

# **Quantification du transport solide en suspension dans le bassin versant de Oued El Ardjem.**

**CHENAOUI BAKHTA**

**Faculté des sciences et science de l'ingénieur.  
Université de CHLEF. Algérie.**

## **Résumé :**

Les problèmes de sauvegarde et de gestion des ressources en eaux sont devenus de plus en plus pressants. Les besoins en ces ressources, toujours croissants, augmentent les risques de leur dégradation. Des millions de tonnes de terre partent ainsi chaque année rejoindre la mer via les cours d'eau et une importante quantité va se déposer au fond de nos barrages.

Notre travail consiste à une présentation monographique, une approche à la fois analytique et synthétique des modalités de l'écoulement, du régime hydrologique et du transport des sédiments en suspension afin de déterminer les ressources en eau superficielles et leur variabilité spatio-temporelle.

Aussi, notre étude s'articulera en deux parties principales :

-en premier lieu, le diagnostic physico géographique du bassin versant qui permettra de caractériser les principaux facteurs naturels intervenant dans l'alimentation en eau et dans l'écoulement déterminant ainsi le comportement hydrologique du bassin.

-en seconde partie, l'étude de la station hydrométrique de OULED BEN ABDELKADER et quantification du transport solide en suspension en se basant sur la méthode de régression en utilisant les différents modèles régressifs reliant le débit liquide et le débit solide à différentes échelles temporelles.

**Mots clés :** bassin versant, modèle régressif, transport solide, quantification, suspension.

## **INTRODUCTION :**

Les ressources en eau en Algérie constituent l'une des principales richesses sur lesquelles repose la prospérité et le développement du pays. Malheureusement ces ressources sont menacées par la perte de capacité de stockage des barrages due au phénomène d'envasement.

L'envasement ou l'alluvionnement est la conséquence naturelle de la dégradation des bassins versants. Il constitue actuellement une préoccupation aux projecteurs et aux exploitants d'un pays caractérisé par un taux d'accroissement démographique élevé, cause nécessaire pour conserver les réserves d'eaux existantes. Dans ce cadre, la présente étude vise à analyser l'état d'envasement de barrage sidi- yacoub de capacité de 268Mm<sup>3</sup>.

Devant les difficultés trouvées pour la maîtrise de l'alluvionnement, la définition de l'état d'envasement est obligatoire. Les levées bathymétriques sont la base de cette analyse, les présentes approches de quantification visent à fournir aux responsables de la mobilisation en eau la situation présente et future de notre barrage, tout en développant les facteurs dont dépendent les apports solides, ainsi que leur dépôt. L'analyse statistique est l'une des méthodes efficaces permettant d'aboutir à des résultats satisfaisants.

Cette étude nous conduit à la projection de mesures préventives car aucun barrage ne peut être à l'abri de l'envasement.

## **I/-ETUDE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED LARDJEM :**

### **1-PRESENTATION :**

Le bassin versant de Oued El Ardjem est situé dans le massif de l'Ouarsenis qui appartient à l'Atlas tellien, il constitue un important chaînon montagneux compris entre la plaine de Chélif au nord, et la parallèle de Tiaret au sud. Il présente des ensembles naturels très variés.

L'Oued El Ardjem dont l'exutoire se trouve à sidi -Yacoub au sud de Chleff est orienté Sud- nord Ouest. Les limites de notre bassin s'étendent d'ouest en Est entre les parallèles 1°15' et du nord au sud entre les altitudes 35°58' et 35°36'.

### **2-CARACTERISTIQUES:**

Le bassin versant de l'oued El Ardjem est caractérisé par une superficie de 918 km<sup>2</sup> et un périmètre de 156 km<sup>2</sup>, à une pente moyenne de 21.62 m/km sur une longueur de 62,72 km.

