

## ГІДРОТЕХНІКА

УДК 627.42: 627.512

**Hafied Yacine**, **Éudiant poste graduation**, **Lubomir Shynkaruk**, **PhD**, **Maître de conférences**, **Khlapuk Mikola**, **Docteur d'état**, **Professeur** (Université Nationale de l'Eau et l'Environnement de Rivne, Ukraine), **Marouf Nadir** (Université de Oum El Bouaghi, Algérie), **Meddour Ahmed Salah Eddine**, **PhD**, **Maître assistant** (Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie)

### **LA CHARGE SEDIMENTAIRE DANS CERTAINS BASSINS DU NORD-OUEST ALGERIEN**

**L'envasement des barrages en Algérie est l'un des plus complexes problèmes qui inquiètent les chercheurs du domaine, vu la quantité énorme des particules solide qui arrive aux zone de stockage. Toutes les études menées auparavant pour avoir une estimation réaliste, ont été stérile à cause du manque des données historique qui présentent une armada des lacunes, l'insuffisance des stations hydrométriques installées et le manque des moyens humains et matériels adéquats déployés dans le secteur la quantification et la caractérisation des transports hydro-sédimentaires dans les cours est très primordiale pour avoir une évaluation concrète du transport solide permet de déterminer une exacte longévité des retenues ainsi qu'une meilleure dimension des infrastructures des barrages. Cette étude est basée sur les cours d'eau ordinaires du nord-ouest de l'Algérie, qui restent peu étudiés jusqu'à présent.**

**Mots-clés:** transport solide, bassins versant des nord-ouest Algérien, evasement des barrages.

#### **I. INTRODUCTION**

En raison de son climat semi-aride, l'irrégularité de son relief et sa pluviométrie, et la rareté de la couverture végétale, le nord ouest d'Algérie est l'une des régions les plus vulnérables à l'érosion des sols.

L'importance de sédiments qui atteignent l'assiette des barrages par le dépôt intensif ramenés par les cours d'eau, a incité un bon nombre des chercheurs qui ont essayé de donner une interprétation physique, mathématique voire statistique de mécanisme afin d'arriver au bon métrise de la quantification du transport solide. On citera les

travaux de Tixeront, (1960), J. Capolini (1965-1962), Heusch (1982), Milliman et Meade (1983), Sogreah (1983), Walling (1984), Lahlou (1990), Probst et Suchet (1992), Ghorbel et Claude (1977), Rais et Abidi (1989), Albergel et al (1998), Snoussi et al. (1990), Merzouki (1992), Moukhchane et al. (1998), Demmak (1982), J. Colombani-C. Olivry (1984), A. GHorbel-J. Claude (1997), Bourouba (1996, 1998), B. Remini (1998), Terfous et al. (2001, 2003), Ghnim (2001) et Megnounif et al. (2003), Bouanani (2004), M. Meddi (2005) qui ont étudié quelques bassins versants Tunisiens, Algériens et Marocains.

L'analyse de toutes les études classiques menées précédemment sur le nord-ouest Algérien nous avons constaté que toutes les formules utilisées sont échouées pour les différentes raisons, on cite parmi elles à titre d'exemple:

- ces formules ne prennent pas en considération toutes les caractéristiques des oueds en Algérie;
- la plus part de ces formules sont adaptées et efficace pour un climat européen, qui est différent au climat Algérien;
- la complexité de récolter tous les caractéristique, et paramètres du bassin versant d'une façon exacte vue la difficulté de mesure au moment des crues;
- l'erreur de mesure de chaque paramètres du bassin lorsque ils s'accumulent rend l'erreur plus importantes ce qui induit à un mauvais calcul;
- la plus part des formule sont faites pour des rivières ou fleuve et non pour des oueds dont ils fonctionnent uniquement en période de crue;
- manque d'un laboratoire de recherche spécialisé dans ce domaine.

Vu ce qui précède et la difficulté de réunir toutes les caractéristique des bassins versant notre étude se base sur les données historique de chaque stations hydrométrique des débits liquides et solides, afin d'avoir des résultats plus efficace et pour ce faire nous avons choisi le programme du réseau neurone qui est actuellement l'un des programme les plus sophistiqués pour faire ce genre de calcul à l'aide de sa superpuissance d'estimation par apprentissage.

## **2. PRESENTATION DE LA ZONE ETUDE**

Cette étude se focalise sur deux Bassins situés dans l'ouest Algérien en l'occurrence le Bassin de Cheliff et Tafna, nous avons choisi deux stations hydrométriques de chaque Bassin en appuyant bien sur

leurs richesse des données historique afin d'avoir des modèles fiables et concrets des débits solide de Nord-Ouest Algérien; les données des stations sont mentionnées ci-dessous:

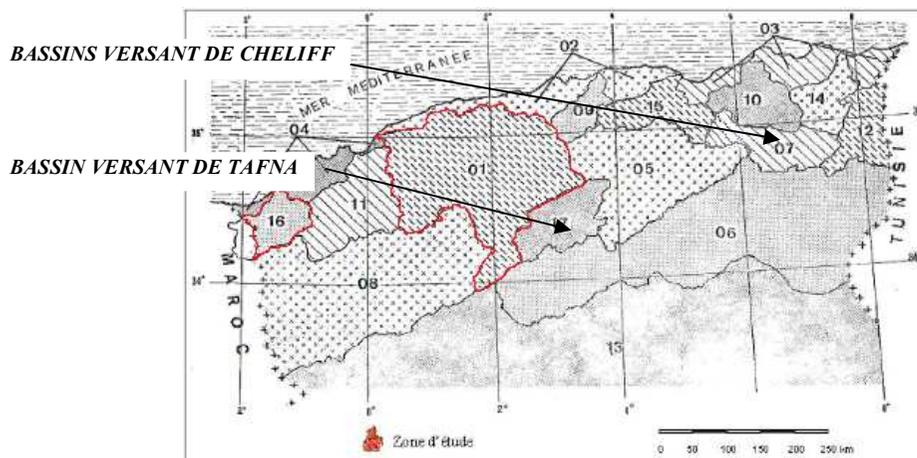


Fig. 1. Représentation des Bassins étudiés

Le choix de ces bassins est imposées par rapport à la disponibilité de données de mesure, en l'occurrence les débits liquides, débits solides et concentrations des matières en suspension, les données nous ont été fournies par les services hydrologiques de l'ANRH d'Alger, dont ils sont illustrées dans le tableau suivantes:

BASSIN	STATION	CODE	PERODE	Nombre des données
Chelif	Djidiouia RN4	01-27-01	1974-2000	4 995
Chelif	Sidi Belatter	01-36-02	1969-2001	432
Tafna	Mouilah RN7	16-02-02	1973-2001	5 943
Tafna	Pierre du chat	16-08-01	1971-2005	537

### 3. BASSINS VERSANT DE CHELLIF

#### A - Oued Djidiouia (Fig. 1)

Est un cours d'eau situé dans la Wilaya de Relizane, ayant une superficie de 835 km<sup>2</sup>, d'une altitude minimale de 70 m et maximale de 925 m, la longueur de triangle équivalent est de 51,20 km, la largeur du talweg principale est de 51 km, la densité de drainage est 3,6 km/km<sup>2</sup>, son indice de compacité 1,31 et avec un coefficient de torrentiel égal à 47,76.

