

SIHEM RAMOUL (*), MOUHAMED TAHAR BENAZZOUZ (**), & NADJOUA CEMALI (***)

ÉVOLUTION DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE D'OUED EL KLAB DANS LA PLAINE DE SIGUS DE 1959 A 2014 (OUM EL BOUAGHI, ALGÉRIE)

RÉSUMÉ: RAMOUL S., BENAZZOUZ M.T. & CEMALI N., *Évolution de la dynamique fluviale d'oued El Klab Dans la plaine de Sigus de 1959 à 2014 (Oum El Bouaghi, Algérie)* (IT ISSN 0391-9838, 2016)

Ce travail aborde l'évolution du Oued El Klab de 1959 à 2014, en se basant essentiellement sur des documents cartographiques anciens. Le secteur d'étude s'étalant sur 13,42 Km de long situées dans la plaine alluviale de Sigus dans la région d'Oum El Bouaghi. Durant les 55 années de cette période, la position de lit d'oued a beaucoup évolué. L'évolution de la dynamique fluviale sur ce secteur de l'oued a favorisé le développement de méandres par l'érosion régressive dans la partie amont et l'élaboration d'un méandre très actif par l'élargissement, dans la partie aval. Certaines raisons de ce changement ont déjà identifiées. Il s'agit d'un facteur anthropique notamment les changements des conditions hydrauliques dans la zone urbanisée (ville Sigus) entreprises pour diminuer le risque d'inondation. La translation des phénomènes d'érosion en avait été estimée par le taux d'érosion latérale 1,10m/an par la méthode des flèches.

MOTS CLÉS: Plaine Sigus, Dynamique fluviale, Taux d'érosion, Changement de condition hydraulique, Algerie.

ABSTRACT: RAMOUL S., BENAZZOUZ M.T., & CEMALI N. - *Evolution dynamics of the river EL Klab in the Sigus plain from 1959 to 2014 (Oum El Bouaghi, Algeria)* (IT ISSN 0391-9838, 2016)

This paper talks about the evolution of river El Klab, from 1959 to 2014 essentially based on historical maps. The section studied (13, 42 km long) is mostly situated in the alluvial plain of Sigus in the region of Oum el Bouaghi. During the 55 years of this period the position of El klab river has evolved. The evolution of fluvial dynamics of this river part has influenced the change form. The development of meander by the regressive erosion in the upstream party and the very active elaboration of meander by the extension of the bed of river in the party is approval (downstream). Some reasons of this change have already been identified. They concern the human impact, the changes of the conditions hydraulics, recalibration of the bed of river in the zone urbanized (Sigus) in the

average part for deprived the flood risk in translate the phenomena of erosion downstream, the rate of side erosion in summer considered the 1,10 m / years.

Key Words: Sigus Plain; Fluvial dynamics; Erosion ratio; Hydraulics conditions, Algeria.

INTRODUCTION

Les rivières subissent des modifications géomorphologiques en fonction des variations spatiotemporelles des flux liquides et sédimentaires (Bravard & alii, 2000; Knighton, 1998).

Comprendre et gérer l'évolution des rivières est devenu aujourd'hui un objectif de première importance, alors que les fonds de vallée sont de plus en plus densément habités et/ou aménagés (Bravard & alii, 2000).

Même les aménageurs et les gestionnaires du risque d'inondation s'intéressent à la dynamique spatio-temporelle des rivières et leurs impact sur le développement et dégradation des plaines alluviales, force est de constater que de nombreux plans d'aménagement et de prévention du risque d'inondation négligent ce paramètre (Bravard & alii, 2008, Guillaume & alii, 2011).

Oued El Klab est un cours d'eau de haute énergie, située dans la plaine de Sigus, la région d'Oum El Bouaghi (fig. 1).

Il est caractérisés par une activité morphogénique remarquable, du fait de remaniements sédimentaires très importants à chaque crue.

