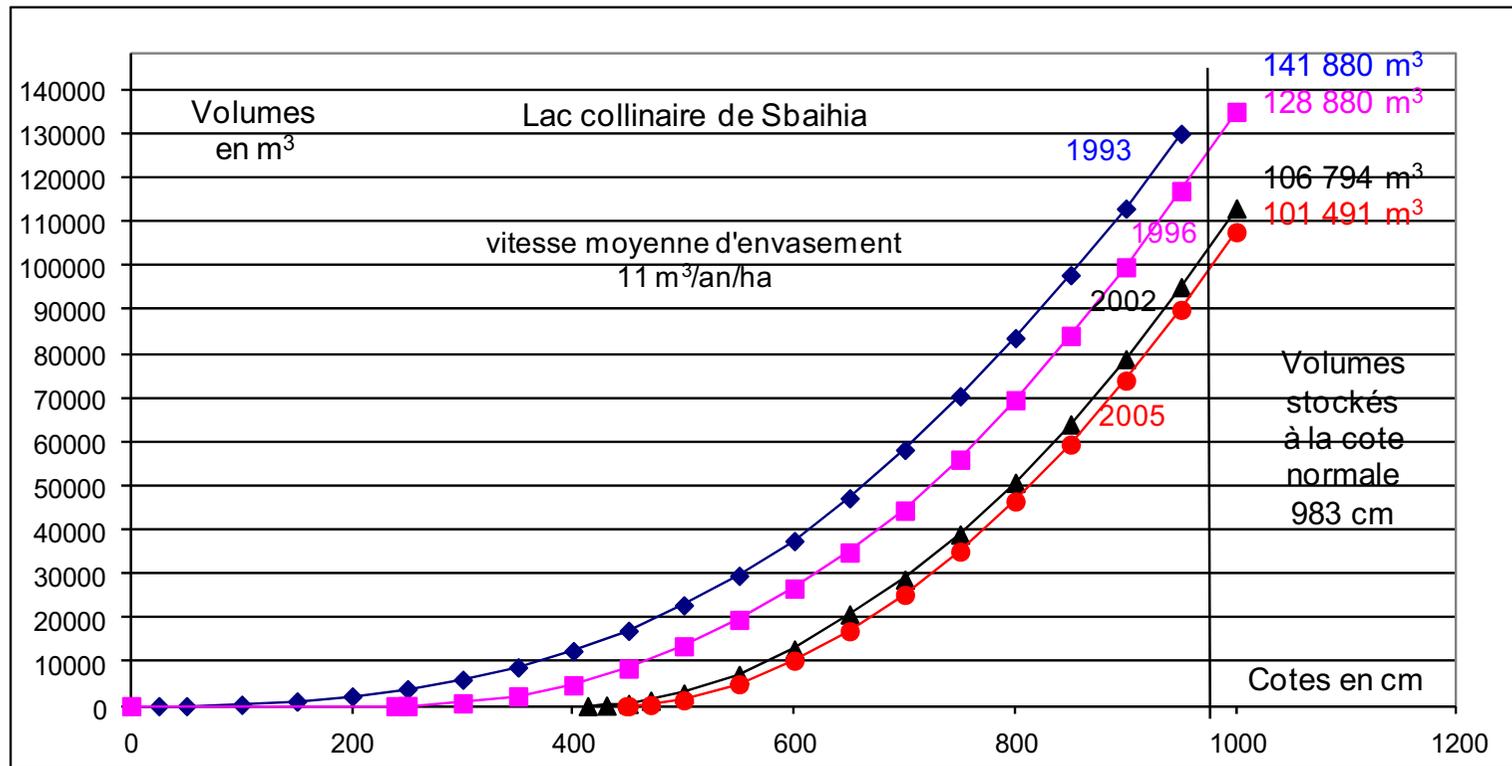
- L'historique de l'envasement des lacs collinaires (courbes cotes-surfaces et cotes-volumes)
- Les relations entre lames ruisselées et pluies annuelles
- Le fonctionnement sédimentaire des lacs collinaires