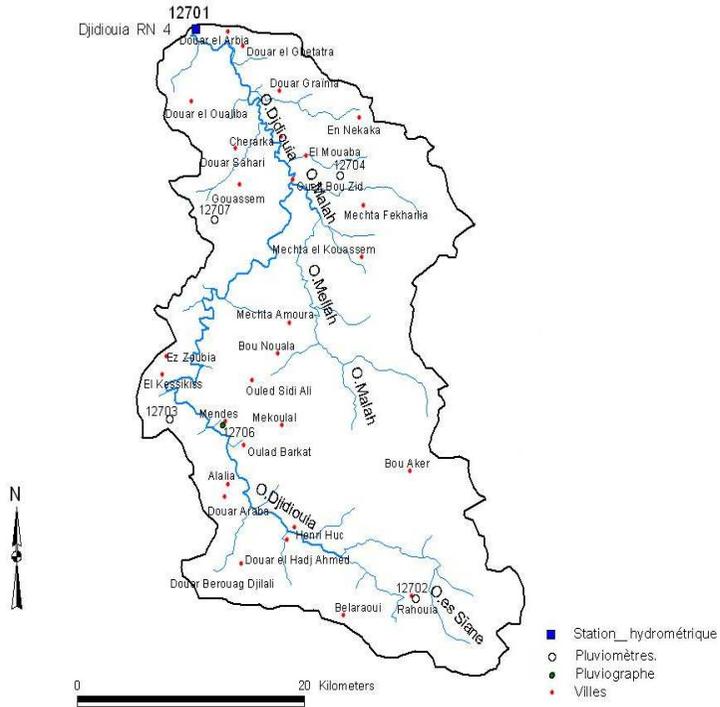


Fig. 1. Bassin versent de Oued DJIDIQUIA

**Oued: Cheliff: (Fig. 2)**

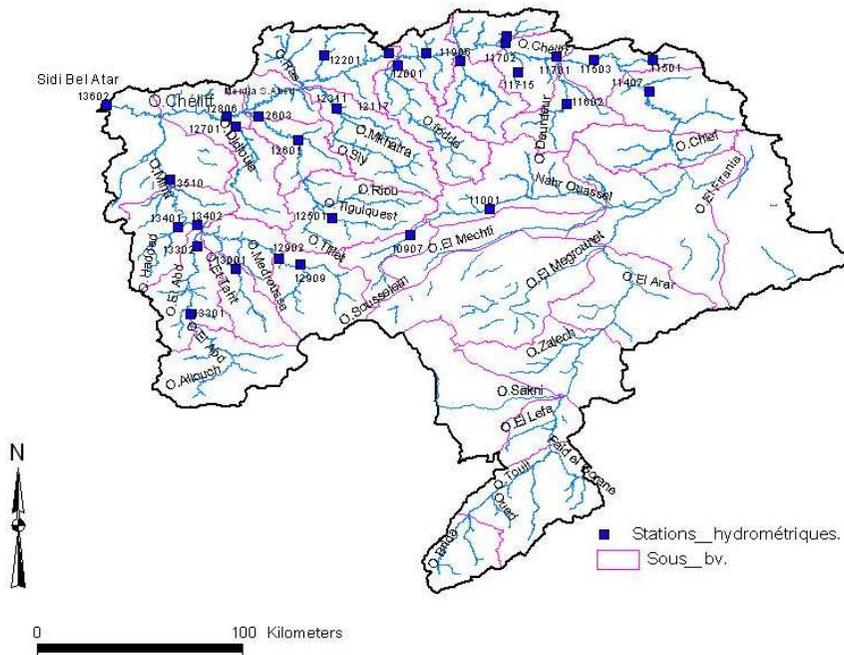


Fig. 2. Bassin versent de Oued Cheliff

Est un cours d'eau de 725 km de long situé dans le nord-ouest de l'Algérie, il prend sa source dans l'Atlas tellien et se jette dans la Méditerranée. Le Cheliff est caractérisé par une vallée très fertile. Il est le plus important fleuve d'Algérie. Il prend sa source dans l'Atlas Saharien, plus précisément dans le Djebel AMOUR qui culmine à 1 937 mètres, près d'AFLOU, avec une superficie de 43700 km<sup>2</sup> et un altitude minimale de 20 m et maximale de 1983 m, d'une longueur du rectangle équivalent de 619,00 km, et la longueur du thalweg principal 759,00 km, son indice de compacité 1,85.

#### 4. BASSINS VERSANT DE TAFNA

##### A- Oued Tafna (Fig. 3)

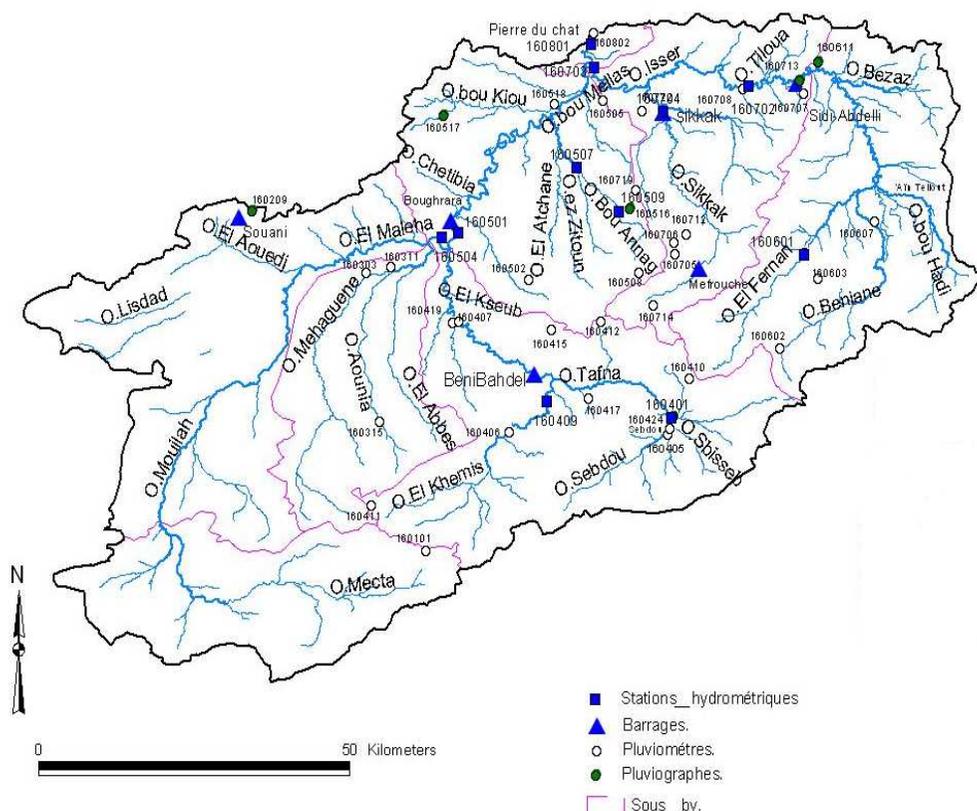


Fig. 3. Bassin versant de Oued Tafna

Est un cours d'eau de 170 km de long s'étire dans la wilaya de Tlemcen et après avoir franchi des gorges sinueuses, pénètre dans la wilaya d'Aïn Témouchent, traverse la cité antique de Siga, et se jette dans la Méditerranée, le bassin hydrographique de la Tafna s'étend

partiellement au Maroc, il prend sa source dans les monts de Tlemcen au Djebel Merchiche près de Sebdou, il occupe une superficie de 6 900 km<sup>2</sup> pour un périmètre de 350 km, d'une altitude minimale de 50 m et maximale de 1824 m, avec un indice de compacité de 1,18, la longueur de rectangle équivalent est de 115 km.

