

Modélisation statistique des débits liquides – débits solides dans les zones semi arides « cours d'eau de Mekerra à Sidi Bel Abbès - Bassin Versant de la MACTA »

*Hayet MADANI CHERIF **
*Abd Erezzak BOUANANI **
*Mohamed ERRIH**

Résumé

L'importance de l'eau en tant que support de vie et de facteur régulateur du développement d'un pays est universellement reconnue.

Aussi est il nécessaire de la quantifier et de la gérer aussi rigoureusement que possible.

Si les ressources en eau de surface doivent être mobilisées pour les différents besoins (agricultures, implantations de barrages et de retenues collinaires) en revanche et en raison des méthodes inadaptées actuellement utilisées, elles posent un problème majeur lorsqu'il s'agit de quantifier les éléments du bilan hydrique et cerner les problèmes de recharges des aquifères.

Le transport solide dans un cours d'eau constitue la seconde phase de l'érosion. Il relève essentiellement et met en jeu les diverses formes d'écoulement de l'eau dans la nature. L'entraînement des particules solides par un écoulement liquide est principalement fonction de la dimension de ces particules et des caractéristiques hydrauliques du courant transporteur. Donc il s'agit de mettre en évidence par des méthodes simples les variables significatives, indépendantes, capables de résumer l'ensemble des facteurs qui entrent en jeu. Alors, l'objectif de cette étude est d'améliorer la compréhension du phénomène de transport solide sous climat méditerranéen et semi aride en mettant au point des outils simples et pratiques permettant l'estimation du transport solide, paramètre nécessaire à la planification, l'aménagement et la gestion des ressources hydrauliques.

La mise en place d'outils fiables pour le calcul de la garde d'envasement des retenues de barrages n'est possible qu'à travers l'étude du transport solide, ce qui en soi permet la maîtrise et la lutte contre l'érosion et l'envasement des barrages réduisant la capacité utile de mobilisation des ressources en eau superficielles des ouvrages. Dans cet optique, le sous bassin versant de Sidi Bel Abbès qui contrôle oued Mekerra (Bassin versant de la Macta) a été choisi afin d'étudier le phénomène de transport solide en suspension et la modélisation et permettra d'évaluer les quantités des sédiments transportés par oued Mekerra et de préciser la dynamique érosive dans notre sous bassin indiqué au préalable, et par conséquent d'en tirer des conclusions quant à l'envasement des ouvrages et la perte en sol dans l'écosystème.

Notre travail s'articule essentiellement sur des données hydrométriques et hydrauliques (débit liquide instantanés, concentrations instantanées des sédiments, hauteurs d'eau...) fournies par l'ANRH d'Oran, ensuite nous tenterons d'établir quelques modèles analytiques et descriptifs débit liquide – débit solide, basés sur une approche statistique d'analyse des chroniques des données et de corrélations simples.

L'estimation des sédiments en suspension se fait par la division de la courbe de fréquence des débits liquides en plusieurs intervalles en précisant les crues et pour chaque débit liquide nous avons calculé le débit solide, ensuite nous avons établi des relations :

$Q_s = f(Q)$ durant les périodes suivantes : Annuelle, Automne, Hivers, Printemps, Eté. Après avoir trouvé le modèle qui précise l'interrelation entre les différents paramètres hydrologiques, nous avons calculé le taux d'abrasion par rapport à la surface du sous bassin de Sidi Bel Abbès.

Mots clés : Algérie, Bassin versant, Débit liquide – Débit solide, Modèle Statistique.

* Département d'hydraulique, USTO-MB

Introduction

L'ampleur de l'érosion et du transport solide dans les bassins versants des zones semi-arides méditerranéennes a suscité l'intérêt d'un grand nombre de chercheurs et ingénieurs qui ont multiplié cette dernière décennie, les études et les investigations, pour essayer de comprendre et d'expliquer les mécanismes de ces phénomènes, leurs causes et leurs conséquences.

Grâce au développement du réseau hydrométrique géré par l'agence Nationale Des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H), un nombre important de données sur les transports solides des Oueds Algériens a été requis. Ces données ont permis d'entreprendre d'importantes études quantitatives des différents phénomènes érosifs dans certains bassins versant de l'Algérie Septentrionale dont notre étude sur le sous bassin versant de Mekerra et dont on a choisi la station de Sidi Bel Abbés.