Son relief est fort selon la classification ORSTOM, l'altitude maximale, minimale et moyenne étant respectivement de l'ordre de 1270 m, de 190 et de 682,307 m avec une dénivelée spécifique de 323.648 m. L'indice de compacité  $k_c=1.44$  montre que le bassin est

de forme allongée. L'oued principal draine un ensemble de régions hétérogènes, aux chaînes montagneuses de l'Ouarsenis, ces régions sont les plus dégradées, les plus difficiles à restaurer, sa destruction est profonde et dont le relief est fortement accidenté (Sari, 1977). 35% de la superficie du bassin est comprise entre 800 et 1200 m ; ou l'oued El Ardjem et ses affluents sont torrentiels à l'amont, vu la part importante des précipitations d'hiver reçu par cette chaîne montagneuse, à la sortie de cette dernière, l'oued pénètre dans la plaine de Chélif en perdant sa torrencialité. Le bassin est caractérisé par une pluviométrie faible (359mm en moyenne) et une structure géologique complexe dans la partie sud-ouest du bassin et une forte précipitation (605mm en moyenne) et une structure géologique simple dans zone centrale du bassin et enfin par une faible pluviométrie et une structure géologique simple dans la partie Nord-est.

Le barrage de Sidi yacoub est soumis à un envasement qui fait diminuer sa capacité initiale. La cause essentielle de cet envasement rapide de la retenue du barrage provient de la nature des caractéristiques de son bassin versant formé de roches tendres avec un couvert végétal mince et dégradé par l'homme.

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques du bassin.

**Tableau N° I .1 : caractéristiques hydro-morphométriques du bassin versant.**

Désignation	Unité	Symbole	Valeur
Superficie	Km <sup>2</sup>	A	918
Altitude max	m	Hmax	1270
Altitude moy	m	Hmoy	682.31
Altitude min	m	Hmin	190
périmètre	Km	P	156
Indice de compacité	-	Kc	1,44
Indice de pente globale	%	Ig	0.01
Indice de pente de roche	%	Ip	0.48
Densité de drainage	Km/km <sup>2</sup>	D <sub>d</sub>	4,38
Largueur du R.Eq	km	L	14,64
Longueur du R.Eq	km	l	62,72
Classe de relief	-	-	R <sub>6</sub>
La pente moyenne	m/km	I <sub>m</sub>	21.62

## **II/-CLIMAT ET HYDROLOGIE**

Le climat de notre zone d'étude est de type méditerranéen avec une long période estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide, les valeurs de précipitation sont très variables d'une année à l'autre au point de vue quantité et répartition. Tandis que les régions thermiques sont relativement homogènes. La température moyenne est de l'ordre de 18,2°C. L'évapotranspiration est de l'ordre de 1500mm, avec un maximum de 237mm au mois de juillet, et un minimum de 37mm au mois de décembre.

Le bassin versant a une pluviométrie moyenne annuelle de 323.62mm évaluée par la méthode de THIESSEN à partir des observations des postes pluviométriques sur une période de 18 ans.

Le bassin versant est contrôlé par une seule station hydrométrique. Les caractéristiques de l'écoulement annuel de cette station sont représentées dans le tableau II .1

**Tableau N° II.1 : Caractéristiques de l'écoulement annuel (Période 85/86-2002/2003)**

années	Q <sub>0</sub> (m <sup>3</sup> )	M <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>	h <sub>0</sub>
85-86	2.00	2.17	63.06	68.69
86-87	1.07	1.16	33.84	36.86
87-88	1.23	1.33	38.73	42.19
88-89	1.45	1.58	45.83	49.92
89-90	1.26	1.36	39.6	43.13
90-91	0.94	1.02	29.63	32.27
91-92	1.19	1.29	37.5	40.84
92-93	1.15	1.25	36.21	39.44
93-94	0.91	0.98	28.63	31.18
94-95	3.30	3.59	104.113	113.41
95-96	1.76	1.92	55.62	60.58
96-97	1.15	1.24	36.13	39.35
97-98	1.37	1.49	43.15	47
98-99	1.38	1.49	43.39	47.26
99-00	1.16	1.26	36.68	39.95
00-01	1.48	1.61	46.74	50.91
01-02	1.13	1.23	35.73	38.92
02-03	0.72	0.77	22.56	24.57

### III. PRESENTATION DE LA BANQUE DES DONNEES :

Toutes les recherches qui sont faites sur le transport solide mettent en cause la difficulté de mesure du charriage malgré qu'il constitue une part considérable du transport total. Il ne s'agit donc que des mesures du transport en suspension.

