

†.ΧΗΛΞ† † ΝΕΥΟΞΘ

†.ΘΛ.ΠΞ† ΘΞΛΞ ΕΞΧΕΕΛ Θ† ΑΘΛΗΗ.Φ

†.ΥΞΠ.† † †ΘΚΗ. Λ †Ε.Θ.Θ.ΜΞΗ †ΞΠΗΧ.†Ξ†

Θ.ΞΘ - Η.Θ

Royaume du Maroc
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Lettres et des Sciences
Humaines Saïs -Fès



المملكة المغربية

جامعة سيدي محمد بن عبد الله

كلية الآداب والعلوم الانسانية سايس – فاس

Centre d'études doctorales : Langues, Patrimoine et Aménagement Territorial

Formation doctorale : Ressources, Aménagement Spatiale et Développement Local

Axe de recherche : Etudes Géographiques

**Laboratoire D'Analyses Géo-Environnementales et d'Aménagement – Développement Durable
(LAGEA-DD)**

Résumé de thèse de doctorat en géographie physique intitulée :

Hydrogéomorphologie de l'Oued Guir en amont de Ain Chouater : fonctionnement, morphogénèse et impact anthropique

Préparée par le doctorant :

Lahcen OUIABOUB

Sous la direction du Professeur :

Ali TAOUS

Année universitaire : 2020-2021

Sommaire

| | Page |
|--|-------------|
| 1.- Délimitation et présentation de la zone d'étude | 2 |
| 2.- Problématique et objectifs de la thèse | 3 |
| 2.1.- Problématique | 3 |
| 2.2.- Objectifs de la thèse | 3 |
| 3.- Méthodologie | 4 |
| 4.- Structure de la thèse..... | 6 |
| 5.- Résultats et discussions | 6 |

1.- Délimitation et présentation de la zone d'étude

L'Oued Guir naît de la confluence de plusieurs oueds dont les principaux sont Assefti, Ayt Aissa, Ghezouane, Lhalouf, Rmila et Zelmou (Fig. 01. 01. A). En aval de Ain Chouater, le Guir franchit la frontière et traverse le territoire algérien où il reçoit les eaux des Oueds Essafsaf et El mourra avant de se jeter dans le lac du barrage Djorf Tourba, mis en service en 1963 (T. Merzougui, 2011). Plus au sud, vers son aval, Oued Guir reçoit les apports de l'Oued Bechar le plus grand affluent de Guir en Algérie avant sa confluence avec l'Oued Zousfana près de Beni Abbas. Ces deux branches forment le grand Oued Saoura, la principale artère hydrographique du sud-ouest algérien (T. Merzougui, 2011). Le long de son trajet au Maroc comme en Algérie Oued Guir alimente un Chaplet d'oasis qui ont été depuis des siècles liées par des relations de sang et de parenté (M. A. Oufkir, 2020). Les coutumes sociales identiques et les échanges économiques tapissaient les relations des oasis du Guir sur les deux parts de la frontière politique.

A l'échelle nationale le Guir appartient à l'unité géographique sud-atlasique. Cette unité plus ou moins homogène, s'étend sur 870900km² soit 16% de la superficie totale du pays (B. Akdim et *al.*, 2017). Elle se prolonge entre la région de Figuig à l'Est et les bassins côtiers atlantiques Ifni, Bouissafen, Aoreora et Tiznit à l'Ouest et inclue au centre, les bassins de Guir, Ziz, Rheris, Maider et Draa. Dans cette unité géographique, plusieurs similitudes géologiques, topographiques, climatiques, et sociales sont remarquées. Mais, la caractéristique commune la plus frappante est la dépendance de leurs populations aux cours d'eau, principales ressources en eau et facteur limitant de tout développement (L. Ouhajou, 1996). Le bassin versant de Guir, par sa superficie, ses apports d'eau annuels et sa population constitue l'un des bassins les plus importants de cette unité sud-atlasique.

La zone d'étude (Fig. 01. 01. B), forme l'unité septentrionale du bassin de Guir ou le Guir marocain (A. Oufkir, 2020). Elle est limitée à l'ouest par le bassin versant de l'Oued Ziz, au nord par les crêtes de jbel Aouja, Ich Ou Almou, Asdad, Tiouderssine, Elbour, Skndiss et Mechkakour qui la séparent du bassin de la Moulouya. Au nord-est, sa limite est moins nette et la sépare des hauts plateaux. Vers l'est, la zone d'étude est limitrophe à la dépression endoréique de Tamlelt. Vers le sud, ses limites sont très nettes grâce à l'escarpement du kerb de la grande Hamada. Cette dernière limite sud, est matérialisée aussi par la frontière maroco-algérienne qui épouse en partie l'escarpement de la Hamada.

La zone d'étude en amont d'Ain Chouater, couvre une grande superficie d'environ 19363 km². Sa configuration générale s'allonge dans un sens méridien sur une distance de 193 km et dans le sens parallèle sur une distance de 153km.