La dynamique de la rivière est alors contrôlée par le potentiel morphogénique, lui-même fonction de plusieurs paramètres tels que la variabilité du régime hydrologique, le débit, la capacité de transport, la puissance spécifique, la force de cisaillement sur le fond du lit et la fourniture sédimentaire (Charlton, 2009).

De plus on permet ainsi de considérer les systèmes fluviaux comme des éléments physiques ayant une histoire (Schumm, 1977 & Pigeon, 2010).

(*) Université Hadj Lakhdar Batna, Institut de Science de la Terre et de l'Univers, Algérie

(**) Université Mentouri Constantine 1

(***) Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi

Auteur correspondant Ramoulsihem@yahoo.fr

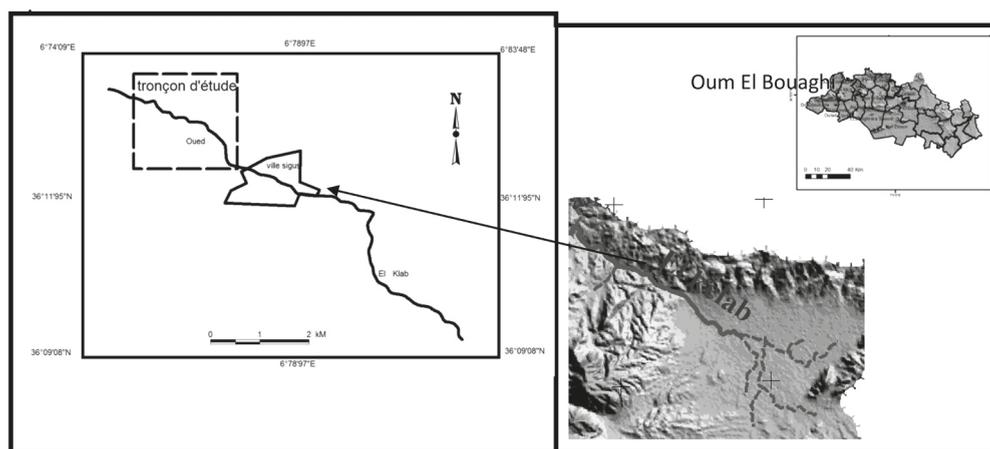


FIG. 1 - Localisation de la zone d'étude

Pour retracer l'histoire séculaire et l'évolution de la dynamique fluviale d'oued El Klab dans la plaine de Sigus, nous suivrons une méthodologie précisée, le travail se fonde sur l'étude de divers documents cartographiques anciens (tab. 1).

TABLEAU 1- Liste des documents disponibles sur oued El Klab

Date	Type de document
1959	Photo aérienne d'échelle 1/25000
1960	Carte topographique d'El Khroub d'échelle 1/50000
1972	Photo aérienne d'échelle 1/20000
1993	Carte topographique de Sigus d'échelle 1/20000 (projection UTM)
2014	Image de Google Earth pro 2014+ terrain

L'objectif de cet article est de quantifier et de cartographier la dynamique d'oued El Klab au cours des dernières décennies (1959-2014), déterminer quelques facteurs principaux responsables des changements morphologiques observés.

Pour mieux appréhender cette problématique de recherche, trois points seront successivement développés.

Dans un premier temps, les caractéristiques du terrain d'étude seront présentées, dans une seconde partie, la méthode de travail sera exposée. Enfin, une dernière partie sera consacrée à la présentation des résultats de cette étude.

LE BASSIN VERSANT D'OUED EL KLAB

Oued El Klab s'écoule sur plus de 29km dans un bassin versant de 355,7 Km² (A.B.H, 2014), le secteur d'études correspond à une portion d'une longueur de 13,42 Km (fig. 1).

