

Université Saad DAHLAB- Blida 1
Faculté de Technologie
Département : Sciences de l'Eau et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

Filière : **Hydraulique**
Spécialité : **Sciences de l'Eau**

**Mise au point d'un protocole d'évaluation de l'impact
du seuil de l'ouvrage de la dérivation de Hamdania
sur la continuité sédimentaire sur le lit de l'oued de Chiffa**



Rapport de mémoire de fin d'études de Master 2.
Présenté par : Abdelkrim HAYANE, 2015

Promoteur : **Dr. Azzedine OULARBI**

Promotion 2014-2015

Remerciement

- ❖ En premier lieu, je tiens à remercier Dieu Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la santé pour achever ce travail.
- ❖ C'est avec beaucoup de plaisir que j'exprime ici ma profonde gratitude à **M^r. A.Oularbi**, mon promoteur, pour son encadrement et son soutien depuis mon master, sa patience, sa disponibilité et la confiance qu'il m'a témoignée.
- ❖ **M^r. A.Oularbi** je suis très reconnaissante pour le temps que vous m'aviez consacré. La rigueur du travail scientifique à vos côtés et nos discussions, en général, auront contribué fortement à mon épanouissement scientifique.
- ❖ Mes vifs remerciements d'avoir accepté de présider mon jury ainsi que pour sa sympathie et ses encouragements.
- ❖ Mes vifs remerciements les membres de jurys d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.
- ❖ Je remercie vivement **M^r A. Bensafia**, chef de département des sciences de l'eau et environnement. Ainsi que tous les enseignants et le personnel de département des sciences de l'eau et environnement. pour leurs disponibilités, aides et compréhensions.
- ❖ Je profite de cette occasion pour remercier l'ensemble des professeurs de l'Université Saad Dahleb faculté de Technologie Blida, qui ont contribué à notre formation ainsi que tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.
- ❖ Je tiens à présenter mes remerciements les plus chaleureux à **M^r Abdelkader**, pour m'avoir accueillie au Laboratoire Central de pavillon 15 GC.
- ❖ Ainsi que tous ceux, professeurs ou étudiants, qui ont croisé notre chemin pendant nos études à Université Saad Dahleb Blida, et contribué à faire de ces années de bon souvenirs et des moments agréables.

Dédicace

*Au nom de Dieu le tout puissant et le très
miséricordieux par la grâce duquel on a pu réaliser
ce travail que je dédie à:*

*A mes très chers parents, ma mère Zouhra et mon
père Abdelkader, à qui je dois ma réussite;*

*A mes exceptionnels sœurs et frères surtout Djamel
et Ismaïl, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma
gratitude pour tous leurs sacrifices pour moi. En
leurs espérant plein de succès dans leur vie.*

A toute la famille HAYANE

A mes amis de toujours

A mes professeurs

A Hadjer

KARIM



Sommaire

Remerciements

Sommaire

résumé

Introduction générale

Chapitre 1. Etude bibliographique

1-1. Impacts des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire

1-2. Impact sur le transport des sédiments grossiers

1-3. Impact sur le transport des sédiments fins

1-4. Le colmatage

1-5. Impacts d'un déficit en sédiments grossier

Chapitre 2. Proposition d'un protocole d'évaluation de l'impact d'un seuil sur le transit sédimentaire à l'échelle de l'oued Cheffa

2-1. Le contexte du site

2-2. Description et utilisation des paramètres d'évaluation de l'impact des seuils sur le transit sédimentaire

2-3. Protocole de mesure de terrain

Chapitre 3. Résultats expérimentaux, analyse et interprétation

3-1. Choix du site

3-2. Description des données de la campagne de prélèvements

3-3. Exploitation des données photographiques et premières observations de terrain relevées à l'amont du seuil principal.

3-4. Interprétation des résultats :évaluation de l'impact du seuil

Conclusion générale et perspectives

Références bibliographiques

Liste des figures

Annexe 1 : Courbes granulométriques

Annexe 2 : Glossaire

Résumé :

Longtemps considérés comme une ressource disponible ou comme une gêne pour l'écoulement des crues, les sédiments grossiers transportés par les cours d'eau sont aujourd'hui clairement identifiés comme un facteur essentiel dans la préservation et la restauration de l'équilibre hydromorphologique et écologique de la rivière. Ce transport de la charge sédimentaire est, par conséquent, un contributeur essentiel pour l'atteinte de son bon état écologique.

Dans ce contexte, il serait souhaitable d'introduire la notion de débit suffisant qu'il faut assurer pour le transport de sédiments en particulier grossiers sur certains cours d'eau.

Cependant, aucun critère technique n'existe pour déterminer le caractère suffisant du transport assuré.

De ce point de vue, il y a un manque de connaissances pour évaluer de manière simple et rapide l'impact d'un seuil sur le transport solide.

L'objectif de l'étude proposée dans le cadre du mémoire de fin d'études pour l'obtention de la deuxième année de Master contribuera à réduire cette lacune par la mise en œuvre d'approches et de protocoles d'évaluation de l'impact. Pour valider le protocole suggéré, des applications sont réalisées dans le cas du seuil de la dérivation de Hamdania sur l'oued de Cheffa.

Mots-clefs : sédiments, hydromorphologie, rivière, débit, protocole, impact, ouvrages.

Summary:

Long considered an available resource or as a hindrance to the flow of raw, coarse sediments transported by the river are now clearly identified as a key factor in the preservation and restoration of the hydro-morphological and ecological balance the river. This transport sediment load is therefore a key contributor to achieving its ecological status.

In this context, it would be desirable to introduce the notion of the need to ensure sufficient flow to transport coarse sediments especially on some rivers.

However, no technical criteria exist for determining the sufficiency of the insured transport.

From this point of view, there is a lack of knowledge to evaluate a simple and fast way the impact of a threshold on the solid transport.

The objective of the proposed study through the end dissertation for obtaining the second year of Master will help reduce this gap through the implementation of approaches and evaluation protocols of the impact. To confirm the suggested protocol, applications are carried out in the case of Hamdania of the bypass line on the river of Cheffa.

Keywords: sediment, hydromorphology, river, flow, protocol, impact, structures.

Introduction générale :

L'évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la libre circulation des sédiments, est un enjeu majeur pour assurer la préservation durable de l'équilibre de l'écosystème et le bon état des eaux des cours d'eau. Cette problématique qui continue d'alimenter de nombreuses recherches scientifiques, nombre d'entre elles (Malavoi J.R., 2009), réalisé à l'échelle internationale, ont conclu que les ouvrages transversaux tels que les seuils et les barrages présentent des impacts négatifs importants sur le bon fonctionnement hydromorphologique, en réduisant fortement leur capacité à atteindre leur bon état d'équilibre dynamique et écologique.

L'hydromorphologie sert en effet de support pour la biocénose, elle a en particulier un rôle sur les habitats. Elle est contrôlée principalement par son débit liquide et solide. Les fluctuations spatio-temporelles de ces paramètres vont ajuster la morphologie fluviale. Un ouvrage transversal peut intercepter les sédiments transportés par le cours d'eau et ainsi créer un déficit de débit solide à son aval. L'équilibre hydrosédimentaire naturel de la rivière est alors perturbé. Ces dégradations hydromorphologiques empêchent donc les cours d'eau d'atteindre le bon état exigé. Parmi les altérations hydromorphologiques, la continuité sédimentaire a été mise en avant.

Pour se faire, le débit de transport solide doit être suffisant pour permettre aux alluvions d'assurer leur rôle de soutien de la biocénose et permettre ainsi la restauration des milieux aquatiques (Charrais J., 2013). Pour aider à la libre circulation des sédiments et rétablir le bon fonctionnement hydrosédimentaire de la rivière, l'accent a été mis sur les ouvrages transversaux interceptant le transit sédimentaire.

C'est pourquoi, en accord avec mon promoteur, il nous a semblé nécessaire d'aborder cette problématique suivant une démarche de recherche opérationnelle d'évaluation de l'impact d'un ouvrage sur le transit sédimentaire sous forme de protocole.

C'est dans cette optique que dans le cadre de notre étude, nous tenterons, en premier lieu, d'élaborer un protocole expérimental suivant une approche simple, en se servant d'outils issus de la recherche bibliographique. Pour la validation de son applicabilité et l'identification de ses limites, le protocole est testé dans le cas du seuil de la dérivation de Hamdania sur l'oued de Chiffa.

Pour satisfaire les objectifs ciblés nous articulerons notre étude autour des points suivants :

Dans un premier chapitre, il est fait référence à une étude bibliographique concernant des travaux antérieurs d'analyse de l'impact des ouvrages transversaux à l'amont et à l'aval sur la continuité sédimentaire complétée par une étude bibliographique concernant l'impact de la discontinuité sédimentaire sur la géomorphologie du cours d'eau et sur l'équilibre biologique.

Dans le second chapitre, nous exposerons les grandes lignes du protocole expérimental d'évaluation de l'impact d'un seuil sur le transit sédimentaire élaboré à partir des références bibliographiques.

Dans le troisième chapitre, nous présenterons les principaux résultats des tests d'application du protocole au seuil de la dérivation de Hamdania, accompagnés d'une interprétation, essentiellement, des courbes granulométriques d'échantillons prélevés sur le lit de l'oued de Chiffa à proximité du seuil. Nous terminerons par une discussion et une préconisation d'amélioration du protocole.

Chapitre 1 : Étude bibliographique

1. Impacts des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire:

Il existe deux grands types d'ouvrages transversaux sur les cours d'eau : les seuils et les barrages. Souvent, les seuils sur les oueds sont des ouvrages fixes d'une hauteur n'excédant pas les 5 m, qui barrent tout ou une partie du lit mineur. Contrairement aux seuils, les barrages, de forte hauteur obstruent une grande partie du fond de vallée, soit plus que le simple lit mineur.

Ces ouvrages induisent des effets hydrodynamiques et écologiques néfastes qui peuvent être déclinés en 3 grandes catégories (*Malavoi J.R., 2003*) :

Les seuils modifient les flux liquides, solides, biologiques, ils ont aussi un effet retenue. Outre ces changements drastiques d'habitat aquatique, ces retenues favorisent le réchauffement de l'eau pendant les périodes d'étiage et aggravent les effets de l'eutrophisation.

1-6. Impact sur le transport des sédiments grossiers :

Impacts à l'amont de l'ouvrage :

Un ouvrage transversal réduit la pente de la ligne de charge du cours d'eau (ou ligne d'énergie) à son amont, et donc sa capacité à transporter les sédiments grossiers. Cependant, à partir d'un certain débit de crue, les petits seuils peuvent retrouver une pente de ligne d'eau proche de la pente naturelle originelle.

En l'absence d'une gestion adaptée des ouvertures de vannes, ou lorsque l'ouvrage n'est pas équipé de vannes fonctionnelles du point de vue du transport solide, et tant que la retenue n'est pas totalement atterrie, les éléments les plus grossiers sont bloqués et s'accumulent dans la retenue, et la fréquence de franchissement de l'ouvrage par des sédiments de taille intermédiaire est réduite.

Ce franchissement se réduit aux événements hydrologiques lors desquels l'énergie du cours d'eau est suffisante pour maintenir ces sédiments de taille intermédiaires (ex : sables grossiers) en suspension.

