



Caractérisation de la morphologie fluviale dans la partie médiane du bassin versant d'Oued Assif Ghazzaf : Cartographie et identification des lits fluviaux

LAGNI Abdellatif ¹, ELOUIAZZANI Abdellah, YAZINI Ayoub et ELGHACHI Mohamed ¹

Laboratoire : Dynamique des Paysages, Risques et Patrimoine, Université Sultan Moulay Slimane, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Département de Géographie, Beni Mellal-Maroc, Lagniabdo@gmail.com

This is an open access article under the [CC BY-NC-ND](#) license.



Résumé : L'objectif fondamental de l'étude sur la dynamique fluviale consiste à examiner le rôle des eaux de l'oued Assif Ghazzaf dans la formation des paysages, en prenant en compte la morphologie de lits mineurs et les changements spatio-temporels du cours d'eau. Dans le Haut Atlas Central, cette dynamique se traduit par divers phénomènes tels que l'érosion des rives, les méandres coupés et les déplacements du lit du cours d'eau. Ces variations présentent des aspects et des intensités diversifiés le long du bassin versant d'Oued Assif Ghazzaf, et elles sont principalement influencées par les caractéristiques géomorphologiques de la zone montagneuse et des zones environnantes, ainsi que par les conditions hydrodynamiques du cours d'eau d'Oued Assif Ghazzaf.

Pour quantifier ces phénomènes et examiner leur évolution dans le temps et l'espace, des observations minutieuses ont été menées sur le terrain. Cette étape de la recherche avait pour but principal d'obtenir des informations détaillées sur le cours d'eau d'Oued Assif Ghazzaf. L'accent était mis sur la création d'une cartographie précise couvrant l'intégralité du cours d'eau. Grâce à l'analyse de ces données, des résultats significatifs ont été obtenus concernant le fonctionnement hydrodynamique de ce cours d'eau, permettant ainsi d'évaluer l'importance des évolutions morphogéniques dans la région.

Mots clés : Oued Assif Ghazzaf - Dynamique fluviale - Cartographie-hydrodynamie-Berges.

Abstract: The main objective of the research concerning fluvial dynamics is to examine the morphogenic impact of the waters from oued Assif Ghazzaf, the shape of its alluvial plain, and the movement of its water over time and space. In the Central High Atlas region, these dynamics are evident through bank erosion, meander cutoffs, and channel avulsion. These occurrences vary along the boundary of oued Assif Ghazzaf's basin, exhibiting diverse characteristics and intensities. The disparities are primarily influenced by the geomorphological features of the mountainous area and its surroundings, as well as the hydrodynamic conditions of oued Assif Ghazzaf's watercourse.

To quantify and study these phenomena's changes over time and space, we carried out meticulous field observations. This phase aimed to gather comprehensive information about the watercourse of oued Ahançal. Our priority was to create a precise map encompassing the entire watercourse of Oued Assif Ghazzaf. Analyzing this data yielded significant findings about the hydrodynamic functioning of this watercourse and helped us assess the importance of fluvial morphological alterations in this region.

Keywords: Oued Assif Ghazzaf - Fluvial Dynamics - Cartography-Hydrodynamics-Riverbanks.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.8253709>

1. Introduction:

Pour comprendre le fonctionnement hydrodynamique du cours d'eau L'étude de la dynamique fluviale se base sur deux approches fondamentales.: approche historique et démarche actuelle. L'approche de l'expression actuelle de la dynamique fluviale se caractérise par une cartographie détaillée, principalement basée sur des observations sur le terrain. (El Ghachi, 2008).

La dynamique fluviale et les modifications morphologiques des systèmes fluviaux suscitent un intérêt considérable dans le domaine de la recherche, en particulier pour les systèmes fluviaux à haute énergie (avec une puissance spécifique supérieure à 30 v/m²) (Petit et al., 2015). Ces caractéristiques sont courantes dans les rivières de montagne et les grands cours d'eau. Toutefois, ces rivières ont connu une attention croissante de la part des chercheurs et des gestionnaires des cours d'eau au cours des dernières années. Comme tout autre cours d'eau, elles font l'objet de réaménagements et de gestion visant à assurer un écoulement d'eau libre pour préserver les continuités écologiques et sédimentaires. (Claude et al., 2012 ; Arnaud et al., 2015).