Le style fluvial de cet oued se modifie (méandrage, chenal unique) en fonction de la largeur et de la pente du fond de vallée, ces paramètres dépendant eux-mêmes de la structure géologique des terrains traversés par des formations de Quaternaire et des mouvements du versant. La vallée se caractérise par une structure complexe, en raison

de la présence de nappes de charriage, aboutissant à une mosaïque des terrains. La nature du bassin implique de fortes variabilités hydrologiques (Benchabane, 2010);

Une direction Sud-Est vers Nord-Ouest, un lit profond entre 0,5 - 2,5 mètres, des berges sont presque verticales, la largeur du fond varie entre 8 à 20 mètres, un débit de la crue cinquantennale ($Q = 400,0 \text{ m}^3/\text{s}$) (H.P.E, 2010).

Aussi, un impact humain non négligeable est remarquable surtout dans le cadre de la gestion du risque d'inondation.

Le bassin versant d'oued El Klab se caractérise par un climat sub humide, avec une moyenne de 360 à 400 mm de précipitation et pour une température moyenne de 25°C.

Une route stratégique reliant entre deux villes Constantine et Oum El Bouaghi jusque au là frontière tunisienne passe parallèlement à coté d'oued.

MATERIEL ET METHODE

Pour apprécier l'évolution de l'oued El Klab dans le temps, les cartes et les photos aériennes prises par l'Institut National de Cartographie (I.N.C.) de l'Algérie, et les images satellitaires ont été collectés auprès de différents organismes (archives, bibliothèques, instituts de géographie) (tab. 1).

Seulement trois ont été retenus en fonction de la qualité des informations afin de les intégrer dans un Système d'Information Géographique Les documents sont géoréférencés et ont été introduits dans un SIG, sous forme de couches d'informations indépendantes.

Pour harmoniser les documents entre eux et les rattachés à un système contemporain de coordonnées géographiques, les dits-documents ont été retravaillés avec un logiciel spécialisé (Mapinfo, Arcgis), et ceci pour faire correspondre les points de repères communs (route, intersection, etc.) des photos et des cartes. Malgré ce travail de correction des documents cartographiques, de fortes erreurs de localisation (parfois plusieurs dizaines de mètres) peuvent encore persiste faute d'un nombre suffisant de points de repère communs.

Le lit mineur (chenal d'écoulement limité entre les deux berges) d'oued El Klab aux dates considérées (1959, 1972, 2014) à été digitalisé pour mieux faire ressortir la morphologie sur le plan d'oued.

L'utilisation du Système d'Information Géographique permet d'effectuer des analyses spatiales du tronçon d'oued El Klab, pour apporter une vision plus fine des changements constatés.

Une morpho dynamique décrit l'instabilité spatiale du chenal et permettra de mesurer son évolution dans le temps.

LES FORMES FLUVIALES LE LONG D'OUED EL KLAB

On a divisé oued El Klab en 3 parties: La partie amont, moyenne et aval.

- *La partie moyenne*: le lit stable. Elle se situe au centre-ville de Sigus à tracé rectiligne et à des berges basses et stables. Son état est aménagé.
- *La partie amont et aval*: le lit instable. Le lit mineur à des berges plus hautes (supérieures à 1,5 m). Le sapement lié directement à l'action fluviale ou combiné au glissement gravitaire des matériaux peu cohérents.

Sur l'ensemble de la période (1959-2014), les mesures effectuées (fig. 2) montrent un élargissement très important du lit et l'élaboration des méandres très actifs dans la partie aval.