Impacts à l'aval de l'ouvrage :

Les alluvions grossières, piégées en amont de l'ouvrage, vont manquer à l'aval. Cela peut entraîner, une érosion progressive du lit mineur et, dans le cas des rivières à graviers, un pavage du lit ou la disparition à plus ou moins long terme des alluvions en aval de l'ouvrage. La réduction de cette charge grossière réduit les fonctions des habitats aquatiques (lieu de vie, supports de ponte et abris...) pouvant rendre ainsi le milieu abiotique, à terme (*Aerm C. et Diren R.A., 2001*). Cependant cette situation n'est pas systématique, même à l'aval de certains grands ouvrages, comme, par exemple, certains barrages écreteurs de crues à pertuis ouvert ou des barrages qui dérivent une grande partie du débit liquide.

En outre si l'ouvrage n'est pas équipé d'un dispositif permettant de dissiper l'énergie de la chute d'eau, une fosse de dissipation se crée en aval du seuil, érodant le fond du lit, ce qui représente un autre aspect de l'impact.

1-7. Impact sur le transport des sédiments fins :

À l'amont, la réduction de la pente de la ligne d'énergie crée des conditions hydrauliques propices au dépôt des sédiments fins (écoulement quasi stagnant). Le piégeage puis l'accumulation des sédiments fins (limons-sables fins) dans les retenues de seuils se traduisent généralement par un changement radical des biocénoses aquatiques : il s'agit d'un glissement typologique. Ce glissement correspond au remplacement du cortège d'espèces caractéristiques

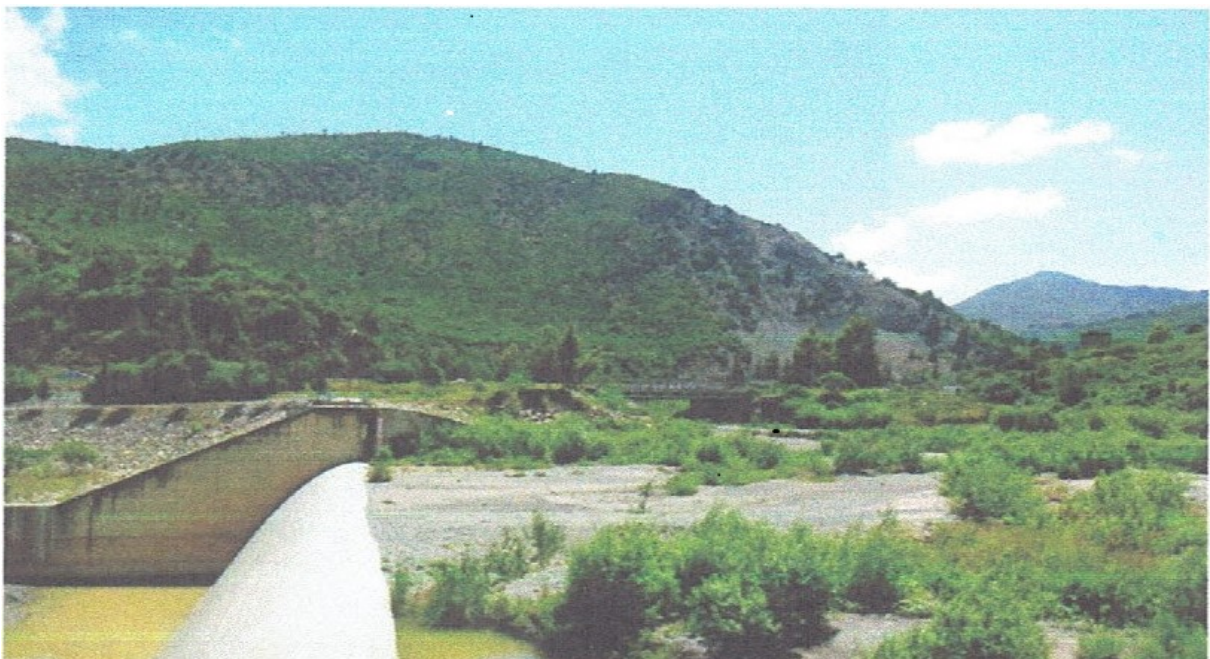
de substrats grossiers par un cortège caractéristique de substrats fins, généralement très organiques, avec apparition de plantes tel que nous l'observons sur la photo N°1-1.

La surface cumulée des habitats altérés dépend du profil en long du cours d'eau, de la hauteur de l'ouvrage et du taux de fractionnement du tronçon.

À l'aval de certains barrages, après des opérations de vidange, relarguant d'importants volumes de sédiments fins, certaines zones ayant un rôle essentiel dans le cycle biologique des espèces aquatiques (frayère, zone d'alimentation, etc.) sont colmatées.

Ce phénomène s'explique par l'importance du volume de sédiments fins remis en mouvement et surtout par l'abaissement trop brutal du débit à la fin de ce type de manœuvre.

Photo N°1-1 :Exemple de piégeage des sédiments fins en amont du seuil sur l'oued Cheffa - cas de la dérivation de Hamdania. (*Chanane Y.K., 2013*)



1-8. Le colmatage :

Le colmatage correspond au phénomène de dépôt et d'infiltration de sédiments fins de nature organique ou minérale (argile, limon et sables fin) dans les habitats aquatiques.

On différencie deux niveaux de colmatage : un colmatage superficiel induisant un recouvrement des habitats **benthiques**, et un colmatage interstitiel provoquant l'infiltration de sédiments fins dans la zone **hyporhéique**.

Le colmatage se produit essentiellement sur des zones **lenticules**, dans des conditions hydrauliques quasi-stagnantes ne permettant pas au cours d'eau de transporter ces particules fines. C'est un phénomène naturel sur certaines annexes fluviales des cours d'eau de plaines (bras morts, boires, etc.). Cependant, ces conditions de dépôts peuvent être recrées artificiellement, du fait de la retenue d'un ouvrage.

1-9. Impacts d'un déficit en sédiments grossier :

Les seuils, autant qu'obstacles transversaux, bloquent une fraction importante de la charge alluviale grossière de fond tel que mentionné précédemment. Cet effet de piégeage perdure jusqu'à ce que le seuil soit plein et les alluvions passent par-dessus la crête. La capacité du lit se réduit en queue de retenue, augmentant la fréquence des débordements amont. Ces alluvions grossières vont manquer à l'aval entraînant ainsi une érosion progressive et une incision du lit mineur.

Il est à remarquer qu'un cours d'eau en déficit sédimentaire est en déséquilibre avec les flux hydrologiques, il tend à ajuster sa morphologie (profil en long, largeur, profondeur). Cet ajustement peut induire des impacts aussi bien sur le fonctionnement écologique du cours d'eau que sur les usages humains, de manière directe ou indirecte.

Les conséquences qui en résultent sur les écosystèmes correspondent à une altération de la structure et de la diversité des habitats aquatiques qui ne peuvent plus remplir leurs différentes fonctions biologiques (lieu de vie, support de ponte et fonction d'abri) ce qui impacte par conséquent les peuplements faunistiques et floristiques.



Photo N°1-2 : Déficit en sédiments grossiers à l'aval du seuil sur l'oued Cheffa -cas de la dérivation de Hamdania. (*Chanane Y.K., 2013*)

2. Impacts du déséquilibre sédimentaire sur la géomorphologie du cours d'eau et sur l'équilibre biologique :

Le substrat participe également à l'autoépuration de l'eau en favorisant les processus biologiques de dégradation de la matière organique et les cycles biogéochimiques (cycle de l'azote et du phosphore notamment) à la surface et au sein du substrat submergé.

Ces fonctions sont déterminées par les caractéristiques sédimentaires du lit (granulométrie, épaisseur, hétérogénéité, porosité, conductivité hydraulique), sa dynamique (transport des sédiments, formation de dépôts, etc.), et par les conditions hydrodynamiques pour les habitats aquatiques (vitesses de l'écoulement, hauteur d'eau, turbulence).

Il est important de noter, qu'à cet effet, toutes les espèces de l'écosystème n'utilisent pas les mêmes granulométries ni les mêmes caractéristiques hydrodynamiques (vitesse et hauteur d'eau), d'où l'importance de la variété des dépôts sédimentaires.

Hydromorphologie

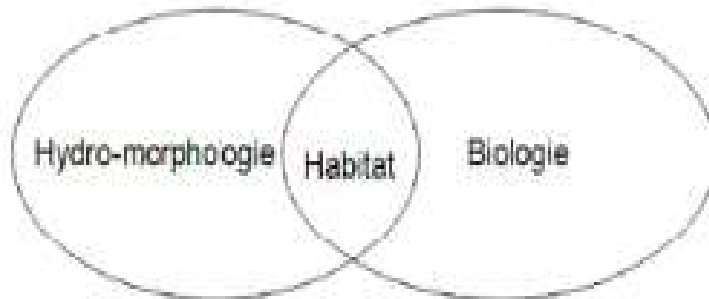


Figure n°1-1 : Interaction entre hydromorphologie et biologie(Chanane Y.K., 2013)

Il est également nécessaire de rappeler que les fonctions biologiques des habitats aquatiques ne sont pas déterminées uniquement par la structure physique et la dynamique du substrat. De nombreux autres facteurs entrent en jeu: l'hydrologie, la physico-chimie de l'eau, l'ensoleillement, la température, la ripisylve.

2-1. Rôle écologique des sédiments grossiers :

Les sédiments grossiers contribuent au bon fonctionnement des biocénoses aquatiques et terrestres, notamment celles inféodées aux zones courantes et aux bancs alluviaux. Le substrat alluvionnaire joue différentes fonctions dans les cycles biologiques autant qu'habitat d'alimentation, de reproduction ou de refuge.

2-2. Rôle écologique des sédiments fins :

Les sédiments fins (des argiles aux sables fins) transitent naturellement dans les cours d'eau. Ils peuvent jouer un rôle important dans certains contextes (basses vallées, estuaires, deltas). Cependant, l'accumulation de sédiments fins dans des lits à sédiments grossiers peut avoir un impact écologique important.

2-3. Impacts du colmatage :

L'accumulation de sédiments fins peut avoir des impacts écologiques importants sur les cours d'eau à charge de fond naturellement grossière :

– homogénéisation des habitats aquatiques
(Réduction de leur attractivité).

- diminution de la taille des interstices et de leur volume cumulé.
- modification de la structure et de la stabilité du substrat.
- diminution des échanges d'eau et de matières entre la surface et la zone hyporhéique.
- réduction de la disponibilité des ressources trophiques et de l'oxygène.
- réduction de la qualité énergétique des ressources trophiques sur lesquelles les sédiments fins se déposent.
- réduction de la luminosité (lié au transport massif de sédiments fins par suspension), pouvant provoquer par exemple une diminution de la production primaire (**GRAHAM, 1989**).

Le colmatage peut induire un glissement typologique des peuplements, les espèces Inféodées aux substrats sablo-limoneux se substituant aux espèces inféodées aux lits à charge de sédiments grossières.

Eutrophisations :

L'eutrophisation est un processus naturel très lent, par lequel les plans d'eau reçoivent une grande quantité d'éléments nutritifs (notamment du phosphore et de l'azote), ce qui stimule la croissance des algues et des plantes aquatiques.

Les ouvrages transversaux ont accéléré dans de nombreux cours d'eau ce processus, en augmentant la quantité d'éléments nutritifs qui leur parviennent du colmatage et de l'accumulation des sédiments, provoquant des changements dans l'équilibre de ces écosystèmes aquatiques.

L'eutrophisation naturelle à très long terme ainsi que celle, accélérée par les apports artificiels en nutriments, peuvent causer plusieurs effets indésirables sur l'écosystème aquatique. En voici quelques exemples :

- Plus grande abondance de plantes aquatiques et d'algues.
- Dégradation de la qualité de l'eau et accumulation de sédiments (envasement).