Description de la station de « Sidi Bel Abbés 11 03 01 »

Cette station est située sur les coordonnées Lambert ($X = 199.07$, $Y = 219.75$) elle occupe une superficie de 3000 Km^2 . Elle a été mise en service en « 1942 » avec des durées d'observation de : (42-61, 68-73). La station de Sidi Bel Abbés possède une passerelle avec étagère inférieure, limnigraphe et des échelles limnimétriques.

Tableau N° 01 : Les coordonnées de la station. [A.N.R.H]

| Code de la station | Nom de la station | Oued | Coordonnées | |
|--------------------|-------------------|--------------|-------------|--------|
| | | | X | Y |
| 11-03-01 | Sidi Bel Abbés | Oued Mekerra | 199.07 | 219.75 |

Au cours d'une période débutante le 16-09-1942 jusqu'à le 04-05-2001, le nombre d'observation donc est de 6778 observations.

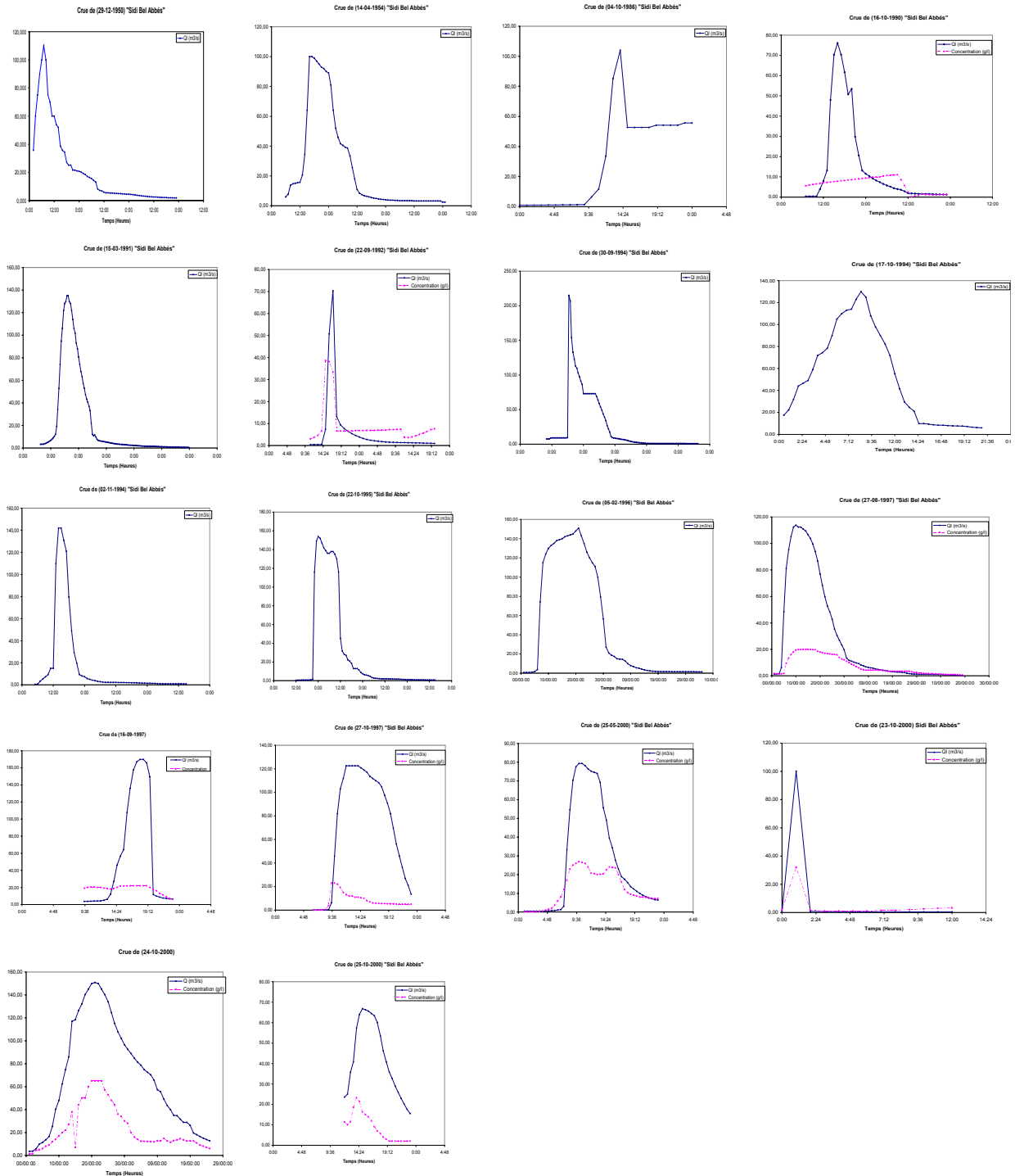
3. Données de Sidi Bel Abbès :