### **B - Oued de Mouillah (Fig. 4)**

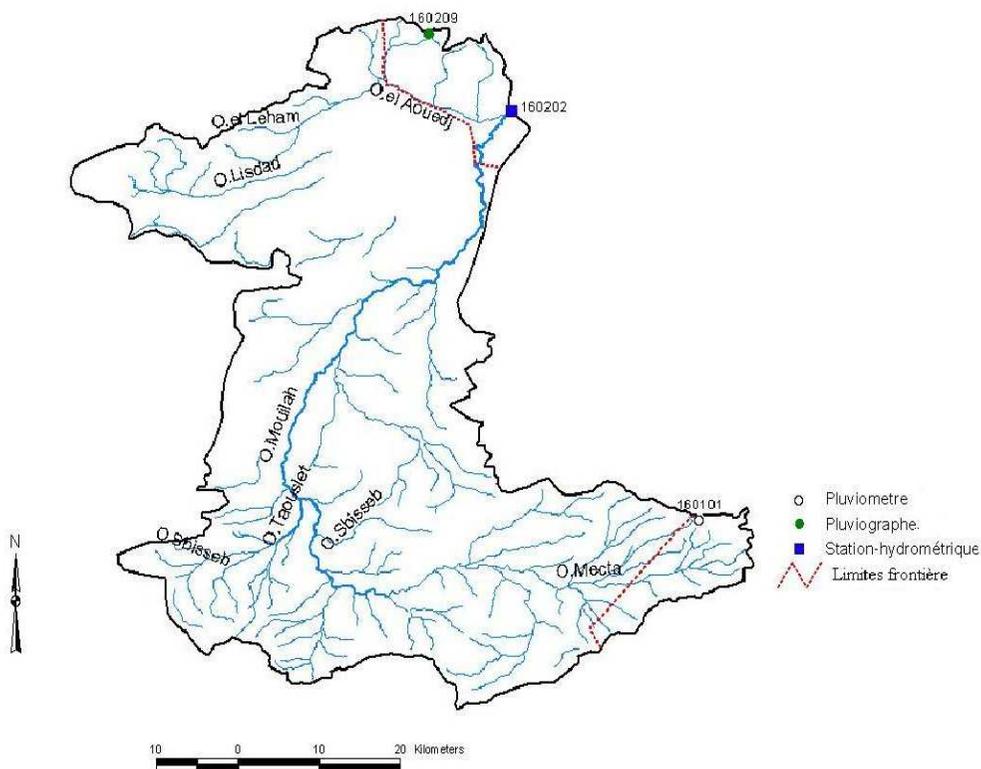


Fig. 4. Bassin versent de Oued Mouillah

Oued Mouillah affluent rive gauche de l'Oued Tafna, prend naissance dans la région d'El Abed en Algérie à 550 m d'altitude puis pénètre au Maroc et prend le nom de l'Oued Isly et suit une cour intermittent. Il redevient permanent à l'aval de la ville de Oujda (Maroc) à 490 m d'altitude pour prendre le nom de l'Oued Bounaïm et pénètre en Algérie aux environs de Maghnia sous l'appellation de l'Oued Mouillah, il rassoit à sa rive droite, l'Oued Ouedeffou avec ses affluents. Oued Abbas, Oued Aounia et Oued Méhaguène avec une superficie de 1820 km<sup>2</sup>, il est le plus grand sur ce terme après l'oued de Tafna et un périmètre de 187 km. Sa longueur du rectangle équivalent de 65,90 km avec un indice de compacité de 1,23.

## 5. DISTRIBUTION DE DEBIT SOLIDE EN FONCTION DE DEBIT LIQUIDE

La représentation des débits solides mesurés en fonction des débits liquides mesurés de chaque station de mesures étudiées est montrée dans les graphes ci-dessous (Fig. 5):