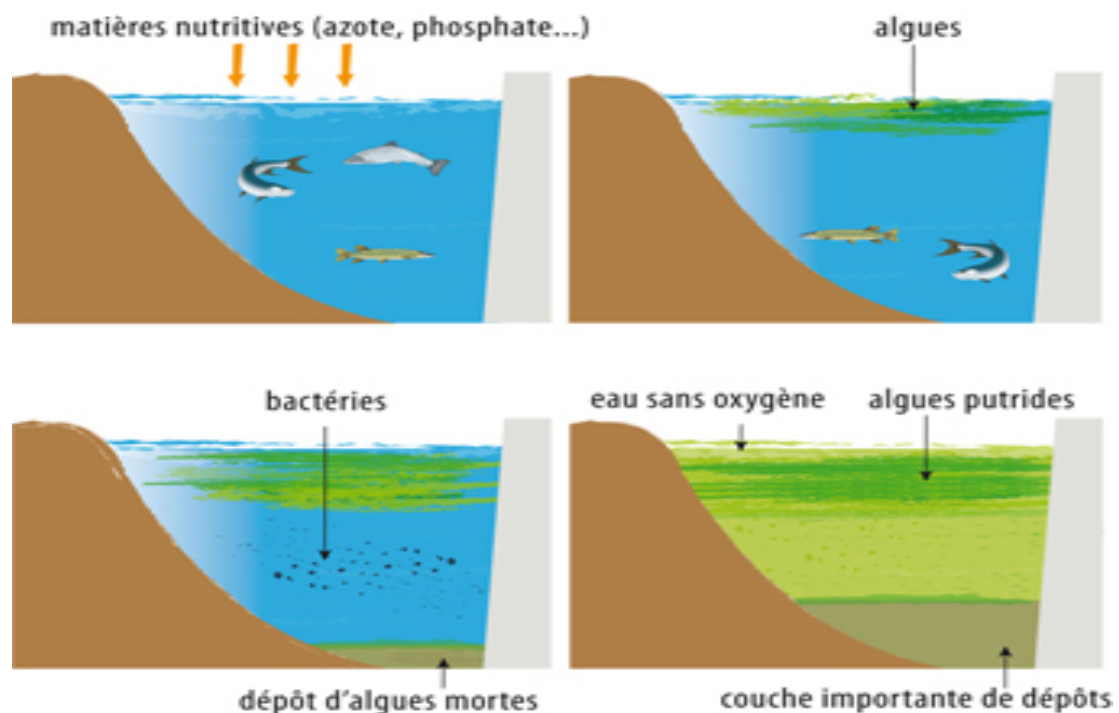


Figure n°1-2 : Schéma de changement de système aquatique à cause des grands apports en nutriments (Auscher F., 1992)

- Changement dans la biodiversité animale et végétale, favorisant les espèces les mieux adaptées aux nouvelles conditions ou l'implantation de nouvelles espèces au détriment de certaines qui étaient déjà établies.
- Apparition de fleurs d'eau importantes de cyanobactéries.

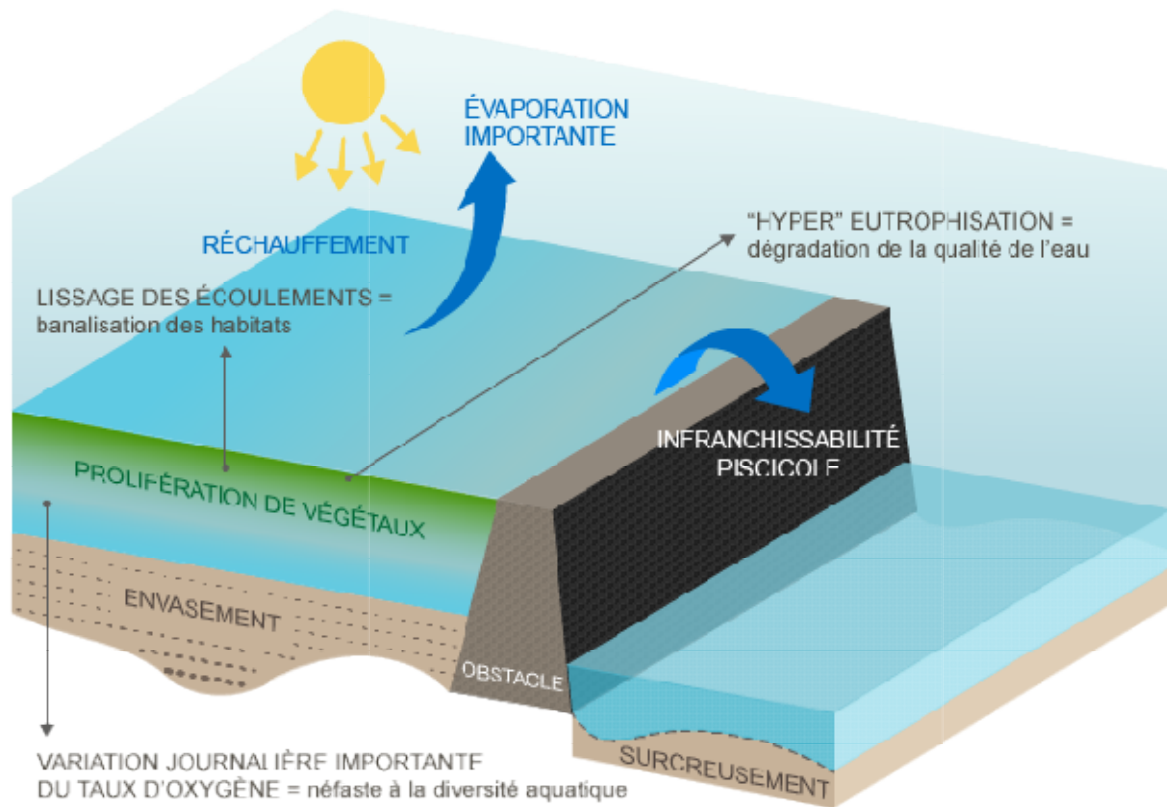


Figure n° 1-3 Schéma récapitulatif de tous les problèmes rencontrés (Auscher F., 1992)

Conclusion :

L'objectif de cette étude bibliographique consiste en une description qualitative de l'impact des ouvrages transversaux sur l'équilibre naturel des cours d'eau. L'analyse entreprise dans ce cadre a conduit à une interaction entre la continuité sédimentaire et la continuité biologique. De ce fait, pour appréhender cette interaction, il nous paraît essentiel de mener une étude, ne serait-ce que dans une première approche, conformément à un protocole bien précis que nous développerons dans le prochain chapitre.

Chapitre 2. Proposition d'un protocole d'évaluation de l'impact d'un seuil sur le transit sédimentaire à l'échelle de l'oued Cheffa.

Dans le but d'une analyse de la continuité sédimentaire dans l'oued de Cheffa, un protocole serait nécessaire pour la planification des opérations à mener sur le terrain pour évaluer l'impact du seuil transversal de la dérivation de Hamdania sur le transit sédimentaire. Dans cet objectif, nous allons décrire dans ce présent chapitre la démarche suivie pour l'élaboration d'un tel protocole.

2-1. Le contexte du site:

Pour notre étude nous avons retenu le cas du seuil de Hamdania sur l'oued de Chiffa (Photo N° 2-1), car les zones réparties de part et d'autre de la retenue situées sur le même tronçon montrent des signes de dysfonctionnement hydrosédimentaire provoqué par un déséquilibre de transit sédimentaire.

L'analyse appliquée dans ce contexte s'est limitée uniquement à l'échelle de l'ouvrage eu égard au temps disponible. Mais en l'absence de cette contrainte nous pourrions l'étendre à l'échelle spatiale de l'oued Chiffa, voir même du réseau hydrographique de l'Algérois.



Photo N° 2-1 : Vue satellitaire du seuil de la Dérivation de Hamdania

La démarche multi-échelle préconisée consiste tout d'abord à diviser en tronçons homogènes géomorphologiquement en fonction de la géologie, de la pente, de la largeur, du débit et de l'occupation du sol. Ces tronçons sont à leur tour subdivisés en segments selon les altérations hydromorphologiques subies. Ils tiennent aussi compte des types d'écoulement, des berges et de l'occupation du sol. Les segments sont ensuite fractionnés en séquences homogènes. C'est cette dernière échelle qui constitue l'unité spatiale de base du diagnostic, dans le cas de notre travail ça sera l'échelle de l'ouvrage de dérivation. La sélection des ouvrages a été orientée sur la base des caractéristiques des cours d'eau et des ouvrages relevées sur le terrain. Un diagnostic de l'impact des ouvrages sur le transit sédimentaire a été établi par le bureau d'études. Il est basé sur leur hauteur de chute et sur la présence ou non d'ouvrages de manœuvre fonctionnels en prenant en compte leur positionnement, leur automatisation, leur fréquence d'ouverture et le type de partie mobile.

La puissance du cours d'eau ainsi que la présence ou l'absence de bancs alluvionnaires viennent étayer cette évaluation. Cinq classes ont été définies (Tableau 2-1).

Tableau 2-1 : - Classification de l'impact des ouvrages transversaux sur le transit sédimentaire (*Hydro Concept, 2012*)

Classe 0	incidence nulle de l'ouvrage sur le transit sédimentaire.	hauteur de retenue < 20 cm
classe I	incidence faible sur le transit sédimentaire.	hauteur de retenue comprise entre 20 cm et 50 cm ou entre 50 cm et 1 mètre avec présence d'un ouvrage de manœuvre permettant une évacuation régulière de la charge sédimentaire.
Classe 2	Classe 2 : Léger blocage sédimentaire, sur incidence à l'échelle du cours d'eau	hauteur de retenue comprise entre 50 cm et 1 mètre ou entre 1 mètre et 2 mètres avec présence d'ouvrage de manœuvre permettant une évacuation satisfaisante de la charge sédimentaire
Classe 3	Blocage partiel ou temporaire l'ouvrage a un impact en situation hydraulique limitante ou en cas d'absence de manœuvre suffisante des vannes	hauteur de l'ouvrage comprise entre 1 et 2 mètres ou entre 2 et 5 mètres avec un ouvrage manœuvrable permettant une évacuation satisfaisante de la charge sédimentaire en conditions de fort débit.
Classe 4	Blocage sédimentaire - la hauteur importante de l'ouvrage, l'absence ou insuffisance des manœuvres ne permettent pas l'évacuation de la charge sédimentaire.	Hauteur de l'ouvrage >2m, sans ouvrage de manœuvre mal positionnée / insuffisant pour évacuer la charge sédimentaire lors des crues ou la hauteur de l'ouvrage est >5m.

Malgré l'objectif de trouver des ouvrages interceptant la charge de fond, les seuils avec une trop grande hauteur de chute ont été écartés pour des raisons de difficulté de prospection sur le terrain. La recherche a été aussi alimentée par des données sur les caractéristiques hydromorphologiques des tronçons. Les données sur le substrat dominant du fond du lit réalisées par la méthode visuelle AURAH-CE (audit rapide de l'hydromorphologie des cours d'eau) de l'Irstea (*Valette et al., 2013*) ont permis de choisir les ouvrages sur des cours d'eau avec une charge de fond grossière. La puissance du cours d'eau a permis de s'orienter vers ceux dont la capacité de transport est forte. Enfin, afin d'éviter trop de biais pour l'interprétation des données, les ouvrages dans des secteurs trop fortement soumis à d'autres pressions anthropiques ont été évités.

2-2. Description et utilisation des paramètres d'évaluation de l'impact des seuils sur le transit sédimentaire

Pour l'essentiel, les résultats du protocole doivent répondre à deux questions :

L'ouvrage intercepte-t-il la charge solide en transit, et plus particulièrement la charge de fond ?