# Relations entre les cotes et les surfaces du plan d'eau

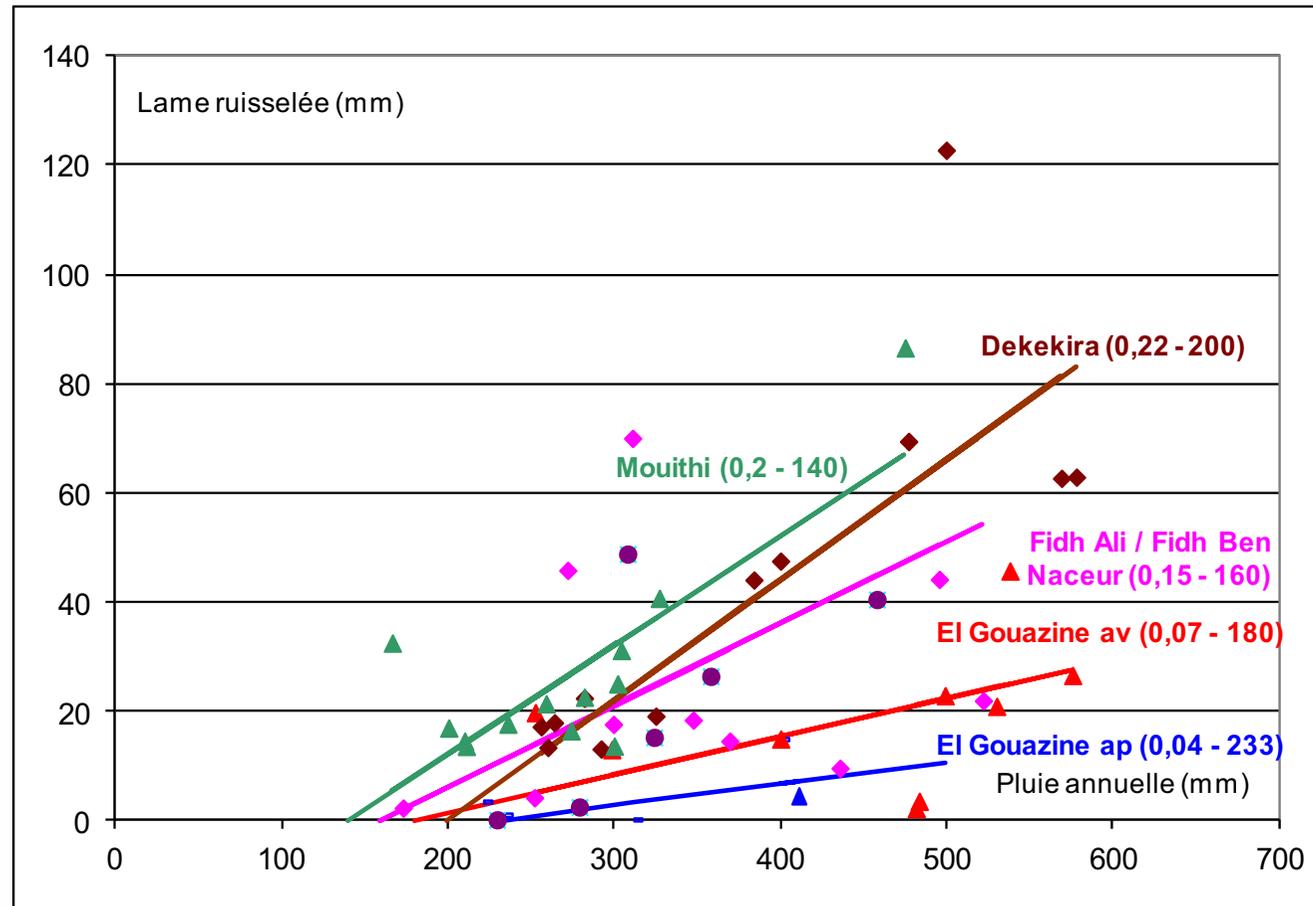


# Relations entre les cotes et les volumes stockés dans la retenue



# Relations entre lames ruisselées et pluies annuelles

relation générale :  $Lr = A (P_{an} - P_0)$



## *Prédétermination du paramètre $P_0$ de rétention annuelle*

- $100 < P_0 < 150$  mm  
bassins versants sans banquettes ni réservoirs amont, roches dures couvrant + de 20% de la superficie
- $150 < P_0 < 250$  mm  
bassins versants avec banquettes sur pentes moyennes à faibles ou sans banquettes sur sols argileux ou marneux sur fortes pentes
- $P_0 > 250$  mm  
bassins versants sans banquettes sur sols argileux ou marneux affectés par le retrait (20 à 40% de la superficie) ou bassins versants cultivés (+ de 75 % de la superficie) sur sols à argiles gonflantes (+ de 40 % de la superficie)