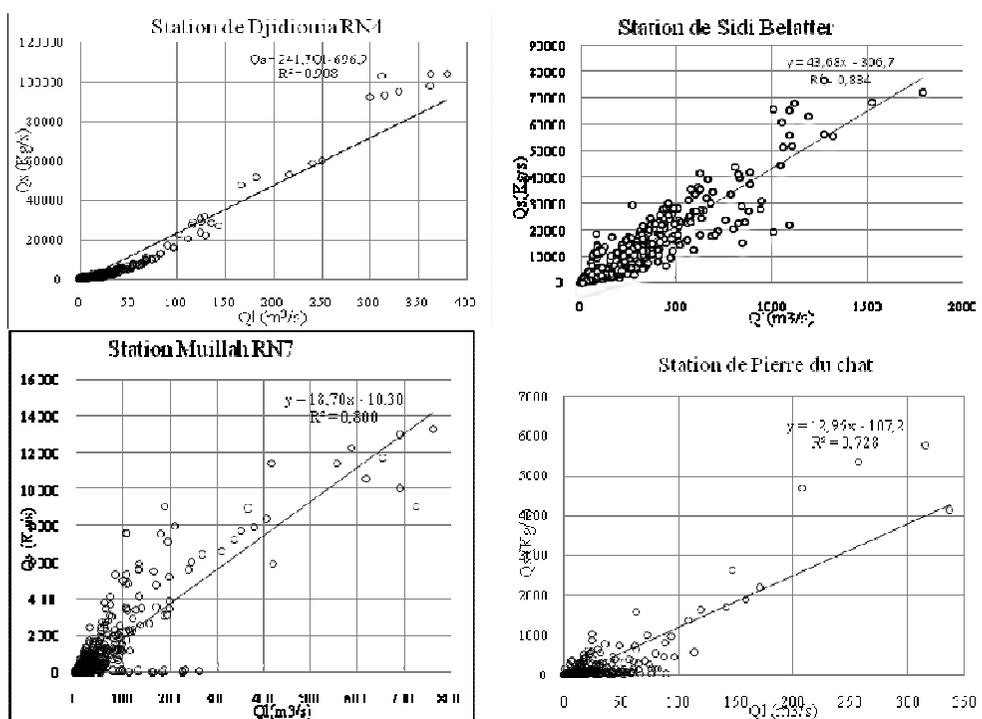


Fig. 5. Représentation de débits solides mesurés en fonction de débits liquides mesurés

Les débits solides qui sont trop faible ou bien presque nul avec un débit liquide important ne correspond qu'aux périodes des crues constatées après une crue importante qui ravage tous les sédiments dégradés par les différents facteurs de l'érosion en l'occurrence ces les périodes de septembre et octobre. L'analyse des variations des débits solides en suspension dans les oueds étudiés (Djidiouia, Cheliff, Tafna et Mouilleh) et leurs relations avec les débits liquides durant la période de prélèvement montre l'existence d'une meilleure tendance dans l'ensemble avec des corrélations varient entre (0,85-0,95) presque idéale, en conséquence le pouvoir prédictif du modèle est fort. La fonction qui relie les débits solides aux débits liquides est linéaire dans

ses paramètres, l'estimation du modèle linéaire permet de tracer la droite de régression ( $Q_s = aQ_l + b$ ) dont les constantes  $a$  et  $b$  sont indiquées dans les graphes de chaque station (Fig. 5).

## 6. LE RESEAU NEURONE (NND)

Un réseau de neurones artificiels (NND), ou réseau neuronal artificiel, est un modèle de calcul dont la conception est très schématiquement inspirée du fonctionnement des neurones biologiques humains (voir Fig. 6):

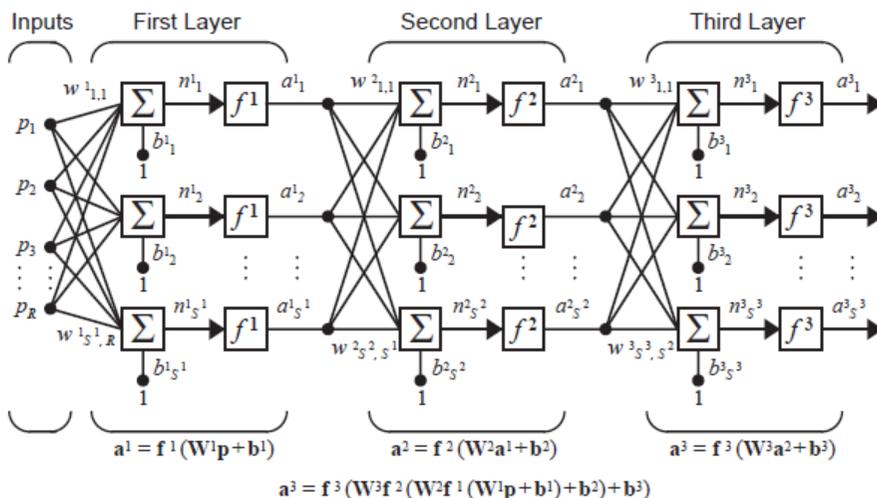


Fig. 6. Réseau avec trois couches et S neurones

### A-Application de reseau neurone (NND)

On se contente de décrire la variation  $Q_s$  calculé par du modèle construit à l'aide du programmes réseau neurone en fonction de  $Q_s$  réel (mesuré aux stations hydrométriques), le calcul du débit solide par introduction du débit liquide mesuré comme donnée d'alimentation et grâce à l'élasticité de Réseau neurone (Méthode, fonction, nombre de neurones...), les résultats obtenus sont représentés dans le graphe (Fig. 7).

La représentation graphique nous montre qu'il y a une forte relation significatives entre le débits solide calculé par le NND et les débits mesuré, de fait que les coefficients de corrélation sont plus élevés dans les quatre stations de mesure ( $R=0.98-0.99$ ) (voir Fig. 7), ce qui indique que les variables s'agglutinent sur une droite croissante, les résultats obtenus par le réseau neurone sont très proches des valeurs mesuré dans les stations de mesure, on note que ces résultats sont excellents.