Y'a-t-il une modification de la structure du substrat alluvial et de la géométrie du lit en aval du seuil ?

Le protocole s'effectue sur des tronçons géomorphologiquement homogènes. On suppose donc qu'en théorie, ces tronçons ont, avant la mise en place de l'ouvrage, une pente, une géométrie hydraulique du chenal et une granulométrie homogènes.

La pente à l'amont de l'ouvrage doit diminuer au fur et à mesure du remplissage de la retenue en sédiments. Ainsi, théoriquement, un profil en long doit révéler une rupture de la pente au niveau du remous liquide (Fig. 2-1). Dans le cas d'une incision progressive du lit en aval de l'ouvrage sur un long linéaire, la pente aval doit rester équivalente à celle en amont du remous liquide.

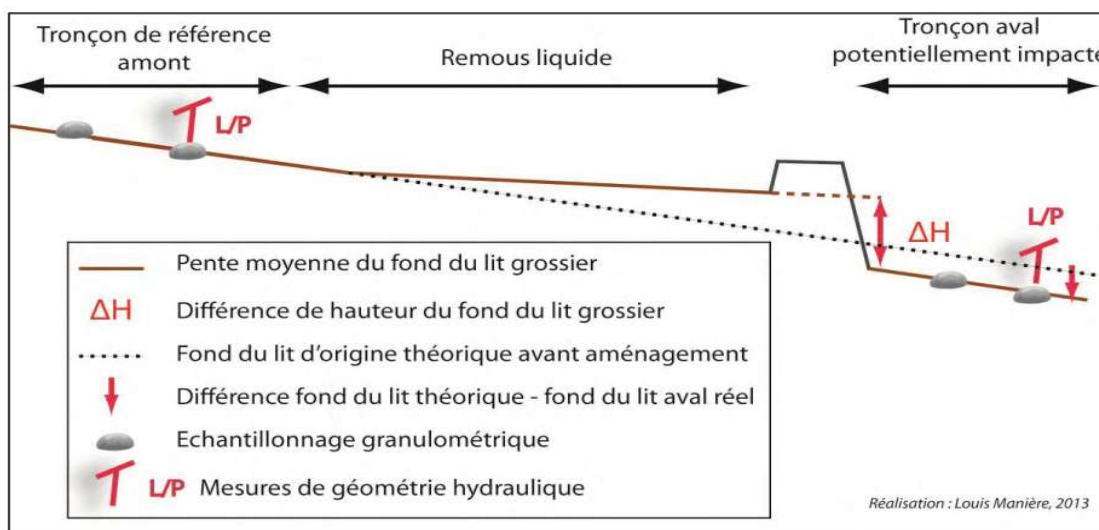


Figure 2-1 – Paramètres utilisés pour l'évaluation d'impact (Manière L., 2013)

L'incision du lit peut être déterminée par l'analyse d'autres variables. Les pentes moyennes des trois tronçons peuvent montrer la variation de hauteur du fond (ΔH) du lit « grossier ». Cette variation peut exprimer le comblement de la retenue en sédiments et/ou l'enfoncement du fond du lit en aval de l'ouvrage par incision. Le prolongement de la pente du fond du lit du tronçon amont vers l'aval permet d'estimer le fond du lit théorique du tronçon aval avant aménagement. La comparaison de ce fond de lit aval théorique au fond de lit réel peut mettre en évidence l'abaissement du niveau du fond du lit. Une rupture naturelle de la pente du fond du lit avant ouvrage peut être mise en valeur dans le cas inverse, où le fond du lit réel se situe plus haut que le théorique. Associées aux relevés du profil en long, des mesures d'épaisseur de sédiments fins sont aussi effectuées. Ces données sont utilisées pour déterminer si l'ouvrage impacte temporairement ou de façon plus durable la circulation des particules fines.

Dans l'intention de préciser la présence éventuelle d'une dynamique d'incision, des mesures de géométrie du chenal d'écoulement et de granulométrie des particules du fond du lit sont réalisées en amont et en aval du remous liquide. La géométrie du chenal

correspond à des mesures de largeur et de profondeur à pleins bords. Une augmentation de la profondeur à pleins bords sur le tronçon aval peut traduire une incision du fond du lit. La comparaison des largeurs peut aussi montrer une érosion accrue des berges due à l'augmentation de la dynamique érosive du cours d'eau. La modification générale de ces deux paramètres sera mise en évidence par le calcul du ratio de la largeur sur la profondeur à pleins bords.

Les mesures granulométriques ont pour vocation de montrer si un tri granulométrique s'opère. Cette situation est révélée par une augmentation significative de la taille des particules à l'aval de l'ouvrage.

2-3. Protocole de mesures de terrain :

Avant la mise en place du protocole, toutes les informations sur l'ouvrage lui-même, sa gestion, le contexte géomorphologique ou l'anthropisation du linéaire doivent être collectées.

Une lecture de la carte topographique, de photographies aériennes et de la base de données est déjà susceptible de montrer le niveau de difficulté du terrain et les différents biais à l'interprétation. Les éléments particulièrement importants à relever sont :

La pente du fond du lit afin d'estimer approximativement la longueur du remous liquide ; Les caractéristiques de l'ouvrage (hauteur de chute, dispositif de vannage, prise d'eau) ; La densité de la ripisylve ; les pressions déjà recensées (curage, protection de berges, digue, rectification, re-calibrage, ouvrages transversaux). A partir de ces indications, une estimation de temps est donnée.

Sur le terrain, il s'agit de déterminer la longueur du remous liquide créé par le seuil et de parcourir le cours d'eau de façon à délimiter les limites du tronçon amont et du tronçon aval. Selon les protocoles d'évaluation de l'hydromorphologie, la délimitation d'une station représentative varie de l'un à l'autre. Elle dépend principalement de la densité d'informations à collecter et de l'objectif des mesures.

La méthode AURAH-CE (*Valette et al, 2013*) détermine la longueur de la station à échantillonner, elle a vocation à compléter la base de données SYRAH-CE et doit donc effectuer des mesures sur un linéaire important.

Certains auteurs (*Malavoi et al, 2011*) considèrent que la longueur du profil aval et amont de l'ouvrage doit être d'au moins 50 fois la largeur à pleins bords pour caractériser un impact.

2-3-1. La réalisation du profil topographique

Le profil en long est réalisé par cheminement, au centre du cours d'eau depuis l'aval vers l'amont (Fig. 2-2) et (Photo 2-1). Les hauteurs sont relevées de façon à rendre compte des ruptures de pente du fond du lit et non à une distance fixe. Lorsque le fond du lit n'est pas visible, l'estimation des ruptures de pente se fait au ressenti et à l'aide de la mire.

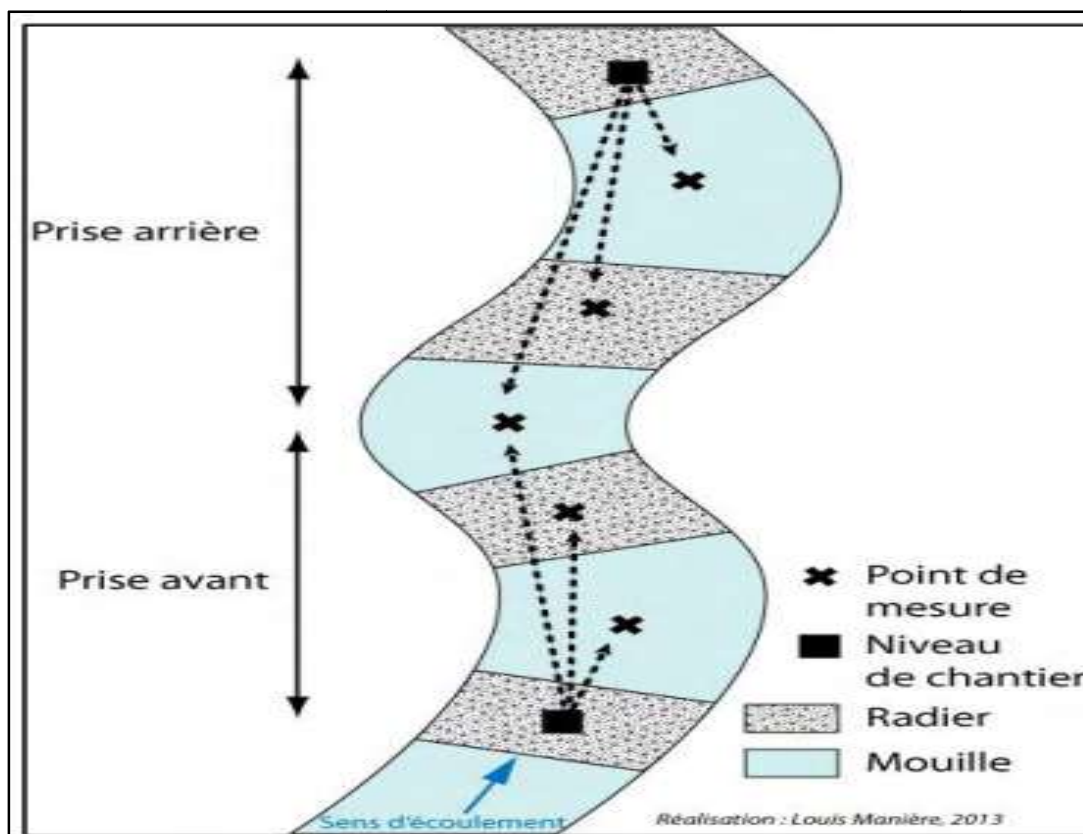


Figure 2-2 : Schéma de synthèse de la topographie par cheminement (Manière L., 2013)

Dans la zone de remous liquide, afin de pouvoir repérer sur un profil le fond du lit grossier, la profondeur de sédiments fins est mesurée pour chaque point du profil en long.

2-3-2. Mesure de la géométrie hydraulique du lit

La mesure de la géométrie du lit consiste à comparer la largeur et la profondeur à pleins bords. Ces deux dimensions sont effectuées sur les tronçons en aval et en amont du remous liquide. De manière à ce que les mesures soient comparables, elles ont été réalisées au sommet des radiers. Lors de l'élaboration du profil en long, il est important de localiser les profils transversaux réalisés afin de les situer plus facilement par la suite. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un décimètre et de la mire graduée. Le décimètre est déroulé perpendiculairement à l'écoulement et parallèlement à la ligne d'eau entre les deux berges (Photo N°2-1).



Photo N° 2-2 : Détermination de la largeur et de la profondeur à pleins bords (AURAH-CE, Valette et al, 2013)

Les berges à pleins bords correspondent à la limite du débit à plein bords, c'est-à-dire à la capacité d'écoulement maximale du cours d'eau avant débordement dans le lit majeur. Cette limite coïncide généralement avec une forte rupture de pente. La largeur pleins bords est alors la longueur du décamètre qui « relie horizontalement le bord de berge le plus bas à la berge opposée » (AURAH-CE, Valette et al., 2013) (Fig. 2-3).