Notre étude se concentre sur la zone d'Oued Assif Ghazzaf, située dans le Haut Atlas Central, qui fait partie de ces rivières de montagne à forte énergie. Son état actuel résulte d'une combinaison de processus naturels d'érosion et de dynamique fluviale, ainsi que d'interventions humaines dont les effets s'ajoutent aux conditions naturelles.

L'objectif de cet article est de recueillir des informations exhaustives sur le cours d'eau en établissant une cartographie précise de la partie médiane de l'oued Assif Ghazzaf. Cette approche nous permettra d'obtenir des résultats significatifs concernant l'impact de la dynamique fluviale sur le système fluvial et d'acquérir une meilleure compréhension du fonctionnement hydrodynamique de cette rivière..

2. Présentation de la zone d'étude :

2.1. Localisation de la partie médiane du bassin versant de l'Oued Assif Ghazzaf:

Le bassin versant de l'Oued Assif Ghassaf présente une forme allongée et s'étend au cœur du Haut Atlas Central. Il suit une direction du Sud vers le Nord et est délimité à l'Ouest par le bassin de l'Oued Mhasser, qui représente le principal affluent de l'Oued Lakhdar..

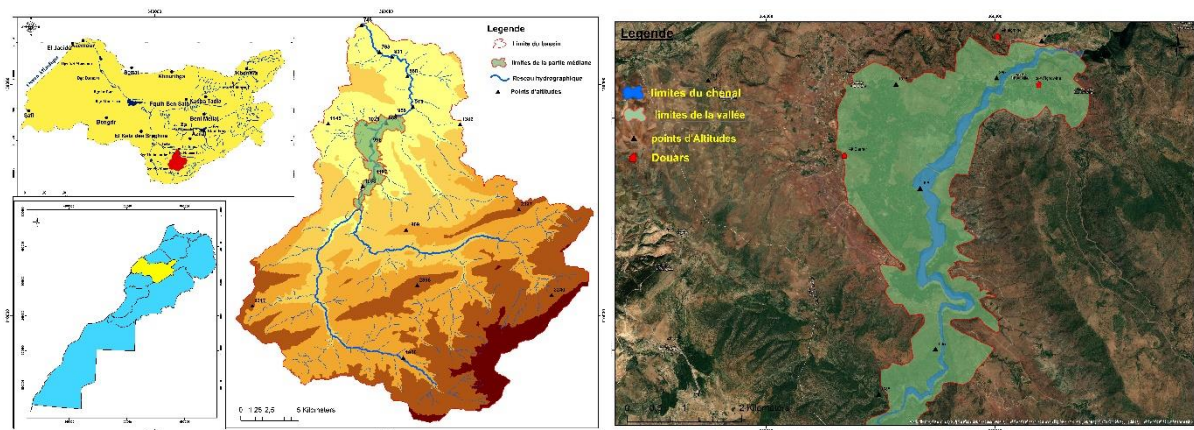


Figure 1 Localisation du bassin versant d'Assef Ghassaf:

L'Oued Assif Ghassaf mesure 35 km de long. En raison de l'influence majeure du milieu environnant sur son écoulement, il reflète fidèlement les caractéristiques de son bassin versant, qui s'étend sur une superficie de 577 km². Ce bassin versant est couvert par les cartes topographiques de Demnate, Tanant, Tifni, Abachkou et Ait Tamlil, à une échelle de 1/50 000..

Du point de vue administratif, la zone d'étude englobe plusieurs Douars et se situe dans la Région Beni Mellal-Khnifra, plus précisément dans la province d'Azilal. Elle fait partie de la commune rurale de Sidi Boukhalf, notamment les localités d'Ait Ouakrim, Tirika, Tighdwin, Iwariden, etc.

2.2. Situation climatique du bassin versant de l'Oued Assif Ghazzaf :

Les valeurs des variations relatives aux pluies totales annuelles, pour la période entreprise, dans cette étude, montrent des irrégularités pluviométriques interannuelles. Cependant, l'année de forte pluviométrie a dépassé 800 mm dans la station d'Ait Segmine au cours de l'année 2004.

Les années de faibles pluviométries qui sont marquées sont 1983, 1990, 1992, 1998, 2001 et 2017 avec une pluviométrie annuelle qui ne dépasse pas 300mm.