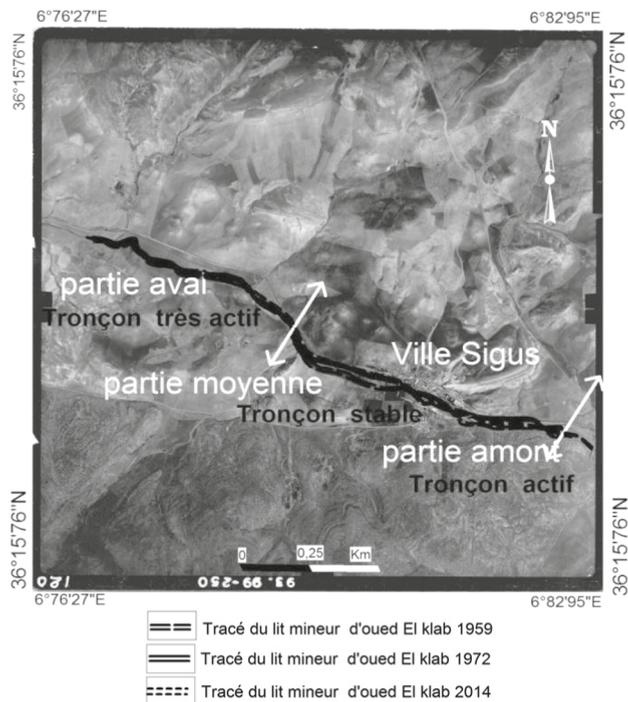


FIG. 2 - Evolution du lit mineur d'oued El Klab.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus de la superposition du lit mineur d'oued El Klab à partir des documents cartographiques (photos aériennes) des années 1959-1972 et de l'image satellitaire du 2104 montrent que l'oued a subi des évolutions spatio-temporelles importantes telles que:

- *Le développement du méandre par l'érosion régressive (la partie amont)* (fig. 3)

La comparaison entre les photos aériennes de 1959 et l'image satellitaire 2014 montre clairement le développement de ce méandre par les effets de l'érosion régressive.

- *Elaboration d'un méandre très actif par l'élargissement*

La dynamique fluviale intense et active d'oued El Klab observée et qui concerne l'élargissement du lit, s'accompagne d'une élaboration des méandres après le passage de chaque crue.

Les berges sont des berges affaissées, glissées, sapées (leurs dimensions entre 0,5 à 1 mètre (fig. 4).

La récurrence d'événements hydro-climatiques extrêmes tient un rôle majeur dans la morphogénèse du lit d'oued El Klab.

Les effets hydro-morphologiques exceptionnels de la crue de 2009 sont bien décrits, à quelques kilomètres de la ville de Sigus, l'onde de crue a engravé plusieurs campings et coupé une voie de communication (la route N° 10 reliant entre deux villes Constantine - Oum El Bouaghi), où les autorités ont dévié un tronçon de 2 km.

MODIFICATIONS DU SYSTEME FLUVIAL

Le changement de l'environnement hydrodynamique est causé par plusieurs éléments; comme les conditions hydrauliques et géomorphologiques qui sont responsables de la modification de la morphologie de l'oued.

- *Les modifications des conditions hydrauliques*

Le principe du recalibrage consiste à augmenter la capacité de débit du lit mineur en augmentant la section d'écoulement par l'élargissement et/ou l'approfondissement du lit. Rappelons que la capacité d'écoulement d'un cours d'eau naturel avant débordement dans le lit majeur correspond sensiblement à la crue journalière de fréquence 1 à 2 ans (Bravard & Petrs, 1993; Malavoi & Philippe, 2007).

L'ingénieur hydraulicien calculait le profil type à donner au cours d'eau pour garantir ce débit de projet sans débordement.

Le recalibrage d'un cours d'eau a souvent été couplé à d'autres interventions telles que:

- la rectification du lit mineur
- la protection des berges contre l'érosion
- la suppression de la ripisylve (systématique sur au moins l'une des deux berges)

Les impacts sont donc souvent multiples.