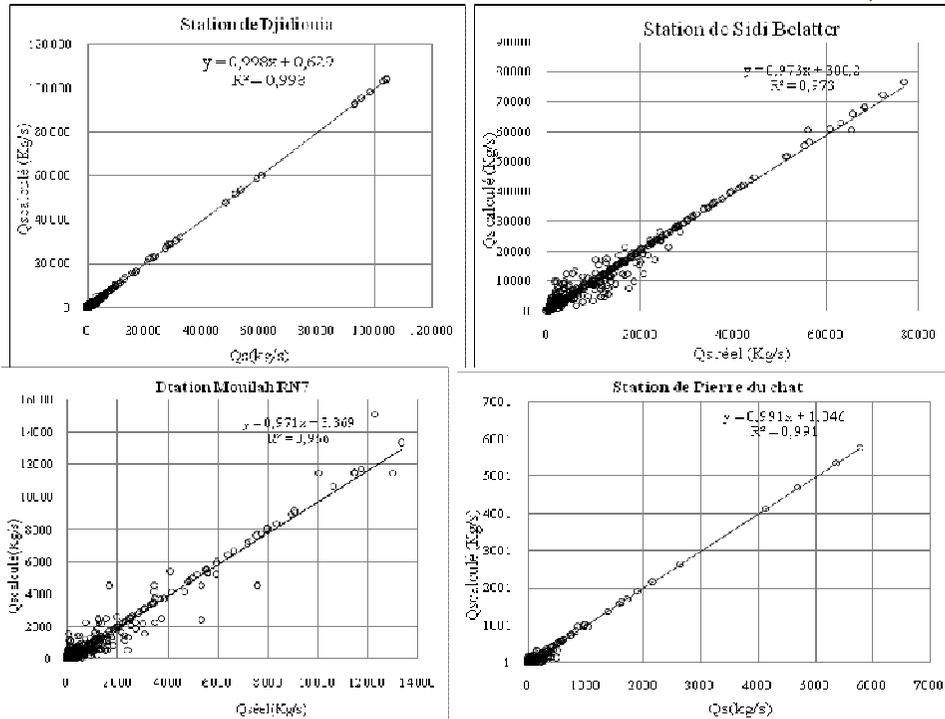


Fig. 7. Variation des débits solide calculé en fonction des débits solides mesurés

## CONCLUSION

Le modèle que nous avons pu concevoir de chaque bassins étudié (Station de mesure) sur la base de réseau neurone (NND) est unique est propre a chaque station de mesure, grâce à la capacité de variation de nombre de couches et des neurones, les résultats obtenus sont parfaits avec une corrélation idéale. Ce modèle a été testé sur plusieurs données historiques de débits liquides de chaque stations hydrométriques étudiées afin d'avoir sa fiabilité dans le temps. Il nous a permet de calculer le débit solide d'une manière concrète, précise voire étonnante, grâce à l'efficacité de ses résultats, ce programme est intérêt ainsi de gagner le temps et moyens, on notera que le modèle réalisé n'a besoin qu'au débits liquide comme données pour prédire la quantité des sédiments transportée dans l'eau grâce à l'injection de ce modèle dans l'appareil de mesure de débits liquide dans les période des crues, contrairement aux méthodes de calcul précédentes qui exigent beaucoup de paramètres à introduire ce qui le rend très délicat, comme nous pouvons remarquer pour les quatre bassins étudié la corrélation est plus de 97%.

1. ACHITE M., TOUAIBIA B., 2000. Analyse multi variée de la variable «Erosion Spécifique»: cas du bassin versant de l'oued Mina (Algérie). Séminaire

international d'hydrologie des zones méditerranéennes. Montpellier, France.

**2.** ACHITE M. 2002. Approche statistique d'évaluation du transport solide dans le bassin versant de l'oued Mina (nord-ouest Algérien). Colloque international sur l'eau dans le bassin méditerranéen: Ressources et développement durable, 10-13 octobre 2002, Monastir (Tunisie), pp. 894–899.

**3.** ALBERGEL J., BOUFAROUA M., et PEPIN Y. 1998. Bilan de l'érosion sur les petits bassins versants des lacs collinaires en climat semi aride tunisien. Bull. ORSTOM, 18 : 67-75.

**4.** BENKHALED A., REMINI B., 2003. Analyse de la relation de puissance : débit solide-débit liquide à l'échelle du bassin versant de l'oued Wahrân (Algérie). Rev.Sci.Eau, 16, pp. 333–356.

**5.** BOUANANI A., 2004. Hydrologie, Transport solide et Modélisation, étude de quelques sous bassin de la Tafna (NW Algérie). Thèse de doctorat d'Etat. Université d'Oran.

**6.** BOURABA, M., (2002). «Comparaison de la charge solide en suspension dans les oueds Algériens : Essai de synthèse». Bulletin Réseau Erosion 21, IRD Montpellier (France).

**7.** CAPOLINI, J., (1969). «Bassin versant du Chellif, Oued Rhiou, Sli, Fodda, Deurdeur ; Prévision des apports, des crues et des débits solides». Etude S-E-S, N° 2, Alger, 41 pages.

**8.** COLOMBANI, J., OLIVRY, J. C., (1984). «Phénomènes exceptionnels d'érosion et de transport solide en Afrique aride et semi-aride». Proceedings of the Harare, Symposium, July 1984 IAHS 144.