## *Prédétermination du coefficient $A$ (coefficient de croissance)*

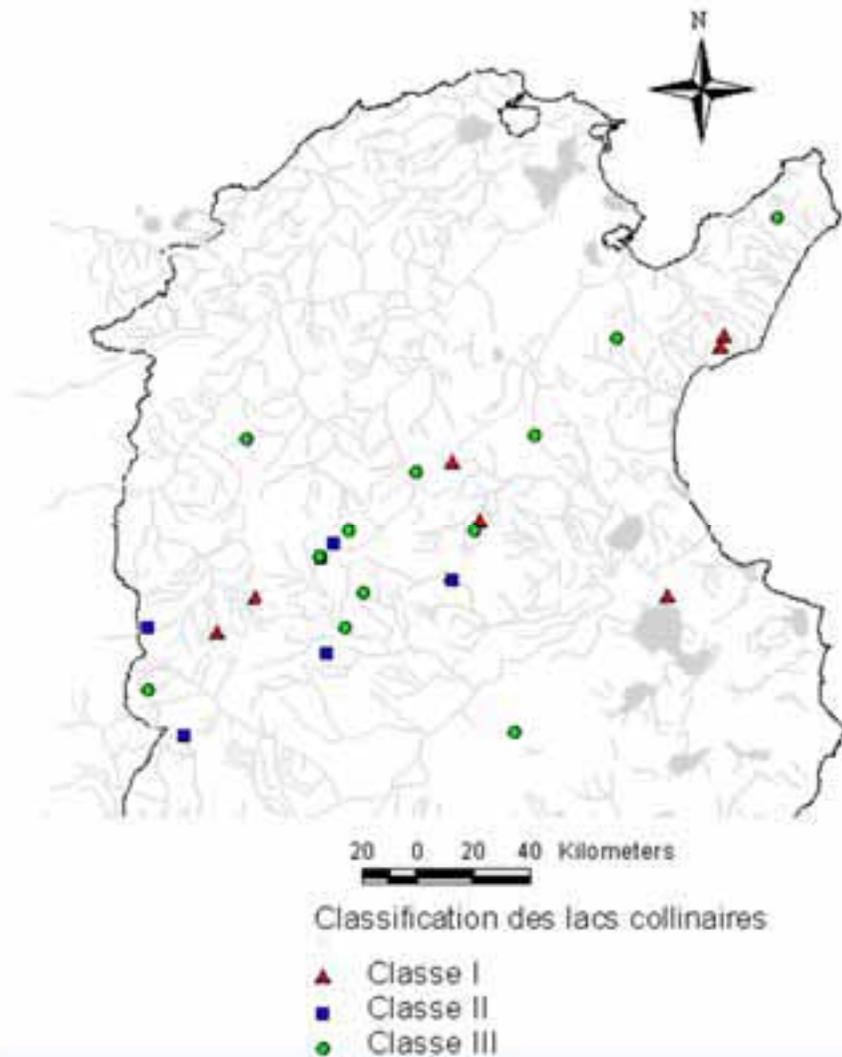
- $A < 0,05$   
pente moyenne à faible, avec roches dures couvrant + de 20% de la superficie, moyennement à peu cultivés
- $0,05 < A < 0,10$   
pente moyenne à forte, sols cultivés couvrant + de 50 % de la superficie, avec une bonne capacité d'infiltration (faible teneur en argiles)
- $A < 0,20$   
pente moyenne à forte, sols avec une bonne capacité d'infiltration soit par une bonne couverture végétale des sols (forêt, garrigue dense), soit par une teneur en argiles, moyennement à fortement cultivés