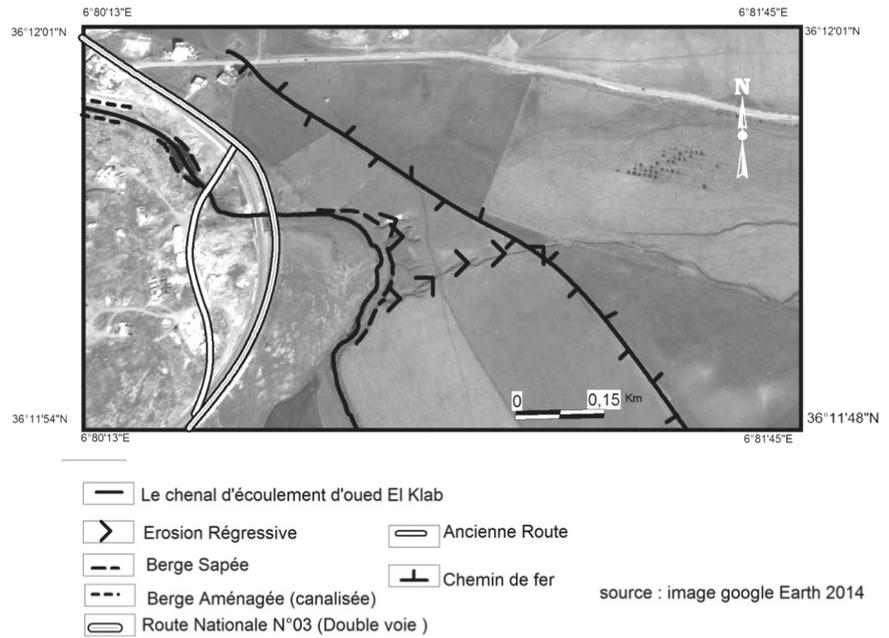


FIG. 3 - La morphologie du méandre d'oued El Klab (2104) la partie amont.

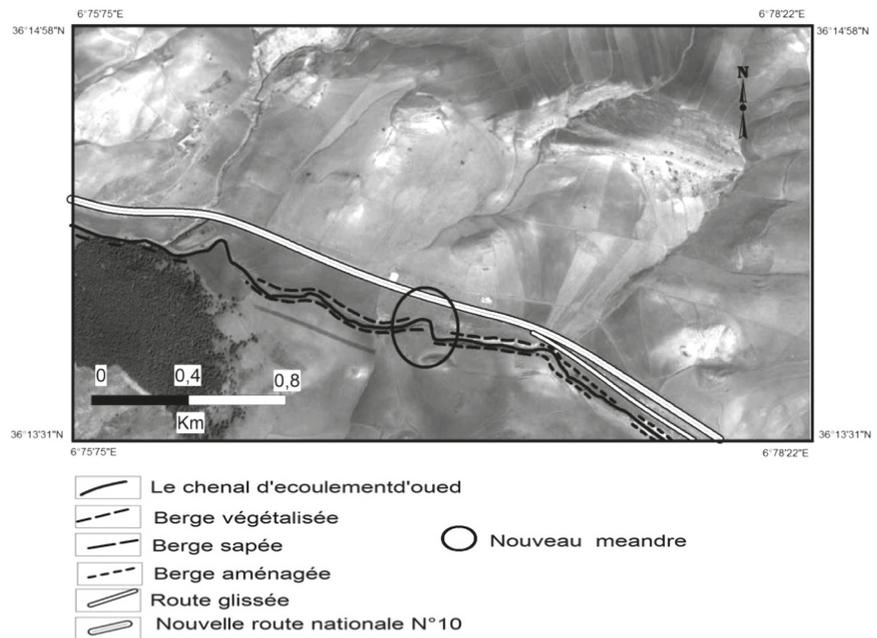


FIG. 4 - La morphologie du tronçon actif d'oued El Klab (Élaboration d'un méandre)

Le système d'aménagement et recalibrage d'oued El Klab à la limite de la ville Sigus, n'a pas résisté durant le passage de crue de l'année 2009 (P =500,10 mm sur une moyenne de 360 mm) (Benaissa, 2012).

Le débordement a provoqué une inondation importante et la lame d'eau a touchée même les habitations et les ouvrages qui sont situées sur les rives de l'oued et le glissement d'un tronçon de la route N°10, qui a été l'objet d'une opération de déviation de la trajectoire (fig. 4).

En 2010, on a assister à des travaux de réaménagement du système existant de la protection et la réalisation d'un nouveau mode de rééquilibrage susceptible d'être capable de protéger la ville contre les inondations.

Les impacts des travaux d'aménagement d'oued El Klab sont apparents et catastrophiques.