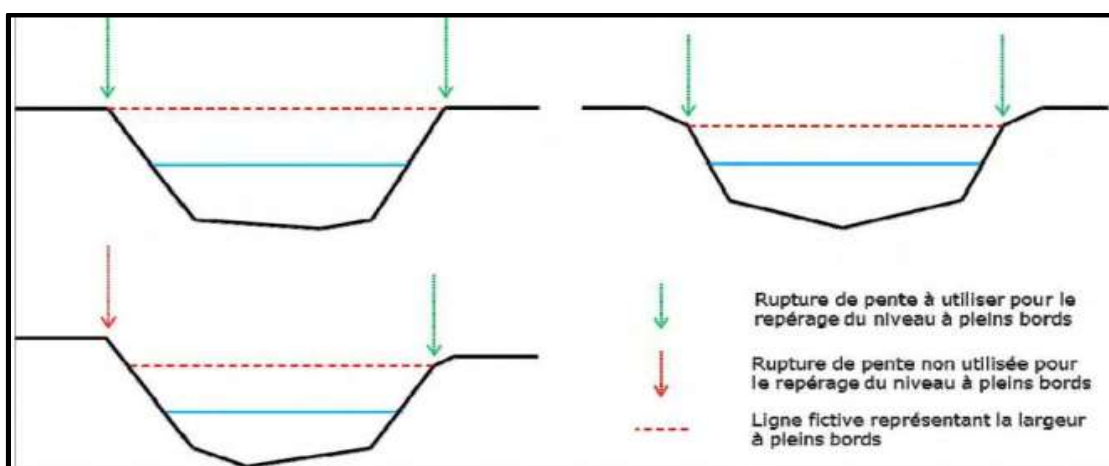


Figure 2-3 Mesure de la largeur à pleins bords en situation naturelle (AURAH-CE, Valette et al, 2013)

Par définition la profondeur à pleins bords est la plus grande longueur perpendiculaire à la largeur à pleins bords. Elle ne se positionne donc pas au centre du chenal mais à la zone la plus profonde. A l'origine, plusieurs profondeurs étaient mesurées, le protocole a été simplifié afin d'effectuer plus de profils et ainsi d'avoir une évolution plus exhaustive de ces paramètres.

2-3-3. La granulométrie des particules du du lit

La méthode utilisée est celle dite de Wolman (1954). Elle consiste à prélever au moins 100 particules de façon aléatoire sur la surface du lit.

Cette opération est exécutée suivant une grille d'échantillonnage afin de prélever sur toute la surface voulue. La grille peut être matérialisée par un décimètre étendu en travers du lit (Photo. 2-2). Une particule est prise à un pas de distance égal de façon à en collecter au moins 100. Ainsi, pour une surface de 10 m², le pas de distance sera de 10 cm. Le diamètre mesuré correspond à l'axe b ou intermédiaire de la particule (Fig. 2-4).

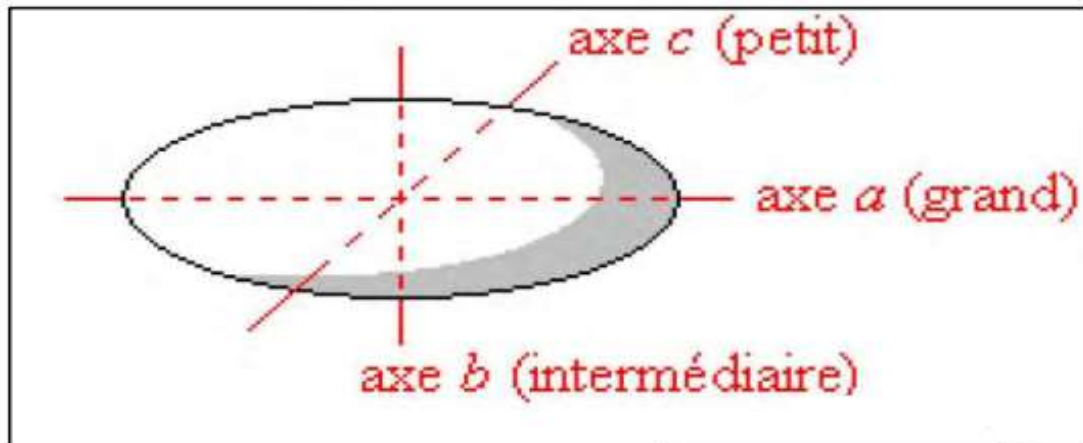


Figure 2-4 : Définition des axes caractéristiques d'une particule (*Chapuis. M., 2008*)

Les échantillonnages granulométriques ont été faits sur des radiers en évitant ceux où le substratum rocheux affleure.

La représentation des données s'effectue par la réalisation d'une courbe granulométrique. La comparaison de ces courbes va pouvoir mettre en avant l'évolution granulométrique des sédiments. Deux diamètres vont aussi plus particulièrement être étudiés. Le diamètre médian ou moyen (D_{50}) va servir de valeur de référence pour résumer l'ensemble des échantillons, tandis que le neuvième décile (D_{90}) servira de référence pour les particules les plus grossières.

Dans certaines situations, les mesures quantitatives de surface ont été complétées par une estimation qualitative de la sous-couche. Elle a pour but de permettre d'avoir une meilleure estimation de la couche de surface et de celle sous-jacente. Pour cela, les sédiments sont prélevés dans un seau au moyen d'une pelle puis passés au travers de deux tamis avec un maillage respectif de 7 et 2 millimètres (Photo 2-3). Ces tamis laissent alors filtrer les sables et la majeure partie des graviers. La comparaison visuelle des trois tailles de particules donne une indication supplémentaire sur la granulométrie de la couche d'alluvions du lit bien que l'information uniquement visuelle n'est pas exploitable en l'état.



Photo 2-3 : Exemple de l'utilisation des tamis (*Manière L., 2013*)

Chapitre 3. Résultats expérimentaux, analyse et interprétation

Le protocole d'échantillonnage simplifié, décrit lors du chapitre précédent, a été appliqué à des sédiments de la couche de surface prélevés sur le site de la dérivation de Hamdania en différents points le long de l'oued.

Au total, 8 échantillons ont été prélevés à différentes distances: 6 prélèvements à l'amont du seuil, et 2 autres à l'aval (photo satellitaire N° 3-1).



Photo N°3-1 : localisation géographique des points de prélèvement des échantillons.

Dans le but d'analyser l'évolution du transit sédimentaire, les prélèvements réalisés uniquement sur la rive droite de l'oued ont été effectués en différents points suivant l'axe longitudinal de l'oued (photo N°3-1).

Pour cette campagne de prélèvement, ce chapitre présente le site , les résultats de l'analyse à partir d'une analyse granulométrique et leurs interprétation en rapport avec la continuité sédimentaire.

3-1. Choix du site

Notre choix s'est porté sur un tronçon de l'oued de chiffa affecté par un déséquilibre sédimentaire au niveau de la zone concernée par la dérivation de Hamdania.

Il est a rappelé que l'ouvrage de la dérivation de Hamdania localisé dans la commune de Tamazguida (Wilaya de Médea)destiné pour le transfère d'eau est équipé d'un seuil profilé (Creaguer avec saut de ski) mise en service à partir de 2007.

Caractéristiques géométriques du seuil :

Longueur en crête	80 m
Hauteur à partir du lit	12 m
Hauteur à partir de la fondation	18 m
Epaisseur de la lame déversant	3.57 m

Caractéristiques de l'oued chiffa:

Réseau hydrographique	Algérois
Cours d'eau	Oued-chiffa
Longueur	35 Km
Surface de bassin versant	320 km ²
Crue centennale	950 m ³ /s.

Contexte géographique de l'oued chiffa :

L'Oued Chiffa appartient au réseau hydrographique du Bassin Versant de Mazafran. Il prend sa source dans l'Atlas Tellien, traverse la plaine alluvial de la Mitidja avec l'oued Djer et l'oued Bouroumi, situés sur le côté ouest, pour confluer à l'aval sur l'oued de Mazafran (Fig. 3-1).

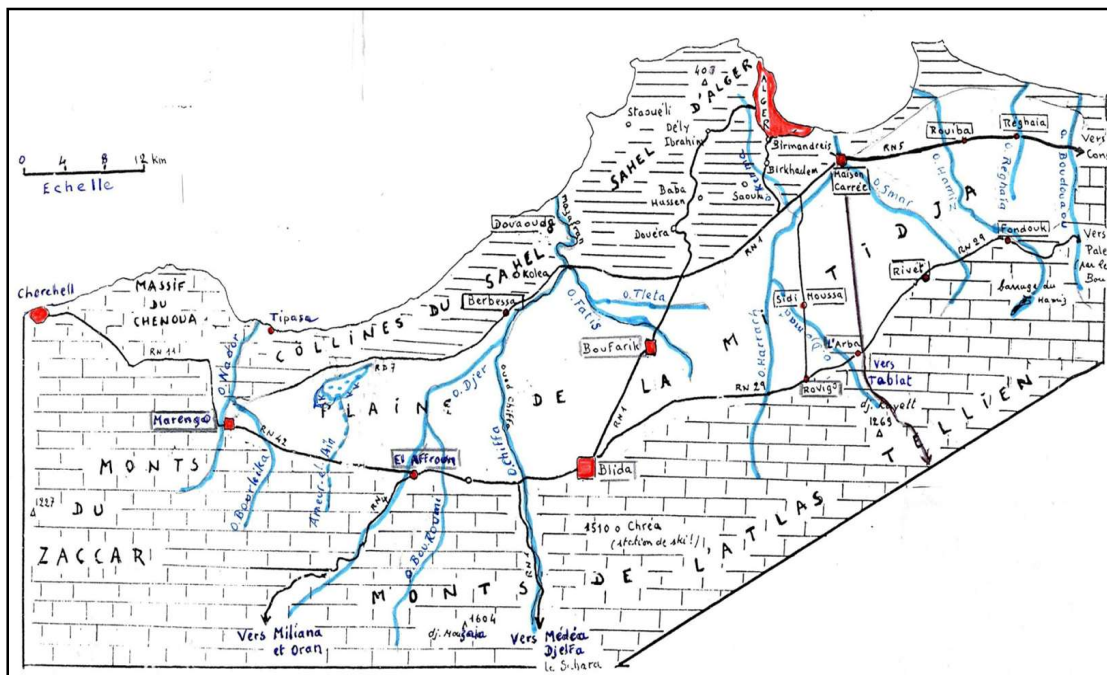
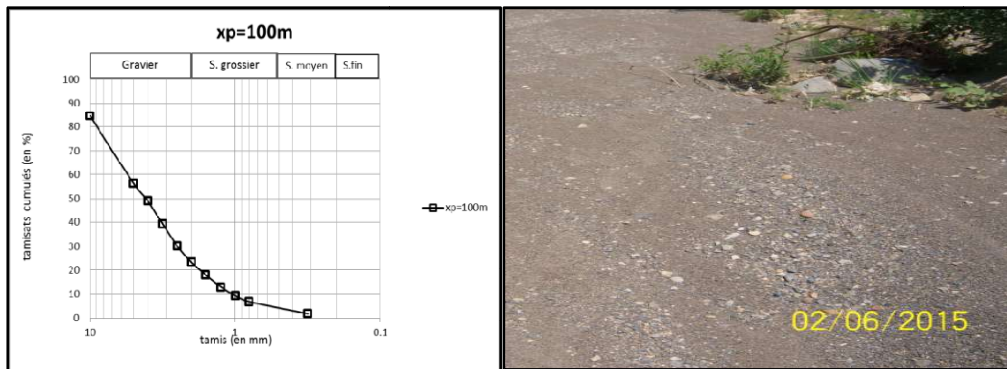


Figure 3-1 : Contexte géographique de l'oued Chiffa dans le réseau hydrographique du Bassin versant de Mazafran.

3-2. Description des données de la campagne de prélèvements :

Dans ce qui suit nous allons présenter l'ensemble des données issues de l'analyse d'échantillons prélevés sur l'étendue de la zone d'étude (tronçon impacté). La démarche utilisée dans cette analyse consiste en une confrontation de paramètres quantitatifs (composition granulométrique) et qualitatifs (granularité sur photo).