## Relations entre lames ruisselées et pluies annuelles

	Pluie annuelle (mm)	Lame ruisselée annuelle (mm)	Kr annuel (%)	P0 (mm)	A (%)	Classe
Baouejer	392,2	6,7	2%	250	5%	I
Echar	408,4	18,5	5%	260	9%	I
El Gouazine	451,0	18,9	4%	180/230	7%-4%	I
El Melah	511,4	26,5	5%	180	8%	I
Es Séghir	535,3	15,3	2%	220	5%	I
M'Richet El Anse	472,6	13,3	3%	250	6%	I
Zayet	256,0	5,0	1%	150	4%	I
Abdeladim	295,3	15,6	5%	100	9%	II
El Guettar	475,0	22,7	5%	260	10%	II
Es Sénégal	302,1	24,4	8%	180	17%	II
Fidh Ali	347,8	25,0	7%	160	15%	II
Hadada	491,0	53,8	10%	180	15%	II
M'Rira	429,1	45,4	14%	100	12%	II
Sadine 1	497,3	33,8	7%	200	7%	II
Abdessadok	374,8	20,5	6%	270	15%	III
Arara	299,0	50,0	16%	200	45%	III
Brahim Zaer	286,8	28,7	10%	130	18%	III
Dékikira	392,7	42,8	9%	200	22%	III
El Amadi	633,5	112,1	14%	350	20%	III
El H'Nach	439,0	60,7	13%	200	25%	III
El Moudhi	272,9	27,2	10%	140	20%	III
Fidh Ben Naceur	312,4	22,3	6%	230	20%	III
Janet	497,2	66,2	12%	200	22%	III
Kamech	662,4	136,5	18%	380	50%	III
Saadine	411,5	76,5	16%	250	45%	III
Sadine 2	486,4	75,3	16%	250	30%	III
Sbaihia	483,8	28,1	5%	250	13%	III
Zectoune	385,0	80,0	19%	180	30%	III

## Caractéristiques du fonctionnement hydrologique du réseau des lacs collinaires



- **Classe I** : bassins versants aménagés ou des bassins versant avec une prépondérance de l'occupation forestière ou aussi des sols bien filtrants,

- **Classe II** : bassins versants de pentes moyennes et des sols argileux ou marneux affectés par les phénomènes de retrait et de gonflement,

- **Classe III** : bassins versants cultivés à plus de 75% sur sols à argiles gonflantes (plus de 40% de la superficie du bassin versant).

## *Fonctionnement sédimentaire des lacs collinaires*

Pour la période d'observations, le régime hydrologique est représentatif d'une plus longue période:

- durée de vie moyenne de 50 ans (dimensionnement),
- durée de vie minimale de 8 ans
- durée de vie maximale de 98 ans.
- La vitesse moyenne de sédimentation est de l'ordre de  $8,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$  ( $0,6 - 26,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ ).



## *Fonctionnement sédimentaire des lacs collinaires*

- Après 10 ans de fonctionnement:
  - 20% des lacs collinaires totalement envasés,
  - 30% des lacs collinaires ont perdu plus de 40% de leurs capacités
  - le reste ayant une capacité supérieure à 75% de la capacité initiale.
- Après 25 ans de fonctionnement:
  - 20% des lacs collinaires auront une capacité supérieure à 50% de la capacité initiale
  - 40% des lacs collinaires totalement envasés.