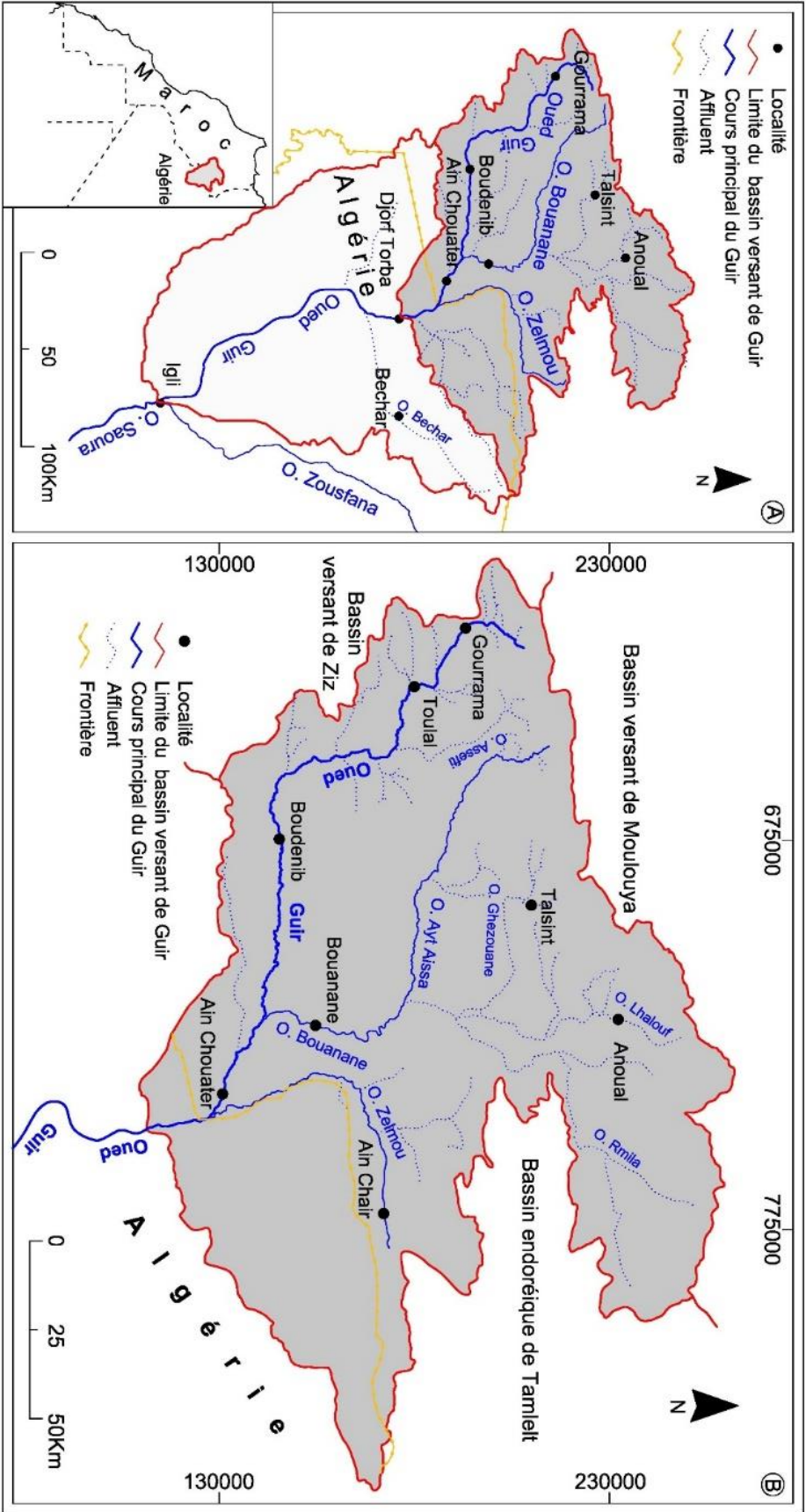


Figure 01 : Carte de situation du bassin versant de Guir (A) et la zone d'étude (B).

2.- Problématique et objectifs de la thèse

2.1.- Problématique

Par sa localisation géographique sud atlasique, aux confins maroco-algériens, le bassin versant du Guir est doté d'un climat aride à pluviométrie faible (50 à 250 mm/an), mais à précipitations violentes et irrégulières. Dans ce large espace présaharien hostile, les vallées constituent le trait fondamental du paysage. Leurs fonds sont des milieux attractifs pour l'homme, en dehors desquels le bassin est quasiment déserté. Ils forment le cadre de vie de la population oasienne et nomade.

La problématique de recherche de cette thèse s'articule autour des conditions hydrogéomorphologiques, de la morphogenèse et sur le fonctionnement morphodynamique récent de l'Oued Guir. Elle s'intéresse également à la question de l'anthropisation du fond de vallée du Guir et à son impact sur l'espace fluvial. La problématique du risque fluvial est abordée également dans ce travail.

En effet, pour pallier à l'aridité du milieu, la population oasienne a développé, au sein des fonds de vallée de Guir, des aménagements hydroagricoles traditionnels. Ces aménagements tributaires des apports de l'Oued Guir ne cessent d'évoluer avec le temps. Leurs implantations dans ces espaces fonctionnels provoquent des perturbations du système fluvial et engendrent des rétroactions de plus en plus ressenties. Celles-ci, couplées au fonctionnement morphodynamique naturel, sont à l'origine de risques hydrogéomorphologiques préoccupants dont le sapement des berges, les inondations, l'envasement des ouvrages hydroagricoles, l'affouillement des ouvrages d'art des routes et des berges, le saccage des terres agricoles...

2.2.- Objectifs de la thèse

Le choix du sujet de la thèse découle premièrement, d'une problématique préoccupante liée au fonctionnement naturel et altéré de l'Oued Guir, l'une des artères hydrographiques principales sud atlasiques et présahariennes, deuxièmement du manque d'études thématiques spécialisées traitant ce type de problème dans cette zone géographique et finalement de l'intérêt scientifique et la place qu'occupe de plus en plus l'hydrogéomorphologie comme discipline pertinente, multidisciplinaire et systémique qui permet d'appréhender, dans le temps et dans l'espace, la complexité des fonctionnements des systèmes fluviaux et leurs interactions et rétroactions avec les systèmes sociaux.

L'objectif principal, vise à comprendre les conditions de la morphogenèse et les fonctionnements morphodynamiques récents de l'oued Guir en amont de Ain Chouater, à partir de l'étude de l'évolution des caractéristiques morphosédimentaires des unités hydrogéomorphologiques du fond de vallée.