Cette variabilité a permis notamment de mettre en évidence les tendances sèches ou humides dans la chronique retenue 1971 - 2017. A partir de la figure n on observe que :

- L'écart entre l'année humide (880 mm en 2004) et l'année sèche (180 mm en 2017) est de 700 mm.
- L'écart entre l'année humide et la moyenne est de 370 mm.
- L'écart entre l'année sèche et la moyenne est de 530mm.

On conclut qu'il y a une variabilité qui met en évidence les tendances sèches ou humides dans la chronique retenue 1971 2017.

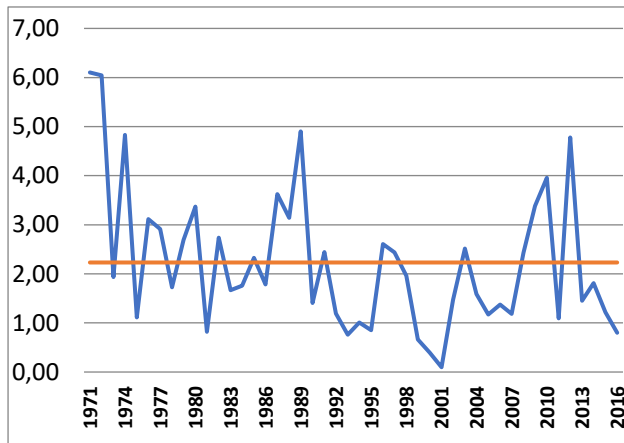


Figure N°2: Débits moyens annuels de la station d'Ait Segmine (1971-2015)

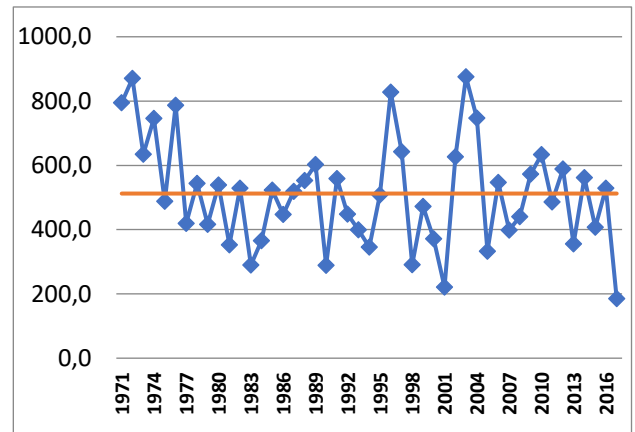


Figure N°3: Précipitations annuelles de la station d'Ait Segmine par rapport à la moyenne (1971-2017)

La Figure N°4 illustre une variation annuelle irrégulière observée à la station d'Ait Segmine, située au milieu de la zone d'étude. Les données couvrent une période de 44 ans, de 1971 à 2015, avec une moyenne de débit de 2.2 m³/s sur cette période. On constate également une variabilité interannuelle du débit moyen caractérisée par une forte variabilité.

Pendant la période de 1971-1972 et de 1989 à 2013, on observe des débits élevés, avec un maximum atteignant 6.10 m³/s en 1971. Un pic est également remarqué en 1989, avec un débit d'environ 4.90 m³/s, ce qui favorise l'apparition de crues inondables.

2.3. Contexte géologique :

D'un point de vue géologique, le bassin de l'oued Assif Ghazzaf fait partie du Haut Atlas Central calcaire, présentant un relief marqué par une série d'anticlinaux et de synclinaux, entrecoupés de vallées étroites et profondes (Missenard, 2006). De plus, la diversité lithologique sous-jacente joue un rôle essentiel dans la vitesse de circulation de l'eau (Legates et Willmott, 1990).