Les débits liquides instantanés ainsi que les concentrations ont été obtenues à partir de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique d'Oran d'une période de : 16/09/1942 jusqu'au 04/05/2001. Dix neuf (19) crues ont été sélectionnées d'après les débits liquides les plus importants (Fortes Crues) et présentées dans le tableau suivant :

Tableau N° 02 : Chronologie des crues sélectionnées.

| N° | Date | Nombre d'Observation |
|----|-----------------|----------------------|
| 1 | 29 Décembre 50 | 70 |
| 2 | 14 Avril 54 | 68 |
| 3 | 04 Octobre 86 | 25 |
| 4 | 16 Octobre 90 | 41 |
| 5 | 15 Mars 91 | 130 |
| 6 | 22 Septembre 92 | 34 |
| 7 | 30 Septembre 94 | 116 |
| 8 | 17 Octobre 94 | 42 |
| 9 | 02 Novembre 94 | 59 |
| 10 | 22 Octobre 95 | 76 |
| 11 | 05 Février 96 | 66 |
| 12 | 27 Août 97 | 79 |
| 13 | 16 Septembre 97 | 28 |
| 14 | 27 Octobre 97 | 34 |
| 15 | 27 Septembre 99 | 22 |
| 16 | 25 Mai 00 | 4.5 |
| 17 | 23 Octobre 00 | 13 |
| 18 | 24 Octobre 00 | 56 |
| 19 | 25 Octobre 00 | 23 |

Cette sélection nous a permis de tracer les hydrogrammes de crues et les turbidigrammes comme suit :



4. Modélisation statistique du transport solide

Parmi les méthodes de contrôle des données, on a les méthodes de corrélation – régression pour l’homogénéisation à l’extension des données. Le choix du modèle est basé sur la valeur la plus élevée du coefficient de détermination « R^2 » pour l’ensemble des relations de corrélation (annuelles, saisonnières).

Ces relations peuvent servir de base pour :

- Le comblement des lacunes d’observation et par suite, l’évaluation des apports solides à différents pas de temps.
- L’amélioration des paramètres statistiques des séries courtes de débits solides par corrélation avec les séries longues de débits.
- L’interprétation du phénomène des transports solides.

Compte – tenu de l’influence saisonnière sur le phénomène des transports solides, nous avons naturellement cherché à établir des relations saisonnières, afin d’une part d’éviter les trop fortes dispersions, d’autre part de disposer d’échantillons suffisants de couples de valeurs.

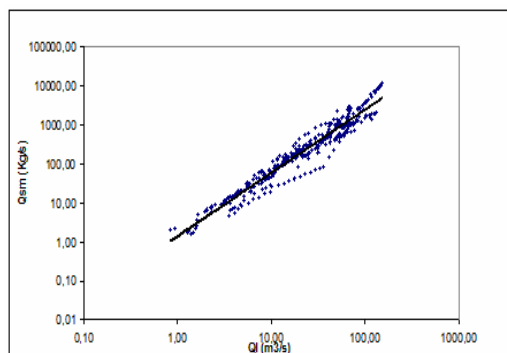


Fig (01) : Relation entre Débit liquide – Débit solide pendant L'AUTOMNE.

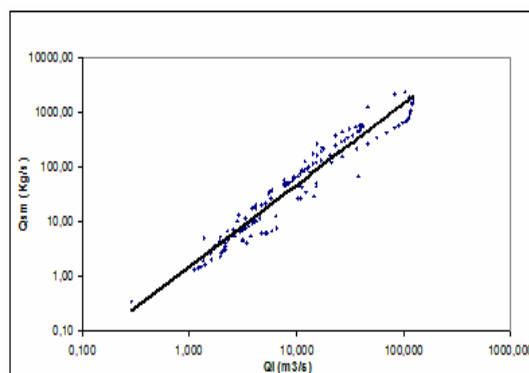


Fig (02) : Relation entre Débit liquide – Débit solide pendant L'HIVER.