De cet objectif global dérivent des objectifs spécifiques dont les principaux sont :

- Comprendre la répartition spatiale et l'évolution amont-aval des conditions naturelles contrôlant la morphogenèse et le fonctionnement morphodynamique de l'Oued Guir ;
- A l'échelle du bassin versant décerner les facteurs naturels qui contrôlent la production de la charge solide et liquide et faire ressortir les domaines plus ou moins homogènes.

- A l'échelle de la vallée, choisir les tronçons homogènes sur le plan morphologique (versant et fond de vallée) et les processus morphodynamiques responsables de la production de la charge solide ;
- A l'échelle du tronçon, préciser les relations entre l'encaissant et le fond de vallée
- Spatialiser la configuration géomorphologique des principales unités fonctionnelles ;
- Définir et décrire chacune des unités hydrogéomorphologiques fonctionnelles ;
- Mettre en avant leur évolution spatiotemporelle et leur fonctionnement morphodynamique ;
- A une échelle plus détaillée, celle du site, on cherche à étudier les coupes lithostratigraphiques ;
- Décrire et comprendre l'agencement des ensembles et des niveaux sédimentaires dans chaque site,
- Définir et préciser les principaux caractères stratigraphiques, sédimentologiques et pétrographiques du remplissage alluvial ;
- Inventorier et exposer les actions anthropiques et identifier leurs impacts sur le fonctionnement morphodynamique de l'Oued Guir.
- Aborder et déterminer les risques menaçant la population et ses biens.

3.- Méthodologie

La compréhension approfondie de la morphogenèse et le fonctionnement morphodynamique de l'Oued Guir dans ses relations avec ses environnements, nécessite une méthodologie globale et diversifiée en termes d'échelles spatiales et temporelles. Notre travail a pour ambition de s'inscrire dans une telle méthodologie à travers une analyse déductive multi scalaire qui repose sur le principe d'une hiérarchie emboîtée des quatre niveaux d'analyse, le bassin versant, la vallée, le tronçon et le site (Fig. 1).

Le bassin versant est choisi comme étant l'espace intégrateur dans le quel interfèrent de multiples facteurs naturels et anthropiques. Son étude porte essentiellement sur l'analyse du cadre physique (géologie, géomorphologie et climat...), la physiographie (morphométrie, hypsométries, les pentes, le profil en long et le réseau hydrographique...), le cadre anthropique (répartition de la population, évolution démographique, densité et activités socio-économiques...) et le fonctionnement hydrologique (régime d'écoulement, variabilités temporelle et spatiale, crues et étiages...).

La vallée est le deuxième niveau d'analyse. Elle est considérée comme le cadre fonctionnel régional le plus cohérent (L. Shmitt, 2010). Elle correspond à l'unité fonctionnelle composée d'un fond de vallée encadré par deux versants (A. Taous, 2005). Les versants sont souvent le siège des processus d'érosion qui alimentent le fond de vallée en matériaux solides. Alors que le fond de vallée est un milieu dépendant de la dynamique fluviale (A. Weisrock, 1990). Le premier travail à cette échelle, consiste à proposer une typologie et une sectorisation du linéaire principal en secteurs morphologiques homogènes. Dans un deuxième temps, elle sera entamée, au sein de chaque secteur des grands types identifiés, une analyse géologique et géomorphologique des unités encaissantes suivie d'une analyse des aspects géométriques des versants (profils en travers, les pentes et les formes...) et du fond de vallée (la largeur et la pente longitudinale).

Le tronçon est l'échelle spatiale du fond de vallée le plus homogène où la dynamique fluviale est plus concrète, et se manifeste par des variations de micro et macro-formes

sédimentaires, la migration des bancs, le recul des berges et le changement de style fluvial... Notre travail à cette échelle, consiste à déterminer la configuration et les dimensions des unités hydrogéomorphologiques du fond de vallée (largeur, profondeur et épaisseur), le style fluvial, les types et la nature des berges, la nature et le développement de la ripisylve..

Le site est la plus petite échelle analysée sur le terrain. Le travail y consiste de caractériser la morphologie des unités sédimentaires (mouilles, seuils, barres et berge) et à caractériser leurs faciès sédimentaires et leur matériel alluvial. C'est aussi l'échelle préconisée pour l'analyse des coupes lithostratigraphiques.

Pour accomplir cette étude, plusieurs documents et outils sont intégrés. Une première étape est bibliographique, elle traite à la fois, l'hydrogéomorphologie, la thématique de l'étude ainsi que les autres disciplines sur lesquelles elle s'appuie, notamment la géomorphologie générale, l'hydrologie et la sédimentologie ...

Le deuxième volet de la recherche bibliographique est destiné à la zone d'étude. Il concerne essentiellement le cadre physique, géologique, hydrologique, hydrogéologique, climatique et le cadre anthropique. Les documents utilisés lors de l'élaboration de la thèse, sont diversifiés : les cartes géologiques disponibles 1/200000, les cartes topographiques 1/100000 et 1.50000, les images de Google Earth 2018, le modèle numérique terrestre (MNT), ainsi que les séries hydrologiques et données climatiques brutes des stations hydrométriques et climatologiques du bassin versant (Bouanane, Anoual, Tit n'Aissa, Tazougert, et Beni Yetti...). Ces documents sont complétés par d'autres administratifs tels que les monographies, les plans communaux de développement, les plans d'action, les plans d'aménagement, les plans de développement et les rapports sectoriels (agricoles, eaux et forêts...). Les données recueillies de ces divers documents, sont couplées à celles recueillies des travaux de terrain et du laboratoire. Les premières concernent essentiellement la granulométrie, la morphométrie les relevé des coupes, les différentes mesures *in situ* des dimensions, l'élaboration des profils et les enquêtes avec la population. Alors que les deuxièmes concernent le traitement des échantillons dont la granulométrie des fractions fines et la morphoscopie. Ces différentes données ont été sujettes d'analyses critiques, descriptives, statistiques et de synthèse.