Tels que:

- Translation du phénomène d'érosion en aval du canal par élargissement du lit.

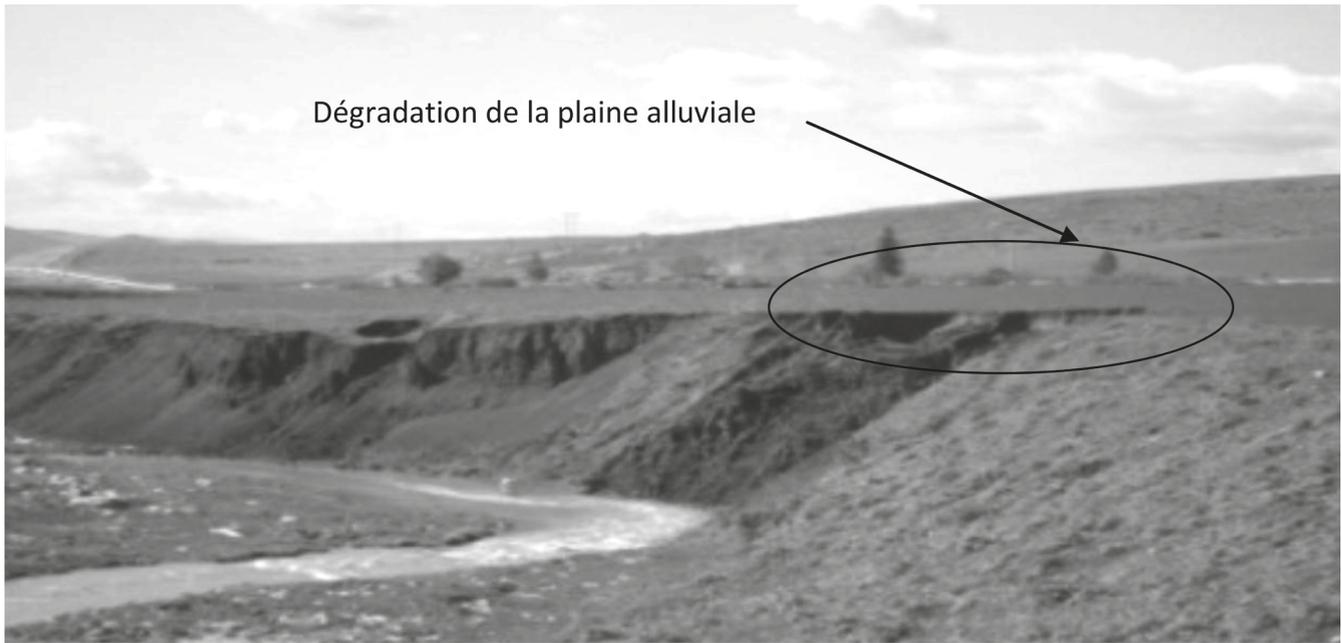


FIG. 5 - Le nouveau méandre (photo prise par Ramoul 2014)

