

Ajustements géomorphologiques de la moyenne Garonne en aval de Toulouse (sud-ouest, France) depuis les années 1950 sous l'effet des extractions de granulats

Geomorphological adjustments of the middle Garonne River downstream of Toulouse (South-West, France) since the 1950s under the effect of in-stream gravel mining

Hugo Jantzi^{(1)*}, Jean-Michel Carozza⁽²⁾, Jean-Luc Probst⁽³⁾,
Philippe Valette⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université Jean Jaurès, GEODE UMR 5602 CNRS, Toulouse, France

⁽²⁾ Université de La Rochelle, LIENSS UMR 7266 CNRS, La Rochelle, France

⁽³⁾ Université Paul Sabatier, ECOLAB UMR 5245 CNRS/INPT-ENSAT, Toulouse, France

* Auteur correspondant : hugo.jantzi@univ-tlse2.fr / +33 (0)5 61 50 36 26

RÉSUMÉ

Une analyse diachronique à partir de photographies aériennes a été menée afin d'appréhender les changements géomorphologiques de la moyenne Garonne, durant la 2nd moitié du XX^e siècle, sous l'effet d'extractions de granulats en lit mineur. Le terrain d'étude, caractérisé actuellement par de larges affleurements molassiques dont un seuil rocheux d'un dénivelé de 3 m, se situe sur la commune de Beauzelle, 10 km en aval de Toulouse. Les résultats montrent une nette rupture dans la trajectoire d'évolution géomorphologique et le fonctionnement hydro-sédimentaire de la rivière avec une contraction du chenal de -38 m et de manière concomitante un enfoncement de -2,7 m (-3,6 m localement) durant les années 1970 qui correspondent à une période d'extractions intensives. Une simplification du lit s'est opérée avec une diminution de la surface des atterrissements (-78%) au profit d'une augmentation des affleurements rocheux (+99%) suite à l'évacuation de la charge alluviale par érosion régressive. A ce jour, le secteur étudié présente un chenal qui se compose à 40 % d'affleurements molassiques et dont la morphologie est toujours en ajustement.

ABSTRACT

A spatial analysis based on aerial photographs was carried out to characterize the morphological changes in the middle Garonne, during the 2nd half of the 20th century, under the effect of in-stream mining. The study site, characterized by large molasses outcrops with a rocky sill of 3 m height, is located at Beauzelle, 10 km downstream of Toulouse. The results show a distinct rupture in the morphology and hydro-sedimentary functioning of the river with a channel narrowing of -38 m and an incision of -2,7 m (-3,6 m locally) in the 1970s, corresponding to a period of intensive in-stream mining. A simplification of the minor bed took place with a decrease in the surface area of bars (-78%) in favour of an increase of outcrops (+99%) following the evacuation of the bedload by regressive erosion. At present, the study area has a channel composed of 40% of molasses outcrops.

MOTS CLES

Moyenne Garonne, incision, extraction de granulats, seuil rocheux

1 INTRODUCTION

Durant la 2nd moitié du XX^e siècle, le lit mineur de la moyenne Garonne, de Toulouse à la confluence avec le Tarn (Fig. 1), a fait l'objet d'extractions industrielles de granulats. L'activité qui s'est développée entre les années 1960 et 1990 a été mise en avant comme la principale cause d'incision du lit qui s'est essentiellement produite durant cette période (Jantzi et al., 2017a, 2017b). Si l'enfoncement débute dès les années 1920, le phénomène s'accélère nettement à partir de 1960. L'incision moyenne est de 1 m et peut atteindre plus de 3 m localement. Le prélèvement de 20 Mt de granulats ainsi que l'incision ont entraîné un décapage intégral de la couverture alluviale en de multiples secteurs, laissant apparaître le substratum rocheux dont la superficie a été estimée à 51 % de la surface total du chenal dans les années 2000 (Delmouly et al., 2007), traduisant le maintien d'un fort déficit sédimentaire y compris après l'arrêt des extractions. Ainsi, en période d'étiage, de larges affleurements de molasses, formant des replats ou des seuils, apparaissent sur l'ensemble du linéaire, pouvant engendrer des ressauts et paliers de plusieurs mètres de hauteurs.