3.- Structure et contenu de la thèse

Le manuscrit de la thèse est organisé en six chapitres :

L'introduction générale : elle concerne le contexte de l'étude et la méthodologie adoptée.

Le premier chapitre : est consacré à l'étude des caractéristiques physiques, morphométriques et hydrologiques du bassin versant de l'Oued Guir.

Le deuxième chapitre : il est consacré à la typologie géomorphologique et la sectorisation de la vallée du Guir.

Le troisième chapitre : il aborde la caractérisation morphosédimentaire du fond de vallée du Haut Guir à travers l'étude d'un sous-tronçon situé entre Imouzzer et la cluse d'Imi n'Taghit.

Le quatrième chapitre : il est dédié à l'étude du fond de vallée du Moyen Guir à travers la caractérisation de trois sous-tronçons situés respectivement en amont à Gourrama, au milieu à Mellaha et en aval à Tazougart.

Le cinquième chapitre : il s'intéresse à l'étude du fond de vallée du Bas Guir à travers la caractérisation morphosédimentaire du fond de vallée de deux sous-tronçons situés respectivement en amont à Boudenib et en aval à Ain Chouater.

Le sixième chapitre : il est consacré à l'analyse du contexte humain à l'échelle du bassin versant, à l'étude des modes d'occupation humaine de la plaine alluviale et du lit fluvial de l'Oued Guir, à décerner leurs impacts sur le fonctionnement morphodynamique et à déterminer les principaux risques hydrogéomorphologiques qui en découlent.

La conclusion générale : elle présente une synthèse des résultats acquis en réponse aux objectifs visés et soulève ensuite les perspectives de recherche dans l'avenir.

4.- Résultats et discussions

Pour rappel, l'objectif de cette thèse a visé principalement l'étude du fonctionnement hydrogéomorphologique de l'Oued Guir en amont de Ain Chouater, tout en étudiant les aspects de l'anthropisation et l'impact de l'homme sur l'espace fluvial. Cet objectif s'intègre dans le champ disciplinaire de l'hydrogéomorphologie fluviale et dans un cadre conceptuel systémique qui considère le système fluvial comme un ensemble des niveaux hiérarchisés, où les variables externes des niveaux supérieurs du bassin versant et de la vallée contrôlent les variables d'ajustement internes des niveaux inférieurs au sein du fond de vallée et spécialement le long des lits majeur (ou plaine alluviale), moyen et mineur du cours d'eau. Ce cadre conceptuel considère par conséquent les cours d'eau et leurs bassins versants comme étant des systèmes spatiaux, évoluant dans l'espace en fonction du temps et subissant des réajustements en fonction des contraintes environnementales, induites par les variations des débits liquides et solides et aussi par l'action de l'homme. C'est en tenant compte de ce concept que nous avons essayé d'articuler la recherche effectuée dans notre thèse sur quatre niveaux hiérarchisés d'analyse : le bassin versant, la vallée, le tronçon et le site. De chacun de ces quatre niveaux d'étude sont tirés des renseignements qui peuvent être cités comme suivant :

Les renseignements tirés de l'analyse à l'échelle du bassin versant, intéressent surtout les conditions naturelles qui contrôlent la morphogenèse fluviale. Celles-ci concernent essentiellement les caractéristiques géologiques et géomorphologiques, climatiques, biogéographiques et hydrologiques. Nous avons montré que le bassin versant de Guir, par sa position géographique, son empiètement sur le domaine atlasique axial et sub-atlasique au nord et sur le domaine du sillon sud-atlasique au sud, est doté d'une structure d'ensemble organisée en reliefs vigoureux pentus dans la partie nord, une alternance des chaînons et des dépressions et de plateaux dans la partie médiane et une large plaine en forme de couloir, dominée par les Hamadas au sud. Ces reliefs sont façonnés essentiellement dans des terrains dominés par les calcaires jurassiques, turoniens, oligo-miocènes et par les formations détritiques marneuses, gréseuses et argileuses du Crétacé, de l'Oligo-Miocène et du Pliocène.

La caractérisation morpho-structurale a conduit à une première compartimentation du bassin versant et de la vallée du Guir en trois domaines distincts de l'amont en aval : le Haut Guir, le Moyen Guir et le Bas Guir. Ces trois unités sont séparées par des reliefs plus ou

moins continus qui s'interconnectent par l'intermédiaire des cluses constituant les passages naturels façonnés par les artères hydrographiques.

L'étude des caractéristiques morphométriques et hypsométriques du bassin confirme son aspect compartimenté et dévoile sa grande superficie (19363km²), avec diminution générale de ses altitudes et de ses pentes de l'amont vers l'aval. Le Haut Guir, s'intercale pour son ensemble dans la zone atlasique axiale montagneuse, où sont enregistrées les hautes altitudes et des versants à pentes fortes ; le réseau hydrographique y est dendritique dominé par les cours d'ordres inférieurs (1 et 2). Le Moyen Guir, appartient à la zone intermédiaire sub-atlasique. Il constitue le domaine le plus étendu, ses altitudes sont marquées par des classes supérieures à 2000m surplombant des classes moins élevées de 1300m ; la dénivelée spécifique est importante, et le réseau hydrographique y est dense et ramifié (Dd=0.91km/km²). Le Bas Guir, situé dans la zone sud-atlasique, est caractérisé par sa forme en couloir large dominé de part et d'autre par les escarpements des plateaux, le plateau de Tazougart au Nord, et les Hamadas au Sud. Les pentes y sont très faibles (inférieures à 5%), et la dénivelée spécifique est modérée. Le réseau hydrographique est généralement dense (Dd=0.95km/km²) avec une allure relativement parallèle au cours principal du Guir.