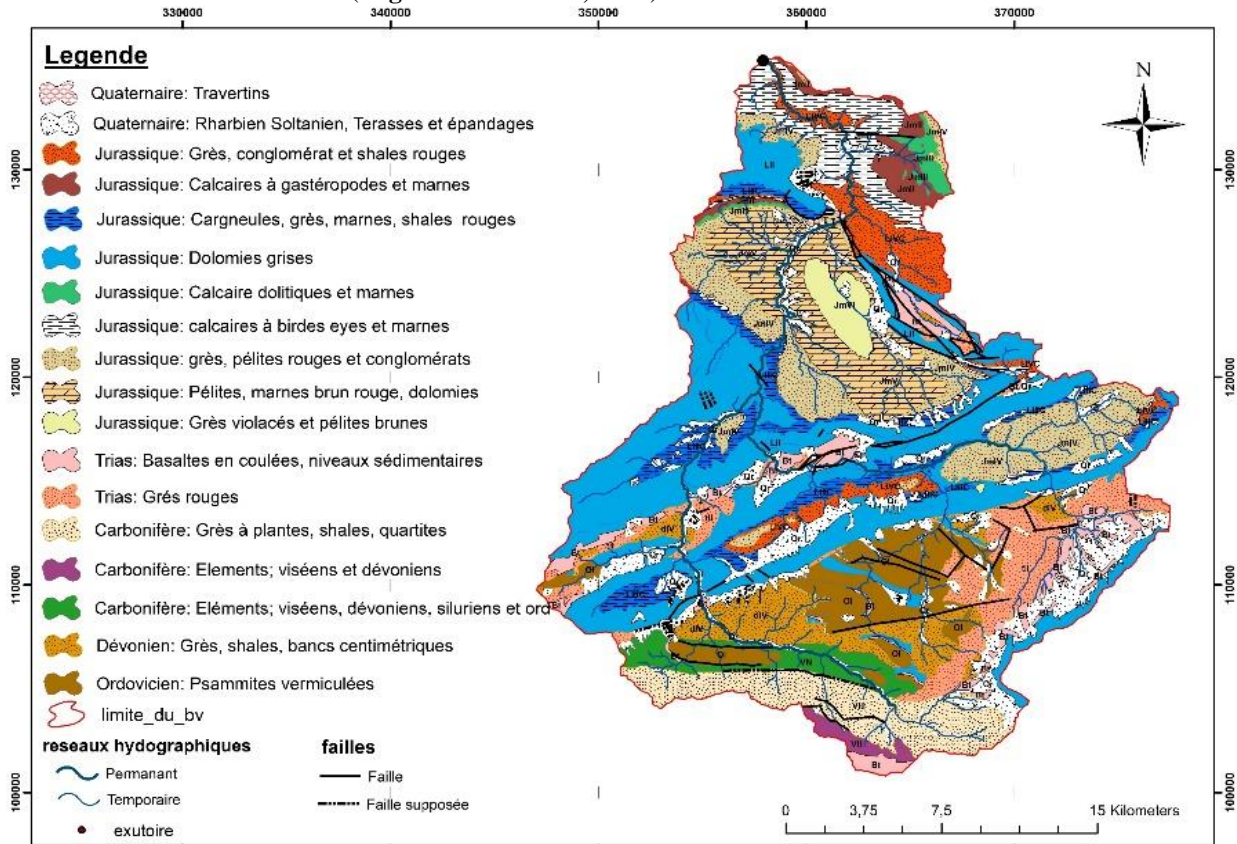


Figure N4 : la carte géologique du bassin versant de l'Oued Assif Ghazzaf

Les caractéristiques hydrogéologiques du sous-sol sont étroitement liées à l'épaisseur et à la nature lithologique, qui déterminent la capacité de stockage d'eau (Souhel, 2001). Le bassin versant de l'oued Assif Ghassaf est composé principalement de séries sédimentaires, allant du primaire au Quaternaire, débutant par l'Ordovicien de l'étage Praguin OI, avec des lacunes dans la série du Silurien de l'ère primaire et de toute la période du Tertiaire. Les principaux dépôts quaternaires se sont accumulés au fond de la vallée, comprenant plusieurs étages du Quaternaire continental marocain, tels que le Rharbien et le Soltanien, présents dans la partie médiane du bassin versant le long de l'oued Assif Ghassaf.

3. Méthodologie:

Pour comprendre la dynamique fluviale et étudier le fonctionnement hydrodynamique du cours d'eau, deux approches fondamentales sont nécessaires : une approche historique et une approche actuelle (El Ghachi, 2008). Dans cette étude, notre focalisation s'est portée sur l'approche actuelle, principalement basée sur un travail cartographique effectué sur le terrain..

3.1. Travail du terrain :

Le travail sur le terrain est une étape essentielle pour comprendre la dynamique fluviale, car il nous permet de collecter des données fondamentales sur le fonctionnement hydrodynamique du bassin. Dans ce contexte, nous avons réalisé plusieurs sorties sur le terrain qui nous ont permis de localiser les points d'intérêt de la dynamique fluviale, déterminer ses modes de fonctionnement, classer ses formes et mesurer ses dimensions, ces informations nous permis de découper la partie médiane du bassin en 8 tronçons, afin de déterminer les formes fluviales d'une manière précise.