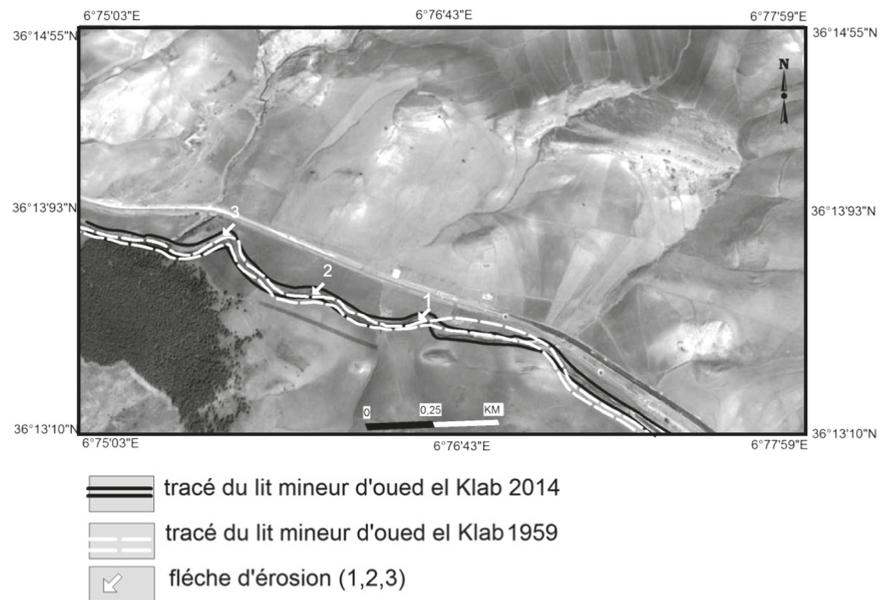


FIG. 6 - L'érosion latérale dans le tronçon actif d'oued El Klab

- La dégradation de la plaine alluviale est donc le risque d'inondation de la nouvelle route reliant entre les deux villes Constantine et Oum El Bouaghi) (Khenissa & Noui, 2008)
- *Les modifications des conditions geomorphologiques (l'érosion hydrique)*
L'anthropisation est une variable de contrôle importante dans la dynamique fluviale.
Globalement, sur la période de 1959-2014, l'anthropi-

sation des versants par l'occupation des sols dans les fonds des vallées a provoqué les instabilités de ces derniers par des mouvements de masses (glissement du terrain, solifluxion, sapements des berges...).

Le bassin versant de notre étude a une forte sensibilité à l'érosion hydrique qui représente un taux du 42,19% de la surface totale (Mekkaoui & alii, 2013; Ramoul, 2014).

ESTIMATION DE L'EROSION LATÉRALE: MESURE DES LARGEURS ÉRODÉES. MÉTHODE DES FLECHES D'ÉROSION

L'une des méthodes d'évaluation des taux d'érosion sur un cours d'eau consiste à mesurer les «flèches d'érosion» aux endroits des sinuosités actives, en comparant deux documents cartographiques ou photographiques, espacés à d'une dizaine d'années minimum, afin de lisser les effets des fluctuations hydrologiques (un écart de 20 ans serait idéal).

Le principe consiste à mesurer une flèche par sinuosité, aux endroits des points d'érosion maximale entre les deux limites de berges figurant sur les documents ; les longueurs de ces flèches sont mesurées en valeurs brutes (mètres) puis ramenées au nombre d'années séparant les deux documents et exprimées alors en taux annuels d'érosion (m/an) (Malavoi & Adam, 2007).

Nous avons pu estimer le taux d'érosion latérale brute d'oued El Klab dans le tronçon actif (La partie aval), les flèches numéro N°01, 02,03 (fig. 6).

La flèche numéro N° 01 le taux d'érosion latérale est estimé à 50 m pendant 55 ans. Ce qui représente 1,10 m/an (l'endroit d'élaboration un nouveau méandres).

CONCLUSION

Les résultats obtenus de cette recherche de l'évolution de la dynamique fluviale d'oued EL Klab dans la plaine alluviale Sigus, nous a permis d'identifier les importantes changements survenus dans la vallée.

Le chenal d'écoulement est devenu plus sinueux à cause de l'élaboration des méandres très actifs dans la partie aval par élargissement du lit et par conséquent la dégradation de la plaine alluviale et dans la partie amont on a enregistré un développement du méandre par l'érosion régressive.

L'impact généralisé de l'anthropisation sur le bassin versant (l'érosion hydrique) et sur le lit d'oued tel que la modification des conditions hydrauliques par le rééquilibrage du lit d'oued dans la zone urbanisée pour protégé contre le risque d'inondation à aboutit à ces résultats,

Actuellement la plaine alluviale de Sigus est en voie de disparition, le taux d'érosion latérale est estimé à 50 m pendant 55 ans. Donc 1,10 m/an est le taux annuel qui favorise le risque d'inondation d'une route stratégique reliant les deux villes Constantine et Oum El Bouaghi jusque-au là frontière tunisienne.