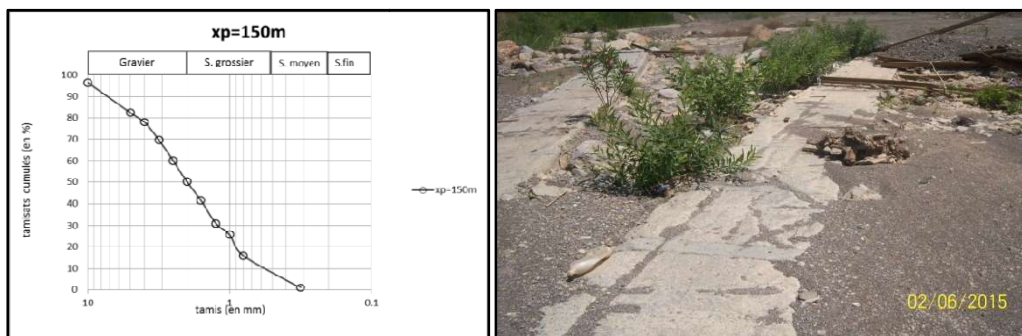
A l'issue de la description de ces données nous aboutissant aux résultats suivants :



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-2: comparaison entre composition granulométrique et granularité des sédiments (Échantillon prélevé à 100 m en aval).

L'analyse comparative entre la composition granulométrique (Fig.-3-2-a) et l'aspect de la granularité relevé sur la photo (Photo. 3-2-b), d'un échantillon prélevé à l'aval, démontre bien la compatibilité entre les deux caractéristiques physiques : il s'agit bien, dans les deux cas d'un sablo-graveleux.

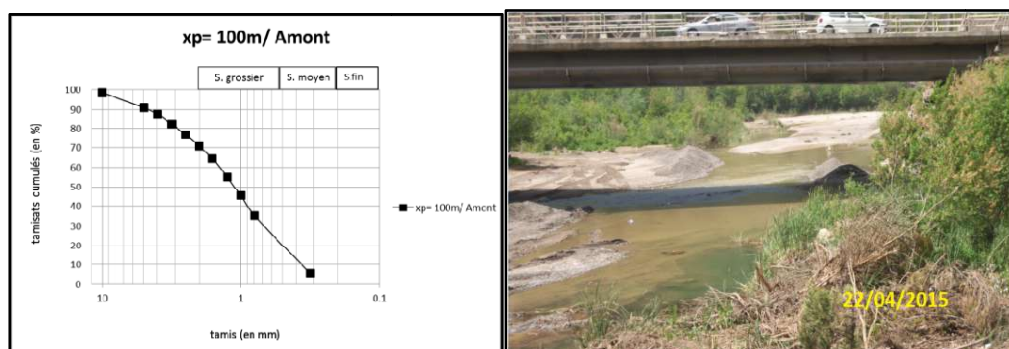


(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-3: comparaison entre composition granulométriques et granularité des sédiments à (Échantillon prélevé à 150 m en aval).

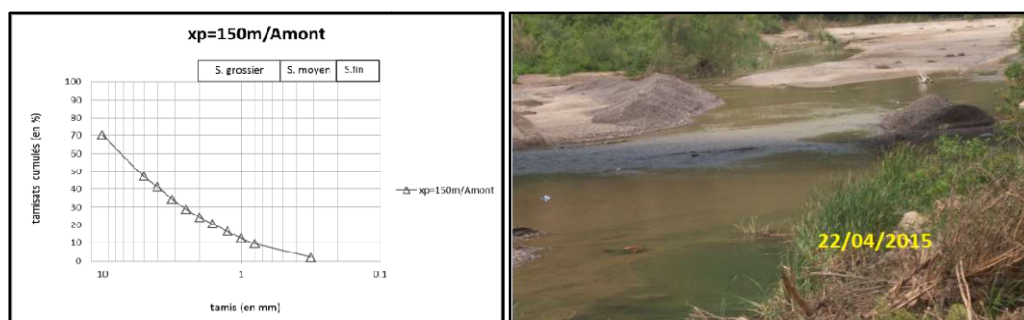
Une fois de plus, la comparaison des deux caractéristiques confirme qu'il s'agit bien d'un même sédiment (sable grossier à moyen). Par ailleurs nous observons, à travers la photo (Photo. 3-3-b), que la retenue en amont du seuil est complètement envasée (limon, vase), au point où le seuil devient transparent aux particules fines (Fig.3-3-a).

A l'aval de la retenue, la charge grossière est très peu représentée dans l'oued et l'affluent ne semble transporter que des éléments fins (limon) ou moyens (sable). Cet état de fait est du, probablement au re-calibrage des débits naturels induit par le seuil. Il est à rappeler qu'une bonne partie du flux liquide est déviée vers la galerie pour alimenter le Barrage de Bourroumi.



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

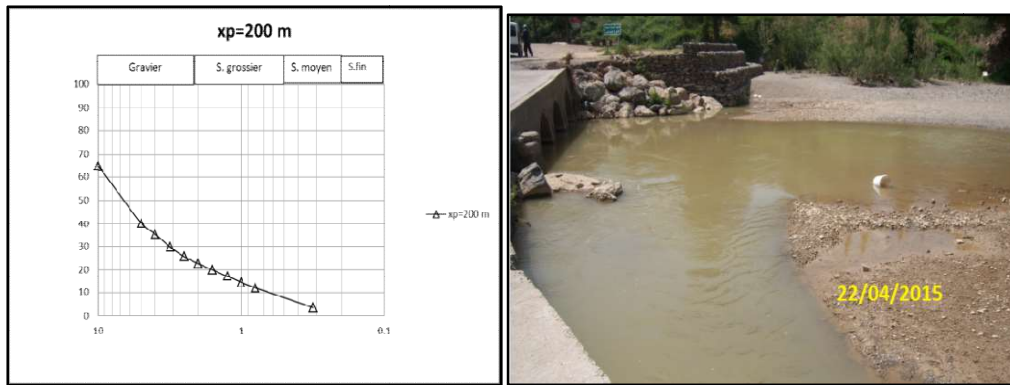
Figure N° 3-4: comparaison entre granulométrie et granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 100 m en amont du seuil principal).



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-5: comparaison entre granulométrie et granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 150 m en amont du seuil principal).

D'après la granulométrie de la figure 3-5-a, le sédiment correspond à un sable grossier uniforme comme l'atteste la granularité présentée sur la photo (Fig. 3-5-b). Par contre le transit sédimentaire relevé à une distance 200 m à l'amont du seuil principal est constitué de sables grossiers étalés comme le montre la photo (Fig. 4.3-b).

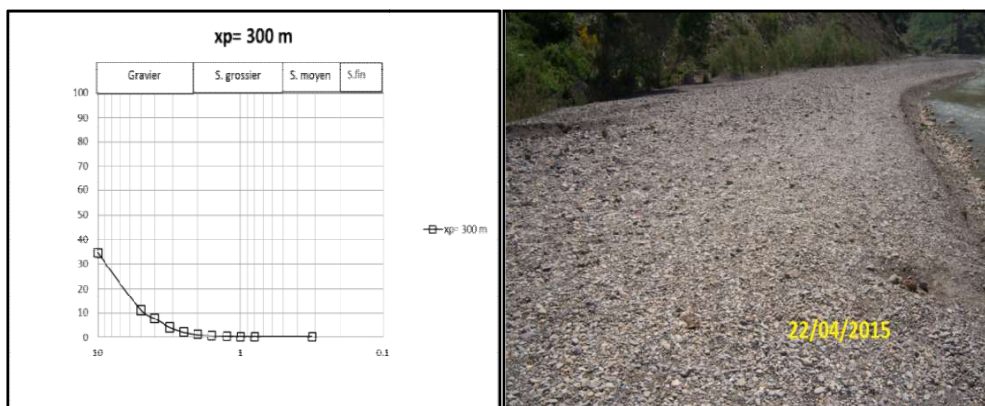


(a) Granulométrie des sédiments

(b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-6: comparaison entre les analyses granulométrie et l'analyse granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 200 m en amont du seuil principal).

L'évolution des sédiments commence à s'estomper à partir de la distance limite de 300 m en adoptant la configuration d'une alluvion grossier (gravier étalé) jusqu'à une distance de 500 m à l'amont du seuil principal. Cette constatation de terrain est confortée par les résultats présentés sur les figures suivantes :

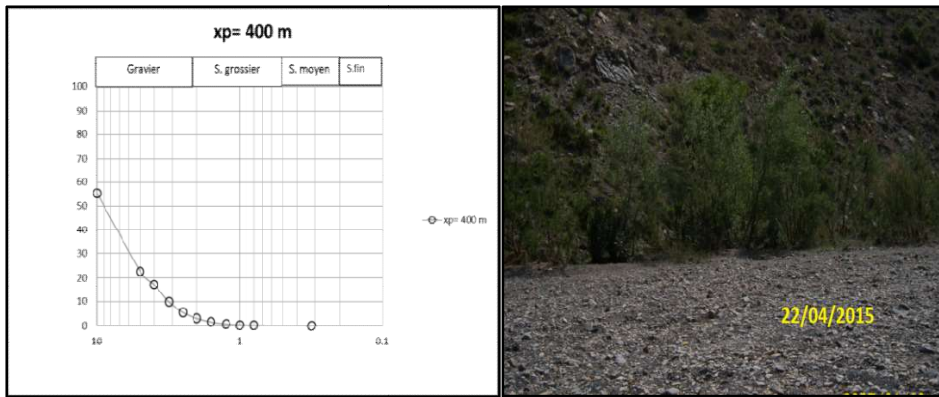


(a) Granulométrie des sédiments

(b) Granularité des sédiments

Figure N° 3- 7: comparaison entre les analyses granulométrie et l'analyse granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 300 m en amont du seuil principal).

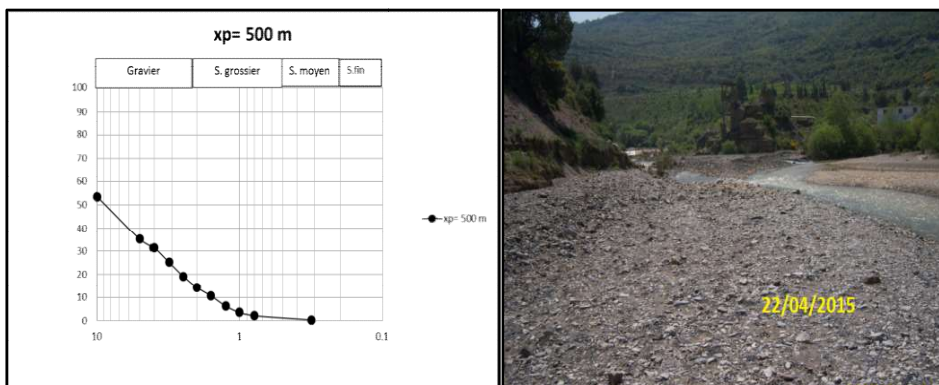
Sur les figures qui suivent nous observons clairement que la granularité des sédiments transportés est comparable. Le diagnostic de cette nature s'avère plus difficile pour des distances au delà de 500 m à cause des interférences induits par le seuil secondaire.



(a) Granulométrie des sédiments

(b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-8: comparaison entre les analyses granulométrie et l'analyse granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 400 m en amont du seuil principal).



(a) Granulométrie des sédiments

(b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-9: comparaison entre les analyses granulométrie et l'analyse granularité des sédiments (Échantillon prélevés à 500 m en amont du seuil principal).