Photos N1 :compagne de terrain dans la partie médiane du bassin

3.2. Travail cartographique :

3.2.1. Découpage de la zone d'étude :

Pour réaliser la cartographie des divers types de berges le long du cours d'eau de l'Oued Assif Ghazzaf, nous avons subdivisé cette zone en plusieurs parties et tronçons (Tableau N1). Cette division a été effectuée en se basant sur des critères et des caractéristiques physiques et anthropiques établis lors de nos travaux sur le terrain..

Tableau 1 découpage de la partie médiane du bassin de d'Oued Assif Ghazzaf en tronçons

Tronçons		Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1	Tronçon 1
La morphologie	Tracé	Sinueux	Méandri forme	Méandri forme	Méandri forme	Semi rectiligne	Sinueux	Rectiligne	Rectiligne avec des codes
	Largeur du lit mineurs	6 à 10m	10 à 13m	6 à 12m	6 à 9m	2 à 5m	1 à 6m	3 à 7m	1 à 3m
	Longueur du tronçon	0,5km	0,3km	0,62km	1,4km	0,29km	0,36km	0,35km	0,40km
	Profondeur	1m	1,5m	0,5m	0,3m	1m	0,5m	1m	1 à 2m
	Hauteur de la berge	>1m	>3m	>2m	>6m	>2m	>1m	>2m	> 5m
La dynamique	Végétation	Dense	Dense	Terrain Cultivés	Faible	Végétaux dans les deux berges	BD : nul BG : cultivée	Terrasse cultivée	Nul
	Nature du berge	Berge végétalisée	BD : dégradée BG : végétalisée	Berges sapées à la base	BD : encaissée BG : cultivée	Berges végétalisée	Encroûtement d'érosion	Sapement et creusement vertical	Creusement vertical
	Fonctionnement hydrodynamique	Stable	Érosion	Érosion	Stable	Stable	Erosion et dépôt	Érosion	Érosion
La topographie	Pente	Moyenne	Moyenne	Assez forte	Assez forte	Moyenne	Forte	Forte	Moyenne
	Profil en travers	Large	Large	Large	Assez large	Assez large	Large	Assez large	Étroit
L'aménagement	Ancien	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	Récent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
	Ouvrage	Absent	Ponts	Absent	Seuil construit	Absent	Absent	Absent	Absent
L'hydrologie	Affluents	1	1	2	1	0	1	1	0
	Écoulement	Faible	Faible	Faible	Assez rapide	Faible	Faible	Rapide	Rapide

3.2.2. Elaboration d'une légende de la dynamique fluviale :

L'objectif est de créer une légende explicative de la dynamique fluviale qui présente de manière détaillée les éléments cartographiés, permettant ainsi de décrypter et d'analyser les aspects les plus importants. La réalisation de cette légende implique un travail spécifique comprenant les étapes suivantes :

- L'organisation de l'information implique le tri et la classification de toutes les données collectées sur le terrain en fonction des phénomènes cartographiés.
- Attribution de symboles à chaque élément cartographié : Pour différencier ces informations, il est nécessaire de trouver des symboles appropriés.