**9.** DECHEMI.N, B.A Tarik et A Issoulah «Modélisation des débits mensiels par les modèles conceptuels et les système neuro-flous» Revue des sciences de l'eau.Vol. 16 n°(2003) 407-424.

**10.** DEMMAK A., 1982. Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Th. Docteur-Ingénieur Univ. Paris, France.

**11.** GHENIM, A., SEDDINI, A., TERFOUS, A., (2007). «Production et exportation des sédiments en suspension lors des événements de crue. Cas du bassin versant de l'oued Mouillah». Larhyss Journal n° 06, Décembre 2007, pp. 35–44.

**12.** GHORBEL A., CLAUDE J., 1977. Mesure de l'envasement dans les retenues de sept barrages en Tunisie : estimation des transports solides, IAHS pub, n°122, pp. 219–232.

**13.** HEUSCH B., et MILLES-LACROIX A., 1971. Une méthode pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin. Application au Maghreb. Mines et Géologie Rabat, 33, 21–39.

**14.** LAHLOU, A., (1994). «Envasement des barrages au Maroc». Casablanca (Maroc). Editions Wallada, 277 pages.

**15.** LARFI B., REMINI B., 2006. Le transport solide dans le bassin versant de l'Oued Isser. Impact sur l'envasement du barrage de Beni Amrane (Algérie). Larhyss Journal, 5, pp. 63–73.

**16.** MARK HUDSON BEALE, MARTIN.T. HAGGAN et HOWARD. B.DEMUTH. Neural Network Toolbox™-USER'S GUIDE (page 27\_73) chapitre 1.11\_3.19.

**17.** MAROUF N., REMINI B., 2011. Temporal Variability in Sediment Concentration and Hysteresis in the Wadi Kebir Rumel Basin of Algeria. The Hong Kong Institution of Engineers Transactions, Vol 18, No 1, pp. 13–21.

**18.** MAROUF N., 2012. Etude de la Qualité des Eaux et de Transport Solide dans le Barrage de Beni-Haroun (Mila), Son Impact sur l'Environnement de la Région. Thèse de doctorat science. Université de Biskra.

**19.** MARTIN.T.HAGGAN, HOWARD.B.DEMUTH ET MARK HUDSON BEALE. Neural Network Design.

**20.** MEDDI M., 1999. Etude du transport solide dans le bassin

versant de l'Oued Ebda (Algérie). *Zeitschrift fur Geomorphology*, n°43, pp. 167–183. **21.** MEGNOUNIF A, TERFOUS A., BOUANANI A., 2000. Etude du transport solide dans l'Oued Mouilah (Nord Ouest Algérien). Colloque Méditerranéen Eau-Environnement. Alger, pp. 128–132. **22.** MERZOUKI T. 1992. Diagnostic de l'envasement des grands barrages marocains. *Rev. Marocaine du génie civil*, 38 : 46–50. **23.** MILLIMAN, J. D., Meade, R.H. 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of Geology* N° 91. pp. 1–21. **24.** MOUKHCHANE M., BOUHLASSA S., et BOUADDI K. 1998. Quantification de l'érosion des sols du bassin versant El Hachef, par le biais du cesium-137, (région de Tanger – Maroc). *Bull. OROSTOM*, 18 : 106–118. **25.** PROBST, J, A., SUCHET, A., (1992). «Fluvial suspended sediment transport and mechanical erosion in the Maghreb (North Africa)». *Hydrological Sciences Journal*, N° 37, pp. 621–637. **26.** RAIS S., ABIDI M., 1989. Prévision du transport solide sur un bassin versant. Application à l'envasement d'une retenue. *La Houille Blanche*, ¾, pp. 296–300. **27.** REMINI B., AVENARD J. M., 1997. Evolution de l'envasement dans le barrage de Foum El Gherza (Algérie), pp. 98–105. **28.** REMINI B. 1999. Envasement des barrages dans le Maghreb. *Bul. Int. De l'Eau et de l'Env.*, 22, pp. 4–8. **29.** SNOUSSI, M., JOUANNEAU, J. M., LATOUCHE, C., 1990. Flux de Matières issues de bassins versants de zones semi-arides (Bassins du Sebou et du Souss, Maroc). Importance dans le bilan global des apports d'origine continentale parvenant à l'Océan Mondial. *J. Afric. Earth Sci.* 11, 43–54. **30.** SOGREAH-INRH., 1981. Etude de l'érosion et des transports solides en zones semi arides, implantation des bassins-versants expérimentaux ; définition et dispositif de mesure, ANRH, Bir Mourad Rais, Alger, 46 pages. **31.** SOGREAH., 1983. Erosion et transport solide en Maghreb. Analyse bibliographique. Rapport du projet RAB/80/011/PNUD. **32.** Tarik A.B. et N.Dechemi.N. «Modélisation pluie-Débit journaliere par modele conceptuels et «boite noir» test d'un modèle neuroneflou». *Journal des sciences hydrologique*. vol. 49 (2004) 919–930. **33.** TERFOUS A., MEGNOUNIF A., BOUANANI A., 2001. Etude du transport solide en suspension dans l'oued Mouilah (Nord-Ouest Algérien). *Rev. Sci. Eau* 14 (2), pp. 175–185. **34.** TIRRILLY, Pierre. 2006. Evaluation des performances des réseaux neurones aléatoire et application à la Bio-information. **35.** TIXERONT J., 1960. Les débits solides des cours d'eau d'Algérie et de Tunisie. Secrétariat Agricole. Etude Hydrologiques. Série II. Tunis. **36.** TOUAIBIA B., GOMER D., AIDAQUI A., ACHITE M., 2001. Quantification et variabilité temporelles de l'écoulement solide en zone semi-aride de l'Algérie du Nord. *Hydrol Sci*, 46, pp. 41–53. **37.** WALLING D.E. 1984. The sediment yields of African Rivers. I.A.H.S. Publ. 144, Harare Symp. pp. 265–283. **38.** YAOBLAISE KOFFI. Application des réseaux de neurones formels pour prévision des débits mensuels du Bandama Blanc à la station de Tortiya (nord de la Cote d'Ivoire), *Afrique science* 10(3) (2014) 134–145.