Le présent travail se propose d'analyser l'apparition d'un seuil rocheux mis à l'affleurement progressif par le décapage de la couverture alluviale dans les années 1970 suite à l'incision du chenal sous l'effet d'extractions de granulats. Le tronçon d'étude, d'une longueur de 3,5 km pour une largeur moyenne de 131 m, se situe sur la commune de Beauzelle localisée 10 km en aval de Toulouse (Fig. 1). L'objectif est de **(1)** mettre en évidence et quantifier les ajustements géomorphologiques du chenal, **(2)** identifier les forçages naturels et/ou anthropiques et **(3)** périodiser l'évolution du site. Un schéma conceptuel décrivant la transition entre rivière alluviale et rivière à fond rocheux est également proposé.

2 METHODE

L'approche se fonde sur une analyse spatiale par rétro-observation à partir de photographies aériennes prises entre 1946-2010. Au total, 11 images ont été utilisées pour quantifier l'évolution latérale du chenal mais seulement 8 on fait l'objet d'une analyse spatiale des différentes unités morphologiques composant le lit mineur, en raison de leur faible débit compris entre 43 et 68 m³/s lors des prises de vues. Après géoréférencement des images, les différentes unités ont été identifiées, puis leur surface quantifiée pour chaque date. Des données topographiques ont également été utilisées pour quantifier l'évolution verticale du chenal. A cela s'ajoute l'analyse de chroniques de débits afin d'identifier un éventuel forçage hydrologique.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse du lit de la Garonne entre 1946-2010 montre un changement dans la géométrie du chenal. La principale rupture est observée durant les années 1970 et se traduit par une contraction de la bande active de -21 % (-4,7 m/an) avec en parallèle, un enfoncement du chenal de -2,7 m en moyenne (-3,6 m localement), entraînant la rupture d'une conduite de gaz en 1982 (Fig. 2). L'évolution des unités morphologiques indique également une baisse de diversité, avec une réduction de la surface des atterrissements végétalisés et non végétalisés de -78 % au profit d'une augmentation de +99 % des affleurements. A partir des années 1980, la contraction et l'incision baissent en intensité avec respectivement -8 % (-0,7 m/an) et -0,7 m, pour se stabiliser au cours des années 2000.

Cette évolution s'explique principalement par l'extraction massive de granulats entre 1970-1980 en lit mineur. Au total, environ 400000 m³ de matériaux ont été extraits entraînant une érosion qui s'est propagée vers l'amont provoquant une évacuation de la charge alluviale qui a progressivement laissé place à des affleurements rocheux sur plusieurs centaines de mètres et à un seuil d'un dénivelé de 3 m. Entre 1958-2010, les affleurements sont passés de 0,3 % à 40 % de la surface total du lit. Toutefois, ce chiffre est une estimation basse, en raison de la limite de la méthode utilisée, puisque d'après une reconnaissance de terrain mené en 2007 la surface a été estimée entre 50 % et 60 % (Delmouly et al., 2007). Le cubage des volumes érodés, permet d'estimer une perte (*i.e.* naturelle et anthropique) d'environ 1 Mm³ entre 1964 et 1982 et de 265500 m³ entre 1982 et les années 1990. A ce jour, le secteur présente toujours un fort déficit sédimentaire en raison d'un renouvellement insuffisant de la charge alluviale lié à une discontinuité longitudinale et latérale du transit sédimentaire.

La transition entre chenal alluvial et à fond rocheux (*i.e.* mixte alluvial/rocheux) s'est produite en plusieurs phases : **(1)** situation pré-perturbation avec un « équilibre dynamique » entre fourniture sédimentaire et capacité de transport ; **(2)** extraction par fosse dans le chenal modifiant le profil d'équilibre et augmentant localement la pente à l'entrée de cette dernière ; **(3)** augmentation de la

capacité de transport liée à l'accentuation de la pente favorisant l'érosion ; **(4)** propagation vers l'amont de l'incision (25 m/an) et évacuation du matelas alluvial avec mise à l'affleurement progressif du substratum ; **(5)** changement de nature du processus d'incision qui passe d'une évacuation de la charge solide à l'érosion du substratum et la formation d'un seuil.

L'évolution du site peut être périodisée de la manière suivante : **(1)** 1946-1964, un fonctionnement « naturel » où l'élargissement et l'exhaussement semblent guidés par l'activité hydrologique ; **(2)** 1964-1970, début de la contraction du chenal sous l'effet d'une réduction de l'activité hydrologique favorisant la colonisation des marges par la végétation ; **(3)** 1970-1980, la contraction et l'incision s'intensifient sous l'effet direct des extractions et mise à l'affleurement de la molasse par évacuation du matelas alluvial ; **(4)** 1980-1997, ralentissement des ajustements faisant suite à l'arrêt des extractions et la présence du substratum rocheux plus résistant ; **(5)** 1997-2010, un nouveau équilibre est atteint avec la stabilisation latérale du chenal et verticale avec la fixation plus ou moins durable du profil en long sur le fond rocheux.