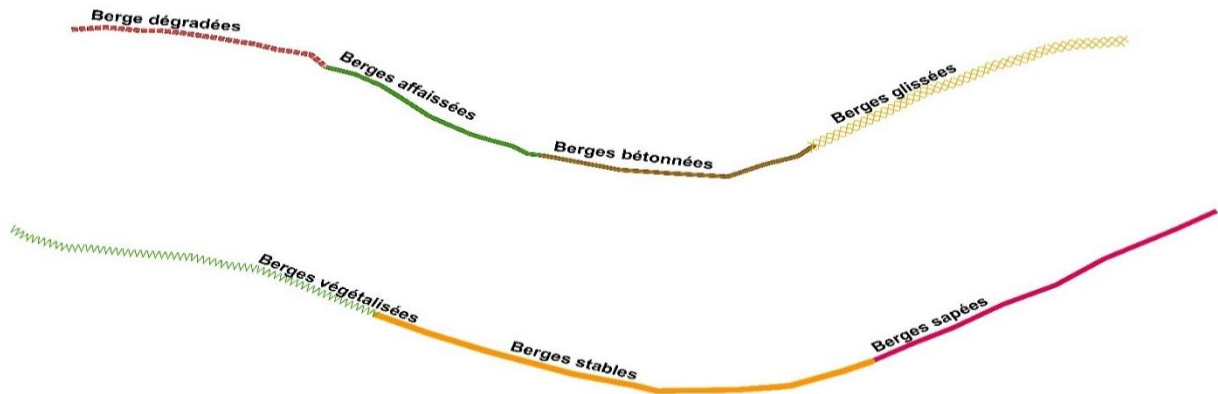


Figure 6 légende explicative de la dynamique fluviale

Cette approche consiste à utiliser des symboles représentatifs qui fournissent des informations sur la dynamique fluviale. Elle implique également de choisir des couleurs pour différencier les symboles et les graduer en fonction de leur importance. Enfin, la légende est présentée de manière générale, regroupant les informations par types et grandes catégories de données. (El Ghachi, 2008)

Cette méthodologie a été mise en œuvre pour cartographier la dynamique fluviale dans la partie médiane de l'Oued Assif Ghazzaf pour l'année 2023.

4. Résultats et discussion :

En étudiant les morphologies des berges, nous pouvons obtenir plusieurs indices concernant l'évolution du cours d'eau. La cartographie joue également un rôle essentiel en prenant en compte l'état des berges.

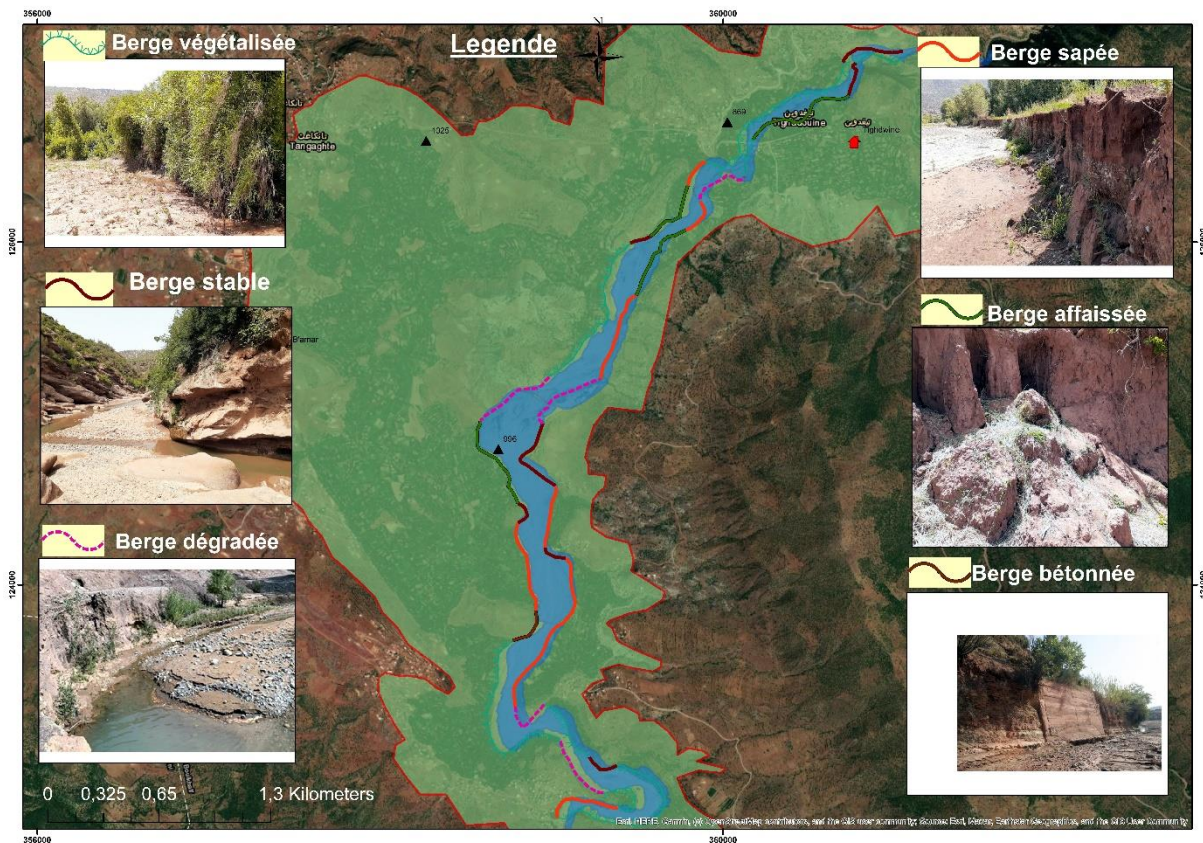


Figure N7 : La répartition des site étudié dans la partie médiane du bassin d'Oued Assif Ghazzaf