L'étude des conditions climatiques montre clairement que le bassin de Guir est contrôlé par un climat aride. Les précipitations y sont faibles, inférieures à 280mm/an, irrégulières et concentrées dans l'espace et dans le temps. Elles sont de plus en plus faibles de l'amont vers l'aval du bassin (inférieures à 100mm). Ce sont généralement des pluies d'automne, de printemps et surviennent rarement en orages pendant l'été et l'hiver. A l'échelle inter-annuelle, les précipitations se caractérisent par l'alternance de périodes relativement humides et arrosées avec d'autres plus sèches. Les températures sont marquées par des amplitudes entre les fortes températures d'été et les plus faibles en hiver ; leurs valeurs absolues atteignent 44°C en été et -8°C en hiver. Les vents sont fréquents et plus dominants en été. Ils favorisent avec les températures élevées une forte évaporation qui atteint des valeurs extrêmes en été (2869mm/an à Bouanane). Ce climat aride agressif empêche le développement du couvert végétal et des sols. C'est ainsi que la végétation du bassin est clairsemée, lâche et limitée à quelques espèces annuelles et xérophytiques. Pour les sols, ils sont pauvres et généralement restreints aux lits majeurs des principales artères hydrographiques du bassin versant du Guir.

L'étude du régime hydrologique de l'Oued Guir, met en relief sa forte dépendance des précipitations, cause principale de la discontinuité et l'intermittence des écoulements. En effet, La discontinuité des événements pluvieux dans le bassin est responsable de l'insuffisance de l'alimentation des oueds en eau. Ces derniers s'assèchent presque complètement durant la période estivale et reprennent leurs écoulements au début de l'automne. Sur les chroniques des débits, L'irrégularité se traduit par des écarts importants entre les valeurs des apports moyens journaliers, moyens mensuels et moyens annuels. Cependant, les débits les plus répons sont de très faibles valeurs ; ils correspondent aux étiages sévères. Tandis que les débits des crues sont rares, et pouvant atteindre des valeurs extrêmes considérables (2560 m³/s en 2008). Elles sont observées le plus souvent en automne et en printemps. Leur nombre varie considérablement d'une année à l'autre. Selon leurs

débites, elles sont classées en crues fortes exceptionnelles à récurrence faible et en crues moyennes et faibles de forte récurrence. Les grandes crues du Guir sont cruciales dans son fonctionnement morphosédimentaire ; elles sont responsables du déclenchement des processus d'érosion de transport et de sédimentation et modèlent les berges de l'oued. Dans certains tronçons, les crues exceptionnelles débordent sur la plaine alluviale anthropisée et engendrent des risques d'inondations spectaculaires, dévastant les enjeux socio-économiques et menaçant la population riveraine.

Les renseignements tirés de l'analyse à l'échelle de la vallée, deuxième niveau de recherche, se sont basés essentiellement sur les caractéristiques géomorphologiques de la vallée du Guir, en relation avec les terrains géologiques traversés ; ce qui a permis l'établissement d'un découpage en tronçons plus ou moins homogènes, marqués par des aspects morphostructuraux déterminés.

La haute vallée s'est développée dans une morphostructure en anticlinaux et synclinaux étroits, percés par l'affleurement d'une boutonnière paléozoïque. Il s'agit d'un domaine montagneux où les versants dénudés sont raides et sculptés dans les roches calcaires dures du Jurassique ; ceux façonnés dans le matériel schisteux paléozoïque sont de formes convexes. Le fond de la vallée y est étroit dans son ensemble (largeur moyenne inférieure à 500m). Dans ce contexte montagneux, les précipitations relativement abondantes (supérieures à 200 mm/an) déterminent un ruissellement très rapide. La torrencialité des écoulements de l'Oued Guir et de ces affluents est importante. Les dynamiques qui affectent les versants pentus, déclenchent plusieurs processus d'érosion mécanique et de ravinement, dans le substrat et dans les héritages détritiques quaternaires. Ce qui participe à l'alimentation des cônes détritiques latéraux et des colluvions dont la charge solide est remobilisée par ravinement et par sapement latéral de l'oued. Par ailleurs, l'étroitesse du fond de vallée du Haut Guir et sa pente forte (0.9 à 1.5%) sont responsables de la faible capacité de stockage de la charge grossière produite par les versants. Celle-ci, est évacuée par la compétence d'ablation des crues de l'oued. De ces constats, apparaît le rôle de la haute vallée comme source importante de la charge solide et des débits liquides de l'Oued Guir.

Dans la moyenne vallée, l'étude a mis en évidence le fonctionnement contrasté du Guir de l'amont en aval. Dans le sous-tronçon amont de la moyenne vallée de piedmont à Gourrama, l'Oued Guir traverse la dépression orthogonalement ; le fond de sa vallée est par conséquent confiné dans des glacis larges, les vestiges de terrasses alluviales quaternaires et les cônes de déjection qui le raccordent aux versants bordiers. Les processus de l'érosion mécanique favorisent la fragmentation des roches des versants. Sur les cônes de déjection, les glacis et les terrasses, les pentes transversales adoucies favorisent la reprise par érosion linéaire et diffuses des matériaux issus des versants et leur évacuation par ruissèlement vers les collecteurs principaux du réseau hydrographique. La pente longitudinale du fond de vallée (0.8%) est responsable des vitesses fortes de l'écoulement, qui accroissent la capacité d'ablation de l'Oued Guir. Plus vers l'aval, Le sous-tronçon de la moyenne vallée orthoclinale de Toulal- Irara montre une morphologie en gouttière où l'oued suit l'axe d'un synclinal Ouest-Est. Les versants structuraux raides sont façonnés dans la roche dure calcaire du Lias et les versants d'escarpement sont façonnés dans un matériel marno-calcaire du