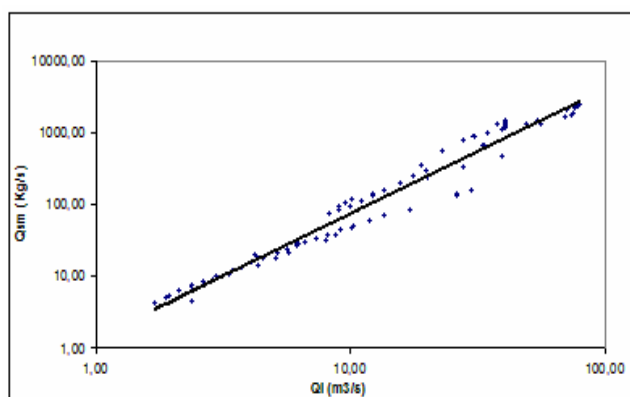


Fig (03) : Relation entre Débit liquide – Débit solide pendant L'PRINTEMPS

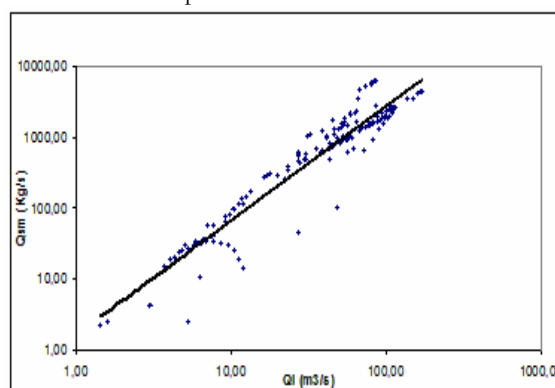


Fig (04) : Relation entre Débit liquide – Débit solide pendant L'ETE.

Pour les données de la station étudiée des regroupements effectués suivant quatre (04) saisons ont donné des résultats acceptables récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 03 : Différents coefficients à « Sidi Bel Abbés »

| Période | Nombre de points | Coefficient A | Coefficient K | Coefficient de corrélation (%) | Relation |
|-----------|------------------|---------------|---------------|--------------------------------|----------------------------|
| Annuel | 777 | 1.6193 | 1.4357 | 93.63 | $Q_{sm}=1.4357 Q^{1.6193}$ |
| Automne | 386 | 1.619 | 1.427 | 93.78 | $Q_{sm}=1.427 Q^{1.619}$ |
| Hivers | 154 | 1.4933 | 1.5316 | 93.78 | $Q_{sm}=1.5316 Q^{1.4933}$ |
| Printemps | 83 | 1.7321 | 1.3823 | 95.80 | $Q_{sm}=1.3823 Q^{1.7321}$ |
| Eté | 154 | 1.6109 | 1.652 | 90.79 | $Q_{sm}=1.652 Q^{1.6109}$ |

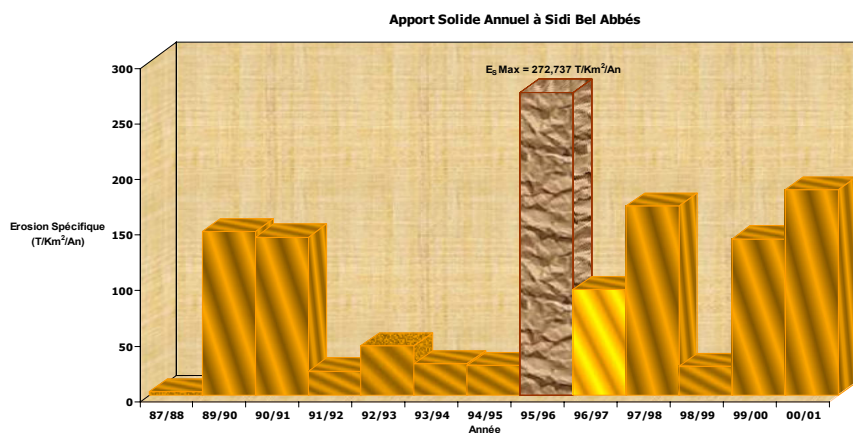
Selon les valeurs du coefficient de détermination, on retient le **modèle puissance** pour toutes les relations pendant toutes les saisons.

Donc, d’après cette méthode d’analyse qui est la corrélation, on peut dire que la relation qui lie le débit solide au débit liquide et par suite la concentration est une relation **puissance**.