Dans cet article, nous présenterons l'évolution des différentes configurations des berges en réalisant un inventaire exhaustif des divers types de dynamique observés le long de ce cours d'eau. L'analyse présentée ici offre une précieuse perspective pour gérer le cours d'eau, évaluer la qualité de son environnement physique, orienter les opérations de restauration et évaluer les impacts des aménagements. Pour la classification des types de berges, de nombreuses approches sont possibles, en fonction des caractéristiques morphologiques et des objectifs visés tels que l'importance de l'érosion, le type d'aménagements, la protection, la végétalisation, la dynamique, la stabilité, l'anthropisation, et bien d'autres encore.

Dans le contexte de cette étude, les types de berges prédominants dans la zone d'étude sont les suivants :

4.1. Les berges caractérisées par une forte dynamique :

4.1.1. Berges affaissées :

Une berge affaissée se réfère à une dégradation de la partie supérieure de la berge, qui survient lorsque celle-ci atteint une hauteur et un angle critiques approchant ou dépassant les 90°. Dans ces conditions, les berges peuvent s'affaisser, entraînant ainsi un élargissement du chenal. Cet affaissement se propage ensuite sur toute la hauteur de la berge, ce qui peut éventuellement conduire à une dégradation totale.



Photos N° 2: Exemple d'une berge affaissée

4.1. 2. Berges sapées :

Ce type de berge entraîne une dynamique d'érosion très prononcée le long des berges. Il est caractérisé par des zones ayant une diversité lithologique tendre. Ces berges sont parfois causées par l'érosion à la base ou par des glissements sur toute la surface de la berge. (Ouakher, 2019).

Ces berges se présentent sous une forme verticale et subissent une érosion très intense, entraînant un décrochage significatif. L'apparition de ce type de berge met en évidence la puissance et la force dynamique très élevée de l'Oued Assif Ghazzaf, car leur formation nécessite un débit important, notamment pendant les périodes de crues.



Photos N° 3: Exemple d'une berge sapée

4.1.3. Berge dégradée :

Ce phénomène est constaté tout au long du cours d'eau. En particulier, il concerne les berges basses, celles dont la hauteur est inférieure à 1,5 mètres.

Lors des crues, le niveau de l'eau augmente considérablement, et les berges basses, étant moins élevées, se retrouvent davantage exposées à la force du courant. Cela entraîne une érosion plus prononcée de ces berges, car elles subissent l'impact direct de l'eau en mouvement. Au fil du temps, cette dynamique d'érosion peut entraîner une dégradation progressive de ces berges basses.



Photos N° 4: Exemple d'une berge dégradée

La gestion et la préservation des berges deviennent alors des enjeux importants pour minimiser les effets de la dégradation et maintenir la stabilité des écosystèmes aquatiques.

4.2. Les berges stables ou aménagées :

4.2.1. Berges végétalisées :

La végétation revêt une importance primordiale dans la stabilisation des berges. Les berges fortement végétalisées bénéficient d'une protection accrue, tandis que celles dépourvues de végétation deviennent plus vulnérables aux processus érosifs.

Les berges naturellement couvertes de végétation sont généralement stables. La présence de végétation joue un rôle actif dans la modification des chenaux (Rollet, 2000). Grâce à leur nature et leur densité, les végétaux exercent un contrôle significatif sur les processus géodynamiques et la morphologie résultante. Le système racinaire des végétaux assure une protection mécanique, s'étendant pratiquement jusqu'au pied de la berge.



Photos N° 5 : Exemple d'une berge végétalisée

On retrouve ce type de berges tout au long de l'Oued, elles sont présentes de manière naturelle et offrent une protection naturelle. Parfois, des aménagements anthropiques sont réalisés pour assurer la protection des activités humaines en bordure de la vallée.

4.2.2. Berges stable :

Ces berges sont avantagement préservées grâce à une protection naturelle offerte par des roches résistantes. En effet, un substratum rocheux robuste, dont la solidité est supérieure à celle du cours d'eau, joue un rôle essentiel en limitant la propagation latérale de la berge. Cette présence de roches résistantes agit comme un frein, ralentissant ainsi les forces érosives exercées par le courant d'eau, en particulier lorsqu'il atteint un débit donné. Grâce à cette configuration géologique, les berges bénéficient d'une plus grande stabilité, car le substratum rocheux agit comme un bouclier protecteur contre les effets destructeurs de l'érosion.



Photos N° 6: Exemple d'une berge stable

La résistance des roches empêche ou ralentit le processus d'usure causé par l'écoulement du cours d'eau, préservant ainsi l'intégrité de la berge le long de ses rives.

4.2.3. Berges bétonnées :

Les berges bétonnées sont des berges qui ont été revêtues ou renforcées par l'utilisation de béton pour les protéger. Cette intervention humaine vise à stabiliser et à renforcer ces berges afin de les préserver des processus d'érosion et de dégradation. Avant d'être bétonnées, ces berges ont subi une dégradation, ce qui signifie qu'elles étaient vulnérables aux effets destructeurs de l'érosion causée par le courant d'eau ou d'autres facteurs environnementaux. La dégradation des berges peut être due à des crues répétées, à une utilisation excessive des berges par l'homme, au piétinement du sol par le bétail, à l'action des vagues, ou à d'autres causes naturelles ou anthropiques.



Photos N°7: Exemple d'une berge bétonnée

Conclusions :

Dans le bassin versant de l'Oued Assif Ghazzaf, l'érosion hydrique est soumise à l'influence de divers facteurs, tant naturels qu'anthropiques. Parmi les principales forces responsables de cette érosion, on retrouve généralement la pluie, le ruissellement, la rugosité du terrain et la pente du relief. Ces éléments déterminent les différentes formes prises par l'érosion hydrique dans cette région.

La gestion de la dynamique fluviale de l'Oued Assif Ghazzaf revêt une importance capitale pour préserver l'environnement physique du cours d'eau et assurer la stabilité des écosystèmes aquatiques. Des mesures de restauration et d'aménagement doivent être envisagées afin de minimiser les impacts de l'érosion et de préserver la qualité du cours d'eau. Ces conclusions permettront de mieux appréhender le fonctionnement hydrodynamique de cette rivière de montagne et de guider les futures actions de gestion et de préservation.

Références bibliographiques :

Claude N., Rodrigues S., Bustillo V., Bréhéret J.G., Macaire J. J. & Jugé P. (2012) : Estimating bedload transport in a large sand–gravel bed river from direct sampling, dune tracking and empirical formulas. *Geomorphology*, 179: 40-57.

El Ghachi M., Corbonnois .J (2008) : Caractérisation d'un système fluvial par la méthode de la cartographie des morphologies fluviales: le cas de la Seille (Lorraine, France), CEGUM, Université de Metz 16p.

El ghachi M. (2008) : La seille : un système fluvial anthropisé (lorraine, France) Tome 1, Thèse doctorat de l'Université Paul Verlaine de Metz, France ,344p.

Legates D. ,Willmott J. (1990). Mean seasonal and spatial variability in global surface air temperature, *Theor. Appl. Climatol.*, 41:11-21.

Missenard, Y., Zeyen, H., Frizon de Lamotte, D., Leturmy, P., Petit, C., Sebrier, M., Saddiqi, O., (2006) : Crustal versus Asthenospheric Origin of the Relief of the Atlas Mountains of Morocco. *Journal of Geophysical Research* 111 (B03401). doi:10.1029/2005JB00370

Ouakhir H., El ghachi M. , Goumih M. (2019) : Caractérisation de la dynamique des lits fluviaux par la cartographie des morphologies fluviales: amont du barrage Bin el ouidane du haut atlas Central Marocain, *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 379-384.

Petit F., Hallot E., Houbrechts G., Mols J. (2005) : Évaluation des puissances spécifiques de rivières de Moyenne et Haute Belgique. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 46, 37-50.

Souhel .A. (2001). Haut Atlas Central, partie nord-ouest North-western Central High Atlas, éditions du service géologique du Maroc, Rabat,106 p.

الغاشي محمد، إدالي محسن، لعلو نادية (2014): "الخصائص المورفومترية للأحواض الجبلية ودورها في السلوك الهيدرولوجي لحوض أسيف غزاف بالأطلس الكبير الأوسط (جهة تادلة ازيلال، المغرب) حالة الإمتطاح الفيضي لسنة 2009-2012 ISSN 2052- Environment& Water
International Journal of ،3408, Vol 3, Issue 6, 201