Рецензент: д.т.н., професор Стефанишин Д. В. (НУВГП)

---

**Хафід Я.,** аспірант, **Шинкарук Л. А.,** к.т.н., доцент, **Хлапук М. М.,** д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Маруф Надир, д.т.н., доцент** (Університет Ум Елбуакі, Алжир), **Меддур А. С.,** к.т.н., ст. викладач (Університет наук і технології Хуарі Бумедьєн, Алжир)

## **ДОННІ НАНОСИ В ДЕЯКИХ ПІВНІЧНОАЛЖИРСЬКИХ БАСЕЙНАХ**

Замулення водосховищ в Алжирі є однією з найскладніших проблем, які стосуються дослідників в цій області, з огляду на величезну кількість наносів що надходять у водосховища. Дослідження, які були проведенні раніше, з реалістичною оцінкою є недостатніми через відсутність історичних даних, що являють собою безліч недоліків, неадекватність гідрометричних станцій і відсутність людських і матеріальних ресурсів, які задіяні в цьому секторі. Кількісна характеристика гідронаносів в потоці дуже важлива для того, щоб конкретна оцінка донних наносів дозволила визначити точну довговічність водосховища та визначення доцільних розмірів інфраструктури водосховищ. Ці дослідження проведенні на звичайних річних потоках північно-західного Алжиру, які до сих пір мало вивчені.

**Ключові слова:** транспортні наноси, водозбірні басейни північно-західного Алжиру, замулення.

---

**Khafid Yasmine, Post-graduate Student, Shynkaruk L. A., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Khlapuk M. M., Doctor of Engineering, Professor** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Maruf Nadyr, Associate Professor, Doctor of Engineering** (Oum El Bouaghi University, Algeria), **Meddur A. S. E., Candidate of Engineering (Ph.D.), Senior Lecturer** (University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algeria)

## **SEDIMENTARY LOAD IN CERTAIN NORTHWEST ALGERIAN BASINS**

The silting of dams in Algeria is one of the most complex problems that concern researchers in the field, Considering the enormous amount of solid particles arriving at the storage areas. All studies, previously conducted to have a realistic estimate, have been sterile because of the lack of historical data which presents an armada of shortcomings, the inadequacy of hydrometric stations installed and

**the lack of adequate human and material resources deployed in the sector.**

**The quantification and characterization of hydro-sediment transport in the courtyards is very important to have a concrete evaluation of the solid transport makes it is possible to determine an exact longevity of the reservoirs as well as a better dimension of the infrastructures of the dams. This study is based on the ordinary streams of northwestern Algeria, which remain little studied until now.**

**Keywords: solid transport, watershed of North-West Algeria, dams siltation.**

---

**Хафид Я., аспирант, Шинкарук Л. А., к.т.н., доцент, Хлапук Н. Н., д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), Маруф Надир, д.т.н. доцент (Университет Ум Елбуаки, Алжир), Меддур А. С., к.т.н., ст. преподаватель (Университет наук и технологий Хуари Бумедьен, Алжир)**

## **ДОННЫЕ НАНОСЫ В НЕКОТОРЫХ СЕВЕРОАЛЖИРСКИХ БАССЕЙНАХ**

**Заиление водохранилищ в Алжире является одной из самых сложных проблем, касающихся исследователей в этой области, учитывая огромное количество наносов поступающих в водохранилища. Исследования, которые были проведены ранее с реалистичной оценкой недостаточны из-за отсутствия исторических данных, которые представляют собой множество недостатков, неадекватность гидрометрических станций и отсутствие человеческих и материальных ресурсов, которые задействованы в этом секторе. Количественная характеристика гидронаносов в потоке очень важна для того, чтобы конкретная оценка донных наносов позволила определить точную долговечность водо-хранилища и определить целесообразные размеры инфраструктуры водохранилищ. Эти исследования проведены на обычных потоках северо-западного Алжира, которые до сих пор мало изучены.**

**Ключевые слова: транспортные наносы, водосборные бассейны северо-западного Алжира, заиление.**

---