3-3. Exploitation des données photographiques et premières observations de terrain relevées à l'amont du seuil principal.

L'analyse de données photographiques prises en différents points à l'amont du seuil principal, ainsi qu'une approche qualitative du terrain basée sur des observations visuelles, ont permis de relever une évolution dans la granularité du transit sédimentaire tout le long de l'oued. À 600 m nous avons relevé la présence d'une confluence, lieu de rencontre de deux cours d'eau secondaires se déversant à l'aval dans l'oued principal (Photo N°3-2).



(a) Position de la confluence

(b) alluvions sur lit médian confluent

Photo N° 3-2 Localisation d'une confluence à 600 m de la dérivation de Hamdania

Une première observation sur le terrain (Fig. 3-3-a et b) a révélé que le fond du lit, à l'amont de la confluence, est constitué d'un dallage d'alluvions grossières. D'un point de vue morphologique, les deux oueds secondaires présentent des pentes différentes, sachant que la pente de l'oued secondaire de droite semble plus élevée que celle de gauche.



(a) Rive de droite de l'oued secondaire droite

(b) Rive gauche de l'oued secondaire de gauche

Photo N° 3-3 Etat du tapis sédimentaire des rives des oueds secondaires à l'amont de la confluence

L'analyse qualitative menée sur la base des photos, révèle que l'oued secondaire de droite à l'amont du confluent, présente un matériel plus grossier (alluvions) difficilement évacuables vers l'aval (Photo N° 3-3a). Ainsi, le transport de ces alluvions par les affluents est peu à peu ralenti, voir bloqué, vers l'aval. Nous observons aussi que la granularité des sédiments présentent des différences bien marquées : L'aspect des sédiments sur la rive droite de l'oued secondaire de droite à l'amont de la confluence est beaucoup plus grossier, de ce fait difficilement mobilisable par l'écoulement.

Les photos, ci-dessous, prises à une distance de 650 m de l'axe du seuil principal représentent la qualité du transit sédimentaire en surface sur les lits des oueds secondaires.



(a) Rive droite

(b) Section médiane

(c) Rive gauche

Photos 3-4 Etat des tapis sédimentaires sur les oueds secondaires

La visite sur terrain a permis de révéler la présence d'un nouveau seuil, qualifié de secondaire, à une distance d'environ 50 m à l'amont de la confluence. Nous avons remarqué que ce dernier est dans un état d'abondant et constitué une retenue aussi importante que celle de la dérivation de Hamdania. Au vu du volume de sédiments piégés, nous pouvons considérer qu'il y a influence dans une large mesure sur la continuité du tapis sédimentaire de l'oued principal situé à l'aval du seuil principal. Une étude plus poussée mériterait d'être menée dans cette zone pour vérifier le degré et le rayon de cette influence sur l'équilibre sédimentaire de l'oued principal.

Nous avons observé que la retenue formée à l'amont du seuil secondaire est complètement envasée comme la montre la photo 3-5-a. Sur la partie aval nous remarquons outre la présence de débris et de blocs, un volume important d'alluvions grossières sur le flanc gauche de l'oued. La présence de blocs sur le lit ne pourrait s'expliquer que par le phénomène d'érosion des flancs des bassins versants. Le diagnostic effectué sur l'état de transit sédimentaire à l'aval de ce seuil secondaire conduit aux mêmes conclusions établies pour le seuil principal.



(a) Amont du seuil secondaire (b) Aval du seuil secondaire

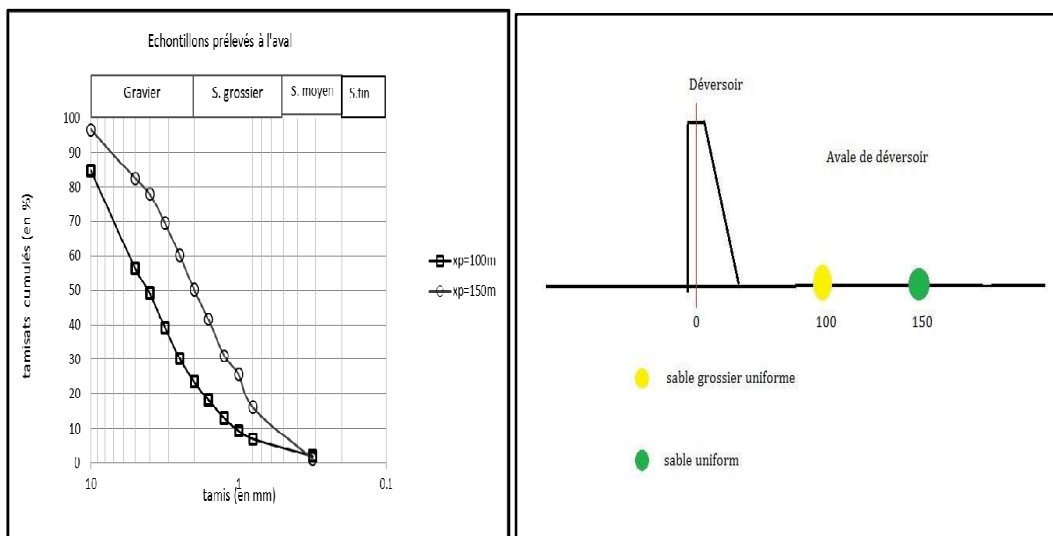
Photo 3-5 Etat de la retenue à l'aval du seuil secondaire localisé à une distance de 700 m du seuil principal.



Photo 3- 6 Etat de la rive droite de l'oued secondaire de gauche.

Nous observons, sur la photo ci-dessus (Photo 3-6), la présence d'une ripisylve dense sur les rives ce qui constitue une bonne protection contre l'érosion et explique l'absence d'alluvions grossières à son aval. La présence de blocs s'explique par une érosion intense des flancs du bassin versant.

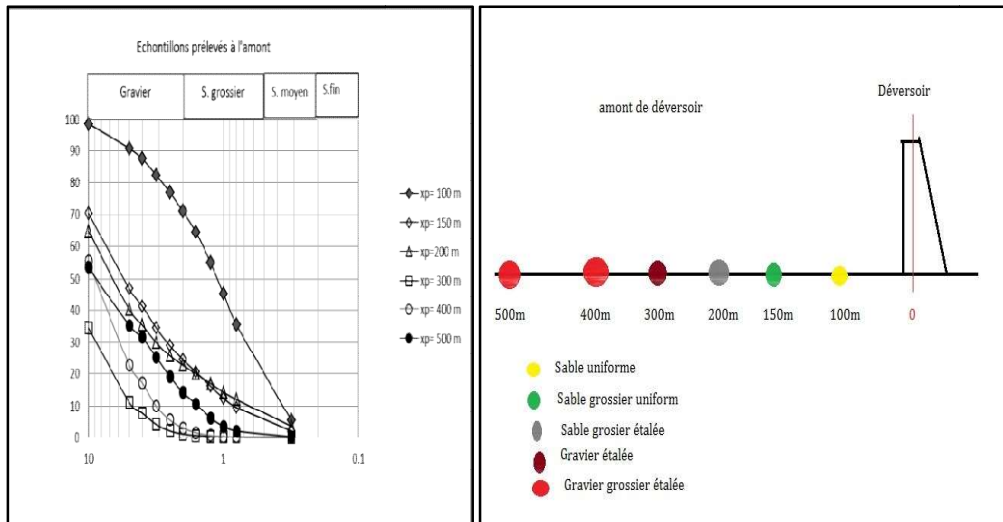
3-4. Interprétation des résultats :évaluation de l'impact du seuil



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-10 : Variabilité des caractéristiques des sédiments à l'aval du seuil

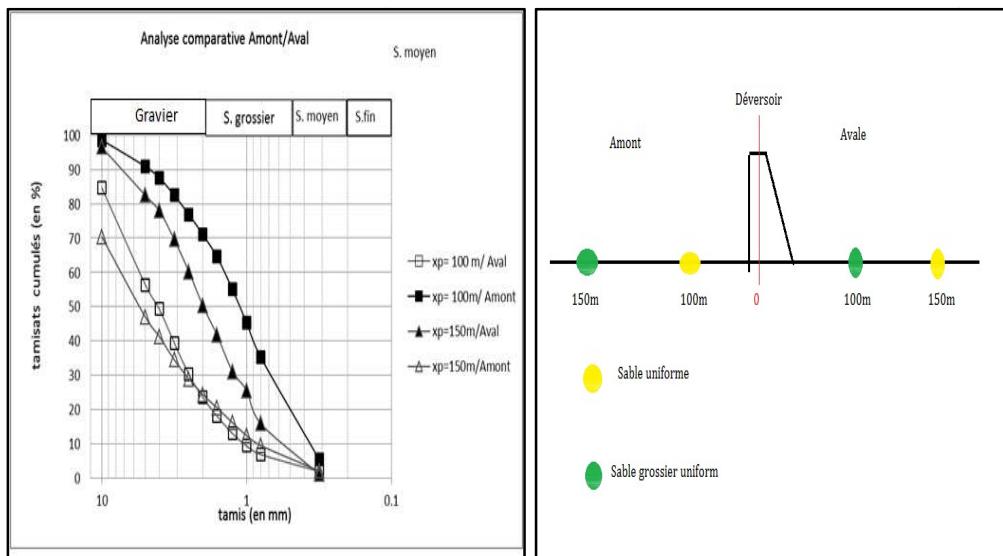
A travers les caractéristiques granulométriques des deux échantillons prélevés à l'aval nous observons qu'il s'agit de sable grossier à sable fin uniforme, l'absence de gravier est bien avérée résultant d'un effet de piégeage par la retenue du seuil principal. Ce qui démontre un des impacts de l'ouvrage transversal.



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-11 : Variabilité des caractéristiques des sédiments à l'amont du seuil

Les courbes granulométriques (Fig. 3-11), à l'appui des valeurs des coefficients d'uniformité (Tab. N° 3-2), montrent dans leur ensemble une décroissance des sédiments en passant d'un gravier grossier à un sable uniforme. Ceci peut s'expliquer d'une part par le phénomène d'usure des particules valable beaucoup plus pour les graviers et d'autre part par la capacité de transport. En effet la taille des particules que l'eau est capable de transporter tend à diminuer vers l'aval, à mesure que sa pente diminue.



(a) Granulométrie des sédiments (b) Granularité des sédiments

Figure N° 3-12 : Variabilité des caractéristiques amont-aval par rapport au seuil

L'analyse comparative de la granulométrie des sédiments prélevés à l'amont et à l'aval (Fig. 3-12) met bien en valeur la transparence du seuil sur la continuité sédimentaire dans le cas d'une retenue totalement atterrie. Il s'agit bien d'un glissement de faciès, puisque nous retrouvons la même qualité de sédiments sur deux positions symétriques par rapport à l'axe du seuil.