Bajocien et Bathonien. Ces versants se raccordent à un fond de vallée relativement large (Moyenne d'environ 800m) par l'intermédiaire des cônes de déjection et des glacis courts. La section de la vallée est marquée par des versants de fortes pentes dominant des cônes et des glacis de faibles pentes ; elle est favorable aux phénomènes de fragmentation mécanique et aux ravinements. Le contraste lithologique des terrains implique une variation de la contribution de chacune des deux rives dans la fourniture des débits solides. Le versant structural sur la rive droite favorise l'alimentation en matériaux solides grossiers, tandis que le versant en escarpement sur la rive gauche privilège l'alimentation en charge solide fine. Dans le sous-tronçon de la moyenne vallée en gorge, la morphostructure de plateau calcaire favorise la morphologie en gorge de la vallée, marquée par de fortes dénivelées et des pentes transversales vigoureuses. Les parois rocheuses sub-verticales encadrent un fond de vallée très étroit et encaissé (largeur moyenne inférieure à 500m). L'action érosive est dominée par la composante verticale ; matérialisée sur les versants calcaires par la fragmentation mécanique, le ravinement torrentiel, et le déplacement gravitaire des matériaux. Il en résulte une forte contribution dans l'alimentation de la charge solide en transit dans le Guir. Cette contribution s'opère soit par une fourniture directe, issue du démantèlement de la roche mère, soit par une remobilisation de la couverture colluviale quaternaire.

Dans la basse vallée du Guir qui occupe le sillon sud atlasique, la structure géologique de l'encaissant confère à la vallée une morphologie d'ensemble en gouttière. Les versants taillés dans des plateaux calcaires de Tazouguart au nord et des Hammadas au sud, sont raccordés à un fond de vallée bien épanoui par l'intermédiaire de larges glacis et glacis terrasses quaternaires. Sur les versants, les phénomènes morphodynamiques sont dominés par l'action mécanique responsable de la production de matériaux détritiques par désagrégation et par érosion linéaire. Sur les glacis et les glacis terrasses, les processus dominants sont l'érosion linéaire et l'érosion aréolaire. Dans ce tronçon de la vallée du Guir, l'épanouissement du fond de vallée (largeur moyenne égale à 1050m à Boudenib et à 3500m à Ain Chouater) et les pentes faibles (inférieure à 0.2%) sont favorables aux processus de sédimentation fluviale, ce qui a conduit à la construction d'une plaine alluviale très développée.

Les renseignements tirés de l'étude de chaque tronçon et des sites, concernent essentiellement les caractéristiques morphologiques et sédimentologiques de la plaine alluviale et du lit de l'oued, les types des berges, la ripisylve et les impacts des dynamiques latérales sur le fonctionnement hydrogéomorphologique du Guir. A l'échelle de la plaine alluviale, Les résultats de l'analyse morphologique attestent la forte incidence de la morpho-structure de la vallée et la quantité des apports solides dans l'étalement du plancher alluvial dans le fond de vallée. Dans le sous-tronçon de la haute vallée de Guir, malgré l'abondance de la charge solide fournie par les versants bordiers, l'étroitesse de l'emprise du fond de vallée contraindre le développement de la plaine alluviale. Celle-ci n'est présente que sous forme d'étroites lanières losangiques séparées par des affluents latéraux. Au Moyen Guir, dans le premier sous-tronçon de Gourrama le plancher alluvial est confiné au sein des terrasses anciennes. Sa morphologie apparaît en forme d'une bande étroite épaisse de 6 à 8 m. Vers l'aval, au sous-tronçon de Mellaha Baknou, la structure de la vallée en berceau laisse plus d'espace pour l'étalement de la plaine alluviale, ce qui est favorisé par l'abondance de plus en plus de la

charge détritique en transit, issue à la fois de l'amont et des versants bordiers. Toutefois, malgré cet épanouissement, la forme de la plaine alluviale se montre en une section de transects évasés et d'autres étranglés par l'avancée de l'encaissant géologique résistant. Dans les zones en gorge, comme à Tazougart, malgré les apports abondants, l'étroitesse de l'emprise structurale offerte par les gorges et le fort hydrodynamisme de l'écoulement contraignent le développement de la plaine alluviale. Celle-ci est conservée seulement sur la rive gauche. Au Bas Guir, le fond de vallée élargie, reçoit des apports solides abondants ; ces derniers s'étalent de part et d'autre du lit sur des centaines de mètres de large, ce qui a donné une large plaine alluviale. Cependant, cette disposition de la plaine alluviale est dissymétrique de part et d'autre du lit actuel. Elle apparaît plus épanouie sur la rive droite par rapport à la rive gauche où elle est contrainte par des terrasses et glacis- terrasses anciens. Plus vers l'aval à Ain Chouater, la plaine alluviale atteint sa largeur maximale dépassant trois kilomètres. Elle bénéficie de l'amplification des apports par son affluent principal Oued Bouanane et de la faible pente du fond de vallée (0.2%).

L'analyse sédimentologique effectuée dans des sites pour chaque sous-tronçon s'est basée en premier lieu sur la description des faciès dans des coupes transversales et verticales du remplissage alluvial de la plaine alluviale. Dans un deuxième temps, l'analyse a concerné le matériel sédimentaire et a porté sur la granulométrie, la pétrographie et la morphométrie de la fraction des galets. L'analyse de la fraction fine a concerné la granulométrie des sables et la morphoscopie des grains de quartz. Cette étude a permis, premièrement, de tirer des informations concrètes sur l'évolution spatiotemporelle des conditions hydrodynamiques de dépôt et sur l'origine de la charge solide. De ces études, on a montré que le remplissage alluvial du fond de vallée s'est effectué dans un schéma d'ensemble marqué par une phase d'incision suivie de deux phases d'alluvionnement, marquées par la diminution de l'énergie du milieu du bas vers le haut de la coupe : la phase d'incision est transcrite dans les différents sous-tronçons par des talus de 1 à 8 m, façonnés dans l'encaissant. La première phase de dépôt est caractérisée par des conditions hydrodynamiques de forte énergie responsable du dépôt de l'ensemble grossier à galets et graviers emballés dans une matrice sablo-limoneuse. L'ensemble supérieur correspond à la deuxième phase de remblaiement, formée d'un matériel essentiellement limono-sableux épais de 2 à 5 m.