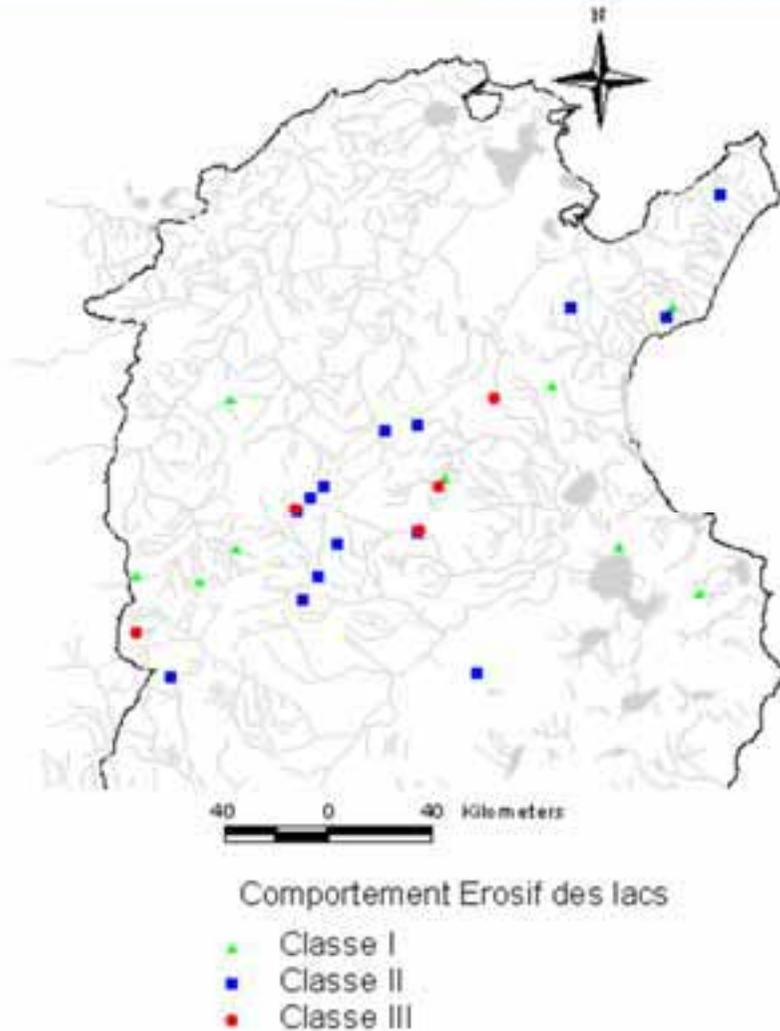


## *Fonctionnement sédimentaire des lacs collinaires*

- Les bassins versants ayant une érosion très plus forte supérieure à 15 m<sup>3</sup>/an/ha:  
bassins à pente moyenne à forte, avec des sols dominés par des marnes ou des argiles, cultivés à plus de 50% et non aménagés en banquettes ou en reboisements.
- Les bassins versants ayant une érosion moyenne, comprise entre 5 à 15 m<sup>3</sup>/ha/an:  
bassins versants à pente moyenne à très forte, sur des sols composés par des marnes ou des argiles, sans aménagements anti-érosifs ou peu aménagés par les ouvrages hydro-forestiers.
- Les bassins versants l'érosion est très faible, inférieure à 5 m<sup>3</sup>/ha/an:  
bassins à pente moyenne à faible et de forme allongée, sur lesquels la couverture lithologique comporte une part notable de roches dures, très aménagés ou moyennement aménagés.



## Comportement Erosif du réseau des lacs collinaires



- **Classe I** : Erosion est très faible, inférieure à  $5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ ,

- **Classe II** : érosion moyenne, comprise entre 5 à  $15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ ,

- **Classe III** : érosion très plus forte supérieure à  $15 \text{ m}^3/\text{an}/\text{ha}$ .

## Conclusions

- *Cette analyse hydrologique et sédimentaire globale a permis d'étudier les relations entre la pluie et le ruissellement et l'envasement des retenues des lacs collinaires sans tenir compte de la variabilité spatiale des facteurs de ruissellement et de l'érosion, mais en tenant compte de leurs variabilités temporelles à l'échelle du bassin .*
- *Elle permet de comprendre le fonctionnement global des bassins versants et d'en déduire plusieurs caractéristiques qui peuvent aider le développement au niveau de la gestion et la construction de ces ouvrages hydrauliques.*



## Conclusions

- *L'espérance de vie des lacs collinaires de la Dorsale tunisienne varie de 10 à plus 100 ans. Il est possible de prolonger leur durée de vie en rehaussant la digue et (ou) le déversoir.*
- *Des règles ont pu être établies pour estimer l'envasement des retenues collinaires et évaluer les ressources en eau disponibles en fonction des caractéristiques physiques et physiographiques de leurs bassins versants.*
- *Cependant, beaucoup reste à faire pour améliorer ces estimations et améliorer également la valorisation des aménagements, les études sociales, agronomiques et économiques restant encore modestes autour des lacs collinaires tunisiens.*





*Merci*

Pour votre attention

*Fin*