Tableau N° 3-1: Variabilité des coefficients d'uniformité C_u des sédiments à l'aval du seuil

Distance en (m)	100	150
C_u	5.5	4.13
Nature des dépôts	Sableux uniforme	Sableux grossier uniforme

Tableau N° 3-2: Variabilité des coefficients d'uniformité C_u des sédiments à l'amont du seuil

Distance en (m)	100	150	200	300	400	500
C_u	4.16	8.5	13.69	**.**	**.**	**.**
Nature des dépôts	Sableux uniforme	Sableux grossier uniforme	Sableux grossier étalée	Sablo-Graveleux	Graveleux	Graveleux

Tableau N° 3-3 : Valeurs du diamètre D_{50} des sédiments prélevés à l'amont du seuil

Distance / au seuil en(m)	100	150	200	400	500
D_{50} en (mm)	1.1	5.6	6.6	9	9

À l'échelle de la zone influencée à l'amont du seuil, la taille des sédiments augmente d'aval en amont en suivant une loi hyperbolique avant d'atteindre un palier situé à une distance de 400 m du seuil (Figure N°3-13). En outre, nous observons, à partir de l'analyse appliquée, que la granularité des sédiments évolue également de l'aval à l'amont à mesure que la taille des particules diminue (Figure N° 3-11-(b)). Cette tendance dans l'évolution de la granularité a été déjà proposée par plusieurs auteurs Sternberg (*Rice and Church, 1998*), selon lesquels la granularité de la charge décroît suivant une loi exponentielle, ce qui reconforte bien les résultats de nos analyses.

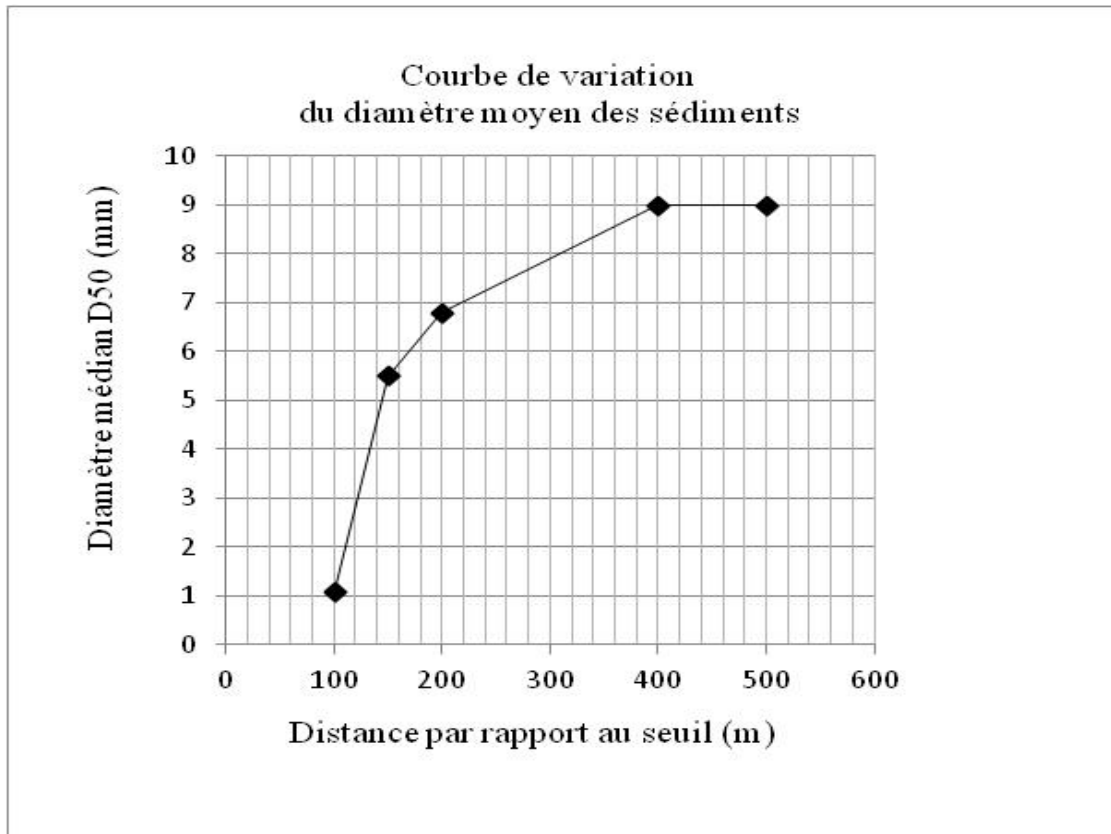


Figure N° 3-13 : Courbe de variation du diamètre moyen des sédiments D_{50} en fonction de la distance par rapport à l'obstacle (axe transversal du seuil)

Conclusion : Les approches retenues, à travers l'analyse des données expérimentales, ont mis en évidence l'évolution du transit sédimentaire d'amont en aval, éclairées par la caractérisation granulométrique des sédiments à l'échelle de l'ouvrage de dérivation. Ainsi le transport sédimentaire s'exerce de manières différentes selon les facteurs influençant la dynamique de l'écoulement propre à chaque tronçon de l'oued.

L'autre résultat intéressant auquel nous somme parvenu c'est que l'évolution du diamètre moyen D_{50} en fonction de la distance au seuil, suit une loi hyperbolique.

Conclusion générale et perspectives :

Pour le seuil de la dérivation de Hamdania nous avons pu mettre en évidence un comblement total de la retenue et une certaine altération géomorphologique, aussi bien à l'amont et qu'à l'aval du seuil. Rappelons que le choix de l'ouvrage de dérivation s'est fait compte tenu d'une altération hydrosédimentaire bien visible à l'échelle de la zone affectée.

A travers les résultats d'analyse granulométrique et à l'appui de photos illustrant la granularité d'échantillons de sédiments prélevés en différents points à l'amont du seuil principal, nous avons pu, dans une première approche, remarquer une diminution hyperbolique des particules au fur et à mesure que nous nous approchons du seuil : la qualité des sédiments varie du gravier, au sablo-graveleux, au sable grossier et se termine en sable fin, voir même en limon à proximité du seuil. En ce qui concerne la partie aval, nous avons constaté une inversion de la tendance : le diamètre des sédiments décroît quand nous nous éloignons du seuil pour passer d'un sable grossier à un sable fin. Cependant ce résultat est à prendre avec beaucoup de réserve au vu du nombre insuffisant de prélèvement effectué à l'aval.

De façon à pouvoir déterminer l'impact en aval du seuil, il est nécessaire de densifier le nombre de prélèvements sur une étendue plus importante, afin d'améliorer la pertinence des résultats.

Le diagnostic réalisé sur la qualité des sédiments entre l'amont et l'aval immédiat de la retenue a mis bien en valeur la transparence du seuil sur la continuité sédimentaire dans le cas d'une retenue totalement envasée.

Compte tenu du nombre de paramètres envisageables (géomorphologie des bassins versants, variations naturelles locales de la pente, dynamique de l'oued, configuration de l'aménagement), une expertise complémentaire au protocole testé est nécessaire pour l'évaluation de l'impact de l'ouvrage.

Références bibliographiques

Malavoi J-R. (2009), « Ouvrages transversaux sur les cours d'eau : impacts hydromorphologiques et écologiques et principes de restauration globale », 88ème congrès de l'ASTEE 10 au 12 juin, Nice. http://www.onema.fr/IMG/pdf/2009_B009.pdf

Charrais J. (2013), « Vers la définition du transport solide suffisant en rivière : utilisation d'indicateur biologiques. Etude bibliographique et proposition d'indices », Mémoire de Master 2 IMACOF, Université François Rabelais- Tours. DREAL Centre, 73 p.

Chanane Y.K. (2013), « Impacts des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire et biologique », Mémoire de Licence, Université Saad DAHLAB-Blida 1, 34 p.

Chapuis. M. (2008), « Contribution à l'étude du transport solide par charriage en conditions naturelles (torrent du Bouinenc, Alpes-de-Haute-Provence) : mise en place de la technique de traçage de particules par radio-identification ». Mémoire de science de la Terre, de l'université de l'environnement à l'université Joseph Fourier de Grenoble. 112 p

Malavoi J-R. (2003), « Stratégie d'intervention de l'Agence de l'Eau sur les seuils en rivières. Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

AERMC-DIREN RA (2001), guide technique n° 4 : « La libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière », Lyon.

BIOTEC, Malavoi J-R. (2007), « Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau », Agence de l'Eau Seine-Normandie.

ONEMA, (2009), « La restauration des cours d'eau : recueil d'expériences sur l'hydromorphologie » ONEMA-CEMAGREF-Pôle hydroécologie des cours d'eau.

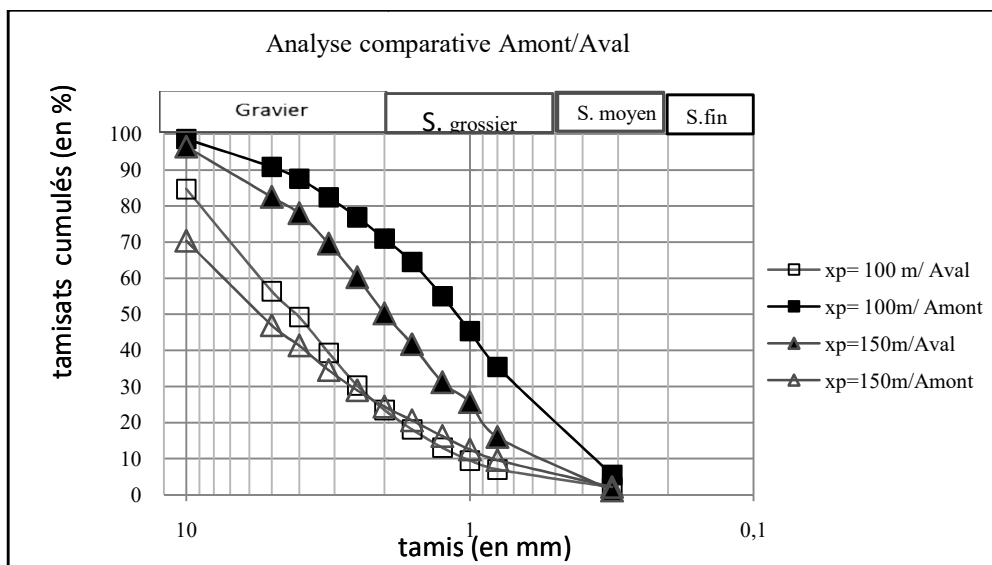
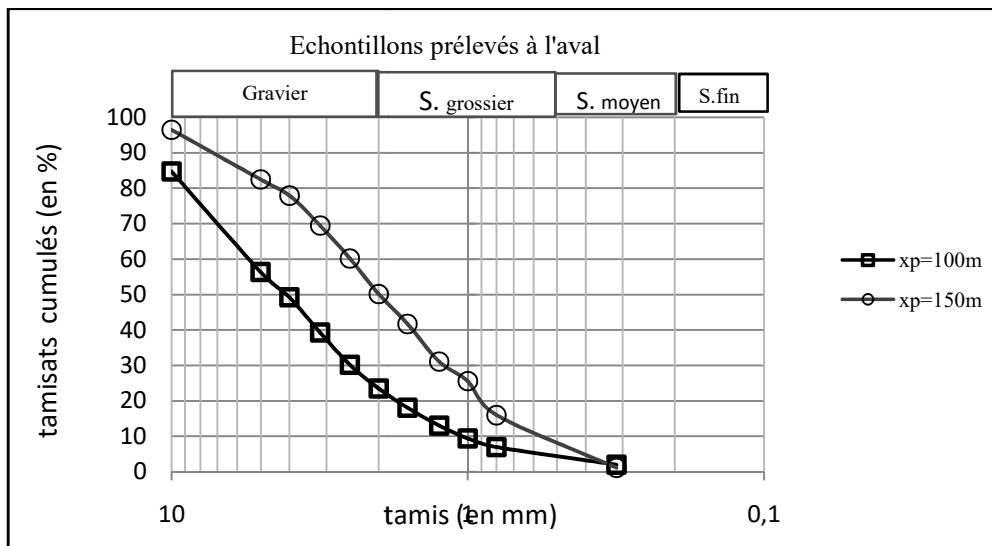