L'analyse sédimentaire de la fraction grossière des sédiments a montré l'origine et les conditions hydrodynamiques du transport et de dépôts du remplissage alluvial. Dans la haute vallée, les galets sont essentiellement calcaires et doléritiques très grossiers et à morphométrie immature. Ils renseignent sur un hydrodynamisme de forte énergie et sur une origine proximale représentée par les versants proches. Dans la moyenne vallée à Gourrama, les galets sont dominés par les calcaires, leur granularité est grossière et leur morphométrie est encore immature. Ils renseignent sur des conditions hydrodynamiques de forte énergie et d'une source de matériel encore proximale. En revanche, plus vers l'aval, au sous-tronçon de Mellaha, les galets sont dominés toujours par les calcaires, leur granulométrie et leur morphométrie sont hétérogènes, mais ils reflètent la contribution de nouvelles sources nourricières proches à côté de celles de l'amont. Au sous-tronçon en gorge de Tazougart, les galets sont de variétés pétrographiques relativement plus diversifiées, mais avec dominance

des calcaires, traduisant la fourniture des zones proches traversées. Dans le tronçon de la basse vallée, les galets sont davantage plus matures sur le plan morphométrique, leur granulométrie devient moins grossière, alors que leur pétrographie indique des sources proches drainées par les affluents qui convergent dans ce dernier tronçon.

A l'échelle de chaque site d'étude, l'analyse sédimentaire de la fraction fine des sables des niveaux sableux et de la matrice des niveaux grossiers renseigne sur la diminution de l'énergie du milieu du dépôt de l'amont vers l'aval de la vallée et du bas vers le sommet du remplissage alluvial. L'étude de la morphoscopie des grains de quartz montre dans le sous-tronçons amont un enrichissement en grains de non-usés (NU) et de plus en plus vers l'aval, on assiste à l'augmentation de la part des grains émoussés-luisants (EL) et des ronds-mats (RM), tout en gardant la dominance des grains non-usés (NU). Ces résultats s'expliquent par le long transport fluvial des sédiments, par l'influence permanente de la fourniture proche latérale et surtout par l'effet éolien de plus en plus bien ressenti vers l'aval du bassin versant.

A l'échelle du lit fluvial, l'étude morphologique met en évidence la présence de deux lits fonctionnels, moyen et mineur dont la largeur augmente sensiblement de l'amont vers l'aval. Le style fluvial des chenaux passe d'une forme sinueuse en amont vers un style en tresse en aval, avec une puissante chenalisation. Cet ajustement morphologique de la configuration en plan des chenaux et des organes fluviaux renseigne sur le contraste géomorphologique existant entre l'amont et l'aval de la vallée. Cet ajustement est accompagné de la décroissance rapide de la pente longitudinale (de 1.5% à 0.2%), ce qui favorise des accumulations de plus en plus importantes de sédiments que l'Oued Guir charrie de son bassin versant amont et apportés par ses affluents. L'abondance de la charge solide vers l'aval s'aperçoit aussi dans les dimensions des formes fluviales (les barres, les chenaux, les seuils et les mouilles) qui prennent de l'ampleur et passent de dimensions de quelques mètres dans la haute vallée de Guir à des dimensions décimétriques (hectométriques pour les barres) dans la basse vallée. L'observation du matériel alluvial du lit montre une certaine stratification horizontale et verticale, témoin de la variation de l'hydrodynamisme de l'écoulement et de la mobilité des chenaux dans le domaine fluvial.

L'étude sédimentologique du matériel du lit actuel, atteste des résultats semblables à ceux obtenus pour la plaine alluviale. La granulométrie des galets montre une diminution relative de l'énergie de l'écoulement de l'amont vers l'aval et leur pétrographie témoigne de la contribution concrète des différents terrains des zones traversées par le Guir et ses affluents dans la fourniture sédimentaire, tout en confirmant le rôle nourricier primordial de la haute vallée. L'analyse de la fraction sableuse atteste la diminution de l'énergie d'écoulement et une certaine régularité des écoulements de l'amont vers l'aval. Tandis que l'étude morphoscopique des grains de quartz témoigne de l'importance de plus en plus marquante de l'effet éolien dans la fourniture de la charge fine en allant vers l'aval.

L'étude des berges de l'oued, de la ripisylve et des dynamiques latérales dévoile leur forte incidence sur la morphodynamique récente de l'oued. Au niveau des différents sous-tronçons étudiés, on a pu identifier deux types de berges ; les berges façonnées dans l'encaissant et d'autres façonnées dans la plaine alluviale. Le premier type est très peu répondu

dans les différents sous-tronçons à l'exception des zones de gorges, correspondant morphologiquement aux transects les plus étranglés du lit. Le type façonné dans le remplissage de la plaine alluviale est subdivisé en trois sous types de berges ; les berges limoneuses non végétalisées, les berges limoneuses végétalisées et les berges limoneuses aménagées. Les segments de berges aménagés sont en général réduits, ceux végétalisés sont plus développés notamment dans la haute vallée. Toutefois, les deux sous- types sont relativement stables sur le plan morphodynamique. Les berges limoneuses abruptes non végétalisées sont par contre plus actives car elles sont sapées fréquemment par le courant ; par conséquent, elles correspondent morphologiquement aux transects les plus larges du lit du Guir. Sur le plan sédimentaire, ces segments de berges fragiles constituent une source importante de la charge solide en transit dans le lit. L'étude de la ripisylve montre un nombre réduit d'espèces ripicoles. Ces dernières colonisent essentiellement les berges et, de plus en plus vers l'aval, elles conquièrent les bancs alluviaux du lit moyen. L'incidence de ce corridor végétal sur la morphodynamique concerne essentiellement la protection des berges contre l'érosion. Cependant, l'occupation du lit par la ripisylve fixe la charge du fond, et entraîne le piégeage des matériaux en transit, ce qui engendre des embâcles ainsi que les divagations latérales et l'érosion des berges non protégées.