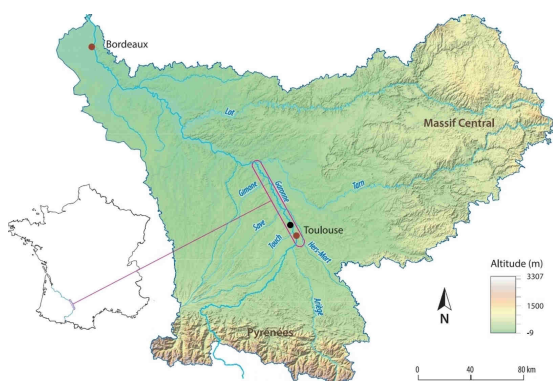


Fig. 1 : Localisation de la moyenne Garonne (cadre rouge) et du site d'étude (point noir).

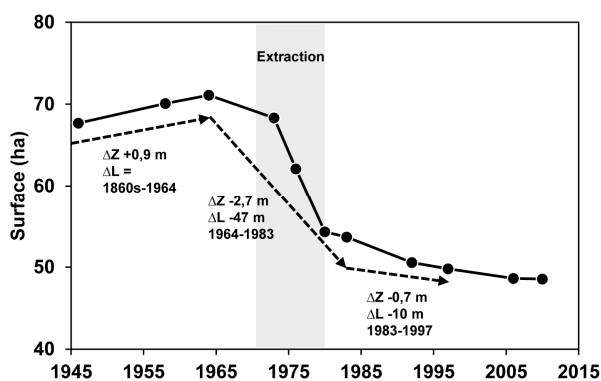


Fig. 2 : Evolution de la surface de la bande active. ΔZ : variation verticale ; ΔL : variation latérale.

4 CONCLUSION

Cette étude a permis de comprendre la transition entre rivière alluviale et à fond rocheux en articulant la phase d'évacuation de la charge solide avec l'apparition du seuil rocheux. Sous l'effet des extractions, le système a été poussé au-delà de sa capacité à retrouver son état initial suite au dépassement des conditions de seuil et s'est ajusté à de nouvelles conditions de flux solide (*i.e.* déficit sédimentaire), atteignant un nouvel état. L'analyse met ainsi en évidence l'impact majeur de l'activité qui sur la moyenne Garonne représente le premier facteur explicatif de l'enfoncement observé entre 1960-1990, soit près de 80 % de l'incision (Jantzi et al., 2017a).

Le cas de Beauzelle se retrouvant en de multiples secteurs, se pose la question de la réversibilité du déficit sédimentaire actuel. Des pistes de réflexions peuvent être ainsi menées pour favoriser la recharge et le transit sédimentaire : **(1)** réouvrir des bras-morts pour permettre la remobilisation et le transfert des sédiments stockés dans ces derniers vers le chenal principal ; **(2)** dévégétaliser des bancs pour favoriser la remobilisation des sédiments ; **(3)** identifier des espaces de mobilité possible permettant une recharge latérale en matériaux par érosion des berges.

De plus, la dynamique d'évolution des seuils n'a pas encore fait l'objet d'une analyse approfondie et la question de leur pérennité comme forme de fixation du lit reste un point important de l'évolution du profil en long encore à explorer. Le rôle éventuel des seuils comme facteur de discontinuité dans le transit sédimentaire avec le compartimentage du cours d'eau et le piégeage des sédiments en amont et dans les nombreuses formes d'érosion présentes à leur surface et également à préciser.

BIBLIOGRAPHIE

- Delmouly, L., Moreau, N., Croze, N., Le Barthe, R. (2007). Cartographie du substrat de la Garonne (De la retenue de St-Nicolas-De-La-Grave à Toulouse) et influence sur le comportement de saumons atlantiques en remontée. *Rapport GHAAPPE RA07.05*, 111 p.
- Jantzi, H., Carozza, J-M., Probst, J-L and Valette, P. (2017a). Les extractions de granulats dans le lit mineur de la moyenne Garonne toulousaine durant la seconde moitié du XX^e siècle. *Sud-Ouest Européen*, 44, 83-96.
- Jantzi, H., Carozza, J-M., Probst, J-L and Valette, P. (2017b). Ajustements géomorphologiques du chenal de la moyenne Garonne en aval de Toulouse au cours des 200 dernières années (sud-ouest, France). *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, 23(2), 139-153.