Les données nécessaires pour cette étude sont:

- les débits liquides instantanés obtenus à partir des barèmes d'étalonnage établit par l'A.N.R.H. d'Alger;

- les concentrations journalières instantanées obtenues à partir des fiches d'analyse des eaux;
- un fichier traité sous forme d'annuaire de débit moyen journalier;
- les hauteurs d'eau instantanées saisissent par l'A.N.R.H. d'Oran.

L'objectif à atteindre à travers le traitement des débits moyens journaliers est de voir comment se présente l'écoulement durant la période 1985/1986 à 2002/2003. Quelles en sont les années sèches des années humides, pouvant nous aider dans la recherche de modèles entre le débit solide-débit liquide pour le bassin versant de Oued El Ardjem.

Pour cela on a calculé l'hydraulicité de station hydrométrique. Il existe donc une relation entre les débits liquides et les débits solides. Pour calculer ces derniers, on procède comme suit: les débits liquides instantanés exprimés en  $m^3/s$  sont transformés en débits solides instantanés par l'intermédiaire des concentrations qui sont exprimées en gramme par litre.

En général cette méthode consiste à apporter les données point par point puis à ajuster une équation par la méthode des moindres carrées pour deux variables. On détermine des relations régressives entre deux paramètres ensuite on utilise ces relations pour calculer et combler les données manquantes. On se limite si possible aux méthodes de régression linéaire et baserons les travaux sur la méthode des moindres carrées.

Les principaux modèles régressifs sont:

- Le modèle linéaire:  $Y = a + b X$
- Le modèle parabolique:  $Y = a + b X + c X^2$
- Le modèle exponentiel:  $Y = b e^{aX}$
- Le modèle puissance:  $Y = b X^a$
- Le modèle logarithmique:  $Y = b \ln X + a$

Le principe des moindres carrées a pour but de trouver l'équation d'ajustement qui rend minimum l'écart ou la différence entre les valeurs observées dans la réalité et les valeurs théoriques données par la courbe.

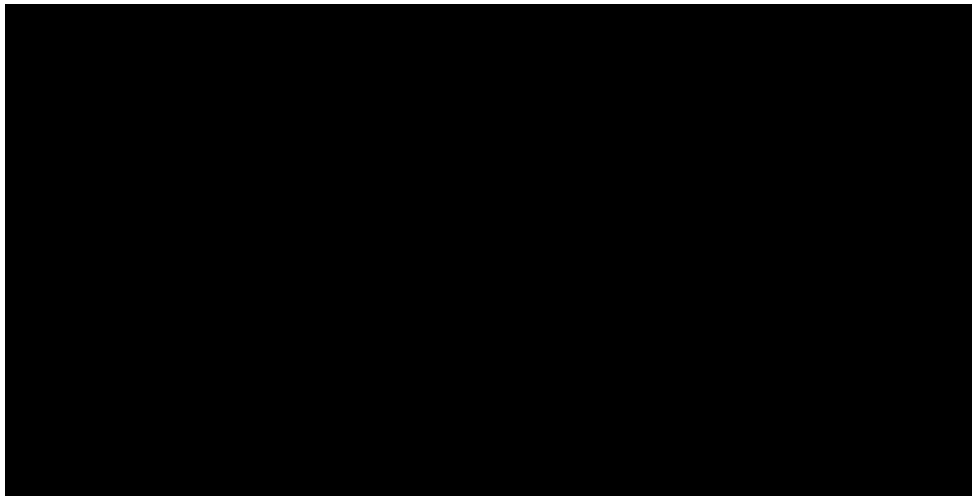
Pour s'assurer de la validité objective de l'ajustement, on calcule le coefficient de corrélation linéaire qui sert à mesurer l'intensité ou le degré de dépendance entre les deux variables (débit liquide et débit solide). En effet plus sa valeur est supérieure à 0,7 et plus l'ajustement des observations est bon.

### **3.1. Etablissement des relations de corrélation**

#### **1-Etablissement des relations de corrélation à l'échelle interannuelle**

On associe toutes les observations et on recherche les relations interannuelles, on utilisant les différents modèles régressifs.

La mise en graphe de l'ensemble des données de débits solide et liquide; comme le montre la figure laisse apparaître une dispersion sous forme d'éventail dont le modèle



puissance semble le mieux l'ajuster au vu de la valeur du coefficient de détermination  $R^2$ .

**Fig.1. Relation débit solide-débit liquide à l'échelle interannuelle**

#### **2-Etablissement des relations de corrélation à l'échelle annuelle**

Pour cela, on associe pour chaque station toutes les observations annuelles et pour chaque année, on fait la mise en graphe qui permet le choix du modèle régressif.

Au vu de La valeur de  $R^2$ , il y a lieu de constater que deux modèles ajustent les données, à savoir les modèles puissance et parabolique à l'exception de quelques années. On reporte quelques figures qui semblent les plus représentatives des modèles retenus (puissance et parabolique) pour la station représentative du bassin versant.

### 3-Etablissement des relations de corrélation à l'échelle mensuelle

Dans cette étape, on regroupe pour chaque station hydrométrique les couples de chaque mois sur toute la période d'observation (18 années).

Suivant les valeurs de  $R^2$  indiquées, le modèle puissance offre la meilleure corrélation.

### 4-Etablissement des relations de corrélation à l'échelle saisonnière

On regroupe les observations (débit liquide, débit solide) mensuelles selon le découpage hydrologique habituel de l'année en quatre saisons, à savoir:

Automne: septembre, octobre et novembre;

Hiver: décembre, janvier et février;

Printemps: mars, avril et mai;

Eté: juin, juillet et août.

Le modèle puissance offre une bonne corrélation pour le regroupement des données par saison.

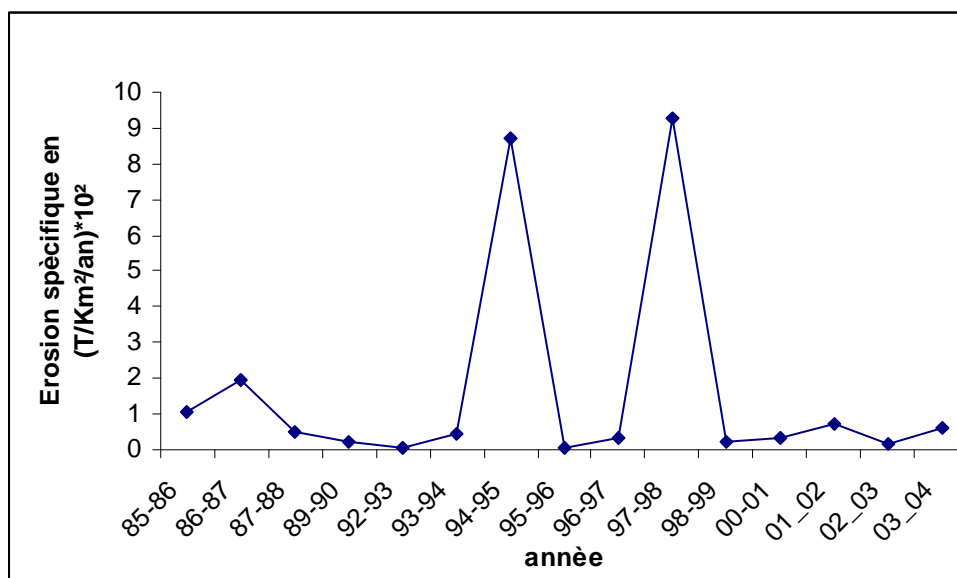
## **3.2. Les débits instantanés**

Une autre méthode d'homogénéisation des données est de prendre les hauteurs instantanées pour lesquelles il n'y a pas eu de mesure de concentration et dont les débits correspondants sont complétés à partir des barèmes d'étalonnage et de calculer le débit solide instantané pour chaque hauteur, ensuite pour chaque jour de l'année à partir du modèle retenu.

Une fois l'homogénéisation est faite, on compare les résultats (ceux trouvés avec les débits moyens journaliers tirés des annuaires et ceux trouvés à partir des débits instantanés tirés des mesures). Le but est de montrer l'erreur relative qui peut exister en utilisant les données instantanées ou les données moyennes.

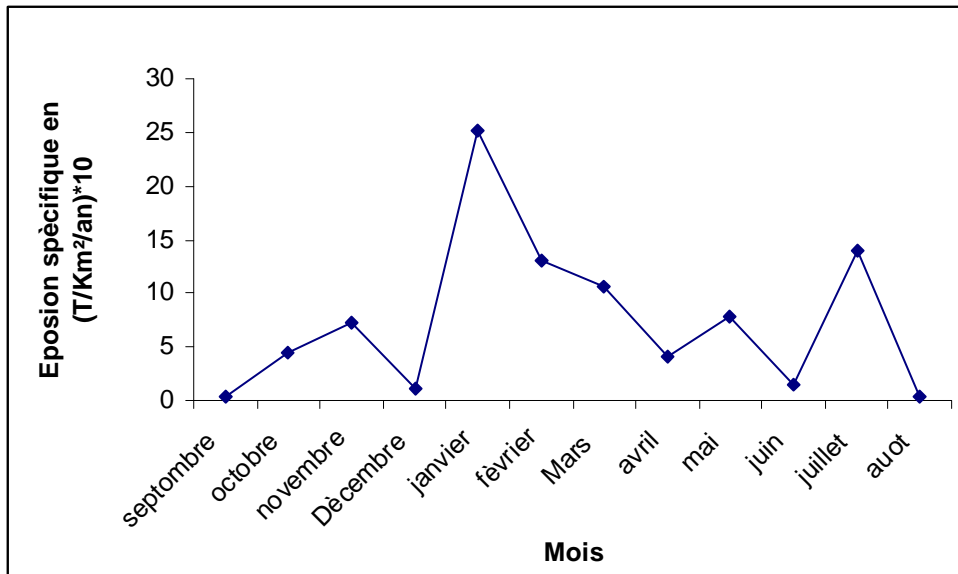
#### **IV/- RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

L'érosion spécifique a été calculée au droit de la station dont la variation annuelle est donnée par la figure IV.1.



**Figure (IV.1) : Variation de l'érosion spécifique à l'échelle annuelle**

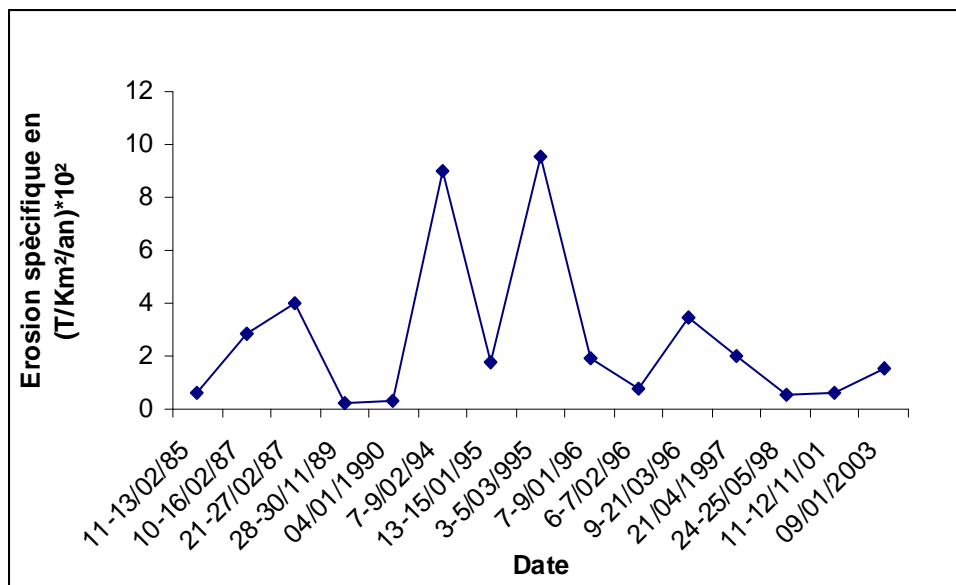
L'application du modèle puissance à l'échelle mensuelle a permis de quantifier l'apport de sédiments et de même l'érosion spécifique.



**Figure (IV.2) : Variation de l'Erosion spécifique a l'échelle mensuelle**

Vu que la plupart des effets de transport solide se manifestent durant les crues, on a sélectionné quelques crues exceptionnelles pour savoir la relation qui existe entre les débits liquides et les débits solides.

Les crues sélectionnées sont en nombre de 17 crues, on s'est basé pour cette sélection sur la période ou figure le plus grand nombre de prélèvement de concentration ainsi que le plus grand nombre d'apparition des crues.



**Figure (IV-3) : Variation de l'érosion spécifique de certaines crues sélectionnées.**

## **V- Conclusion :**

L'envasement des retenues est un risque sérieux pour la durée de vie de ces derniers, diminuant d'une façon accrue leur rentabilité.

Tout d'abord, à partir de la situation et la présentation de la région d'étude, on note en premier lieu que les caractéristiques du milieu prévoient l'existence d'une érosion plus ou moins remarquable.

La pente moyenne qui est de 21.62 m/km a une influence directe sur la vitesse de l'eau.

Les caractéristiques lithologiques du bassin marquant l'existence des marnes en particulier et il faut noter que les marnes sont des roches friables, donc un facteur favorable à la dégradation.

Les caractéristiques biogéographiques montre une insuffisance de la végétation toute l'année et les surfaces souvent soumises à la pâture.

Concernant les conditions climatiques, on voit que notre région est située dans une région semi aride avec une de précipitation moyenne de 323.62mm.

L'analyse des données, basée sur la méthode de régression en vue de la recherche de la meilleure relation débit solide, débit liquide aboutit à accepter le modèle régressif parabolique et l'utiliser dans la quantification du transport solide

L'apport moyen calculé est de 18087.66 tonnes /an d'où une érosion spécifique de 0.15tonnes/Km<sup>2</sup>/an.

Une analyse de l'état d'envasement de la retenue du barrage de sidi yacoub par la méthode des levés bathymétriques a montré que la retenue présente une perte de 11% de sa capacité initiale pendant 18 ans d'exploitation avec une perte de capacité annuelle 1,79%.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

- 1-Chenaoui.B, 1992: Contribution à l'étude du transport solide du sous bassin versant d'oued Haddad .Thèse d'ingénieur. Université de Chlef. Algérie
  
- 2-Chenaoui.B, 2001: Quantification de l'érosion à partir des différentes stations hydrométriques de l'oued Mina. Thèse de magister. Centre universitaire de Mascara. Algérie
  
- 3-Khaldi y. et Belabdi m, 2007 : Contribution à l'étude de l'état d'envasement de barrage de Sidi Yacoub. Thèse d'ingénieur. Université de Chlef. Algérie.
  
- 4- Khellafi et Tekfa, 2006 : Etude des paramètres de calcul de l'érosion spécifique du bassin versant de oued Sly. Thèse d'ingénieur. Université de Chlef. Algérie