REFERENCES

- AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE CONSTANTINOISE - SEYBOUSSE-MELLEGUE A.B.H. (2014) - *Les cahiers de l'agence N° 2 (le bassin de Kebir-Rhumel)*, 23 pp.
- BENAISSA W. (2012) - *Evaluation du risque d'inondation dans le bassin versant d'Oued Sigus par approche SIG (Oum EL Bouaghi)*. Master II Université de Batna, 180 pp.
- BENCHABANE N. (2010) - *Hydrogéologie de bassin versant de Sigus (O.M.B)* Université de Constantine. Mémoire d'Ingénieur, 200 pp.
- BRAVARD J.P. & PETIT F. (2000) - *Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial*. A. Colin, Paris, 220 pp.
- BRAVARD J.P. & PETERS G.E. (1993) - *Interférences avec les interventions humaines*. In: «Hydrosystèmes fluviaux». Sous la direction de C. Amoros et G.E. Petts. Masson Paris, 233-253 pp.
- BRAVARD J.-P., PROVANSAL M., ARNAUD-FASSETTA G., CHABBERT S., GAYDOU P., DUFOUR S., RICHARD F., VALLETEAU S., MELUN G., PASSY P. (2008) - *Un atlas du paléo-environnement de la plaine alluviale du Rhône de la frontière suisse à la mer*. Edytem, 6, 101-116.
- CHARLTON R. (2009) - *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Routledge. New York, 234 pp.
- ENTREPRISE NATIONALE DE PROJETS HYDRAULIQUES DE L'EST (HYDRO-PROJETS-EST (H.P.E)) (2010) - *Etude d'aménagement et recalibrage d'Oued Sigus*.
- GUILLAUME B., GILLES A.-F. & STEPHANE C. (2011) - *Evolution hydro géomorphologique de la bande active de l'Ubaye (Alpes Françaises du Sud) de 1956 à 2004: contribution à la gestion de crues*. Géomorphologie: relief, processus, environnement, n° 3, 307-318.
- KHENISSA N. & NOUI H. (2008) - *Impacts des aménagements sur le milieu naturel dans le bassin versant Oued Boumourzoug amont (W. Oum EL Bouaghi-Constantine)*. Université de Batna. Mémoire d'Ingénieur, 200 pp.
- KNIGHTON D. (1998) - *Fluvial forms and processes, a new perspective*. Arnold, 376 pp.
- MALAVOI, J.-R. & ADAM P. (2007) - *Préservation et restauration physique des cours d'eau*. Aspects techniques, Techniques, Sciences, Méthodes, n° 2, 39-53.
- MALAVOI J.R. & PHILIPPE A. (2007) - *Les interventions humaines et leurs impacts hydro morphologiques sur les cours d'eau*. Ingénieries, 50, 35-48.
- MEKKAOUI Z., RIGHI S., & SENGOUGA N. (2013) - *Essai d'évaluation de la dégradation de milieu naturel dans le B.V oued el Klab (Sigus)*. Mémoire d'ingénieur d'état en aménagement du territoire Université de Batna, 150 pp.
- PIGEON D. (2010) - *Évolution de la dynamique fluviale d'une rivière de plaine alluviale, du XIX siècle à nos jours. Exemple de l'Allier sur le secteur de la réserve naturelle (Allier) à travers les documents anciens AXE 3 - Environnements Et sociétés - Programme «Au fil de l'eau»*
- RAMOUL S. (2014) - *La cartographie multifactorielle de la dégradation de sol dans le BV oued El Klab les hautes plaines d'est algérien*. The international journal of the environment and water, 3, 113 pp.
- SCHUMM S.A. (1977) - *The fluvial system*, Wiley & Sons, New York, 338 pp.

(Ms received 15 December 2015; accepted 15 September 2016)



Edizioni ETS
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com
Finito di stampare nel mese di ottobre 2016