Le modèle $Q_s = K \cdot Q_i^A$ combiné avec la courbe des débits classés, nous a permis d'évaluer le débit solide moyen en suspension et total. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° 04 Apport solide annuel à « Sidi Bel Abbés »

| Année | C moyenne (Kg/m ³) | Apport Liquide (Hm ³) | Ts Suspension (T/an) | Ts charriage (T/an) | Ts Total (T/an) | Abrasion (T/Km ² /an) |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| 87/88 | 0,404 | 19,010 | 7 686,788 | 1 537,358 | 9 224,145 | 3,075 |
| 89/90 | 9,811 | 37,590 | 368 806,442 | 73 761,288 | 442 567,731 | 147,523 |
| 90/91 | 10,786 | 33,000 | 355 947,008 | 71 189,402 | 427 136,409 | 142,379 |
| 91/92 | 3,017 | 18,070 | 54 517,314 | 10 903,463 | 65 420,777 | 21,807 |
| 92/93 | 7,290 | 15,320 | 111 675,355 | 22 335,071 | 134 010,426 | 44,670 |
| 93/94 | 5,902 | 12,060 | 71 177,831 | 14 235,566 | 85 413,397 | 28,471 |
| 94/95 | 1,561 | 42,960 | 67 060,560 | 13 412,112 | 80 472,672 | 26,824 |
| 95/96 | 9,749 | 69,950 | 681 932,066 | 136 386,413 | 818 318,480 | 272,773 |
| 96/97 | 11,507 | 20,730 | 238 546,337 | 47 709,267 | 286 255,604 | 95,419 |
| 97/98 | 10,271 | 41,470 | 425 940,225 | 85 188,045 | 511 128,270 | 170,376 |
| 98/99 | 7,376 | 8,760 | 64 612,938 | 12 922,588 | 77 535,525 | 25,845 |
| 99/00 | 17,835 | 19,730 | 351 875,919 | 70 375,184 | 422 251,103 | 140,750 |
| 00/01 | 18,599 | 24,880 | 462 734,395 | 92 546,879 | 555 281,274 | 185,094 |
| Moyenne | 8,778 | 27,964 | 250 962,552 | 50 192,510 | 301 155,062 | 100,385 |



5. Interprétation :

1- D'après les résultats de corrélation pour la station de Sidi Bel Abbés illustrés sur le tableau N°03, on note un coefficient de corrélation significatif, qui est en moyenne de 93%, presque constant pour toutes les saisons.

2- D'après les résultats du Tableau N° 04, la station de Sidi Bel Abbés évacue un apport solide annuel moyen de 300 000 tonnes, représentant un taux d'abrasion moyen de 100 tonnes/km²/an. L'année hydrologique 95/96 enregistre un tonnage le plus important de l'ordre de 800 000 tonnes, induit par une abrasion plus de 200 tonnes /km²/an.

6. Conclusion

L'étude du transport solide de l'oued Mekerra se heurte à l'insuffisance des données et aux mesures très discontinues, qualitative et quantitatives.

Dans ce bassin caractérisé par l'irrégularité de la pluviométrie, des hautes eaux et des crues très importantes qui sont la conséquence d'un ruissellement intensif des précipitations torrentielles, par un couvert végétal souvent discontinu, l'érosion est très active car c'est le résultat d'un processus de dénudation de sol et qui admet une signification morphologique et hydrologique, essentiellement sur les pentes fortes et les berges de l'Oued.

Concernant les relations statistiques de forme $Q_s = F(Q)$, les analyses mettent en évidence le modèle puissance pouvant être utilisé pour obtenir des relations acceptables, sous conditions que les données utilisées soient suffisantes du point de vue statistique et hydrologique (c'est à dire décrivant l'ensemble du régime hydrologique).

L'objectif de cette étude est d'améliorer la compréhension du phénomène de transport solide sous climat méditerranéen et semi aride et mettre au point des outils simples et pratiques permettant l'élaboration des données nécessaires à la planification, l'aménagement et la gestion des ressources hydrauliques pour lutter contre l'érosion et l'envasement des barrages qui provoquent la diminution des volumes d'eau utiles d'où cette dernière constitue un facteur déterminant du développement économique.

L'étude d'un cas particulier a permis de mettre en évidence l'intérêt :

- D'aborder le problème à l'échelle de l'évènement.
- D'élaborer des outils simples, faciles à mettre en œuvre et directement utilisables par le planificateur, le concepteur ou le gestionnaire des aménagements hydrauliques, pour la prédétermination et la prévision des apports solides en tout point de territoire.
- D'évaluer correctement les paramètres statistiques des apports solides sur un bassin donné, même dépourvu d'observation.
- La mise au point de modèles de simulation dès le stade de la conception pour le dimensionnement optimum des ouvrages.