Le long des différents tronçons étudiés, l'impact de la dynamique latérale sur le fonctionnement du Guir correspond essentiellement aux effets des cônes de déjections, et des cônes de confluences. Ces effets latéraux ont des incidences sur les phénomènes d'érosion et de sédimentation le long du lit du Guir. Par ailleurs, l'effet éolien est un autre phénomène dont les impacts morphosédimentaire sur le lit du Guir s'affirment de plus en plus d'amont en aval et surtout dans le Bas Guir.

Les renseignements tirés de l'étude de l'occupation humaine et de son impact dans le système fluvial du Guir, concernent essentiellement la répartition de la population et son évolution démographique à l'échelle du bassin versant, les formes d'occupation de la plaine alluviale et les aménagements significatifs réalisés sur lit. Finalement, l'étude a abordé sommairement, la question des risques qui résultent de l'interaction entre le système fluvial et le système social de la vallée. C'est ainsi que nous avons montré que l'installation humaine est relativement ancienne dans le bassin du Guir. Elle est caractérisée par la présence de plusieurs tribus nomades et sédentaires. Les premières ont pratiqué la transhumance le long du bassin et ailleurs. Les secondes se sont installées dans les Qsars où elles ont pratiqué l'agriculture sur les terres fertiles des plaines alluviales du Guir et ses principaux affluents. La sédentarisation de la population le long du Guir a favorisé l'évolution de certains Qsars en centres urbains. Actuellement, les trois populations nomade, rurale et urbaine coexistent encore, mais avec des évolutions contrastées. La démographie de la population nomade est de plus en plus en déclin raison de processus sociaux liés à la sédentarisation et la sécheresse climatique. La démographie de la population rurale qui habite encore les Qsars traditionnels a connu une décroissance à cause essentiellement des flux importants de migration. Tandis que la population urbaine, encore faible, est en perpétuelle augmentation.

Dans la vallée du Guir la principale activité de la population restent l'agriculture traditionnelle irriguée pratiquée principalement sur la plaine alluviale. Cette dernière

constitue en fait le siège des enjeux socio-économiques diversifiés et complexes. Le principal enjeu est représenté par un bâti organisé en Qsars traditionnels à architecture typique et à organisation sociale cohérente. Les périmètres agricoles constituent un enjeu de forte importance socio-économiques mais aussi patrimoniale. Ils apparaissent en forme de chapelets isolés de quelques dizaines d'hectares de superficie. Chaque périmètre est irrigué par un système traditionnel de khattaras et de saguias qui forment par leur architecture et le système coutumier de leur gestion un autre enjeu d'ordre patrimonial et socio-économique. Quant au réseau routier, il constitue pour cet espace vaste et aux Qsars dispersés les artères de desserte qui assurent leur communication.

A l'échelle du lit du Guir, on a pu inventorier plusieurs aménagements implantés pour des fins de l'exploitation, de franchissement ou de protection. Ces aménagements ont des incidences directes sur le flux liquides et solides et par conséquent sur les processus morphodynamiques. Leurs impacts se manifestent par des ajustements morphologiques perceptibles au niveau du lit de l'oued. Les petits barrages sont les plus perturbateurs des transits liquide et solide. Cependant, leur nombre réduit et leur situation sur les petits affluents atténuent leur impact sur le cours principal de l'oued. En deuxième ordre d'impacts, figurent les seuils de dérivation, ouvrages perturbateurs du fonctionnement hydro-morphodynamique de l'oued. Leur nombre, leur disposition transversalement à la direction au lit, affecte les débits liquides notamment ceux des étiages et les débits solides. Leurs impacts se manifestent par des ajustements de la morphologie notamment les largeurs, le profil en long et en travers à l'échelle du site. Les aménagements de protection des berges sont aussi présents le long de plusieurs segments du lit. Leurs impacts se manifestent par des incisions et des affouillements verticaux localisés. L'extraction du granulat est une autre forme de l'exploitation des ressources du lit du Guir. Elle est exercée soit anarchiquement soit de façon réglementaire. Ce type d'activité reste encore ponctuelle mais elle prend de plus en plus de l'ampleur dans le lit du Guir.

En fait, la concertation des aménagements sur l'espace fluvial du Guir (la plaine alluviale et le lit) reflète la forte dépendance de la population de l'écoulement de l'oued. Cependant, l'occupation de cet espace fonctionnel expose les enjeux et les aménagements humains à la récurrence des aléas hydro-morphodynamiques. Les risques les plus menaçants sont les inondations, l'érosion et l'envasement des terres agricoles de la plaine alluviale. Les inondations sont à l'origine des dégâts matériels parfois humains et sociaux. L'histoire de la vallée est marquée par des inondations dévastatrices, comme celle de Octobre 2008. Le risque d'érosion des berges et l'affouillement des ouvrages, figure aussi comme une préoccupation de la population rurale. Chaque année, l'érosion ravage des terres agricoles dont les superficies sont déjà limitées le long du fond de vallée du Guir. L'envasement des ouvrages hydrauliques, barrages, seuil saguias et khattaras est une autre facette des risques hydrogéomorphologiques associés au fonctionnement de l'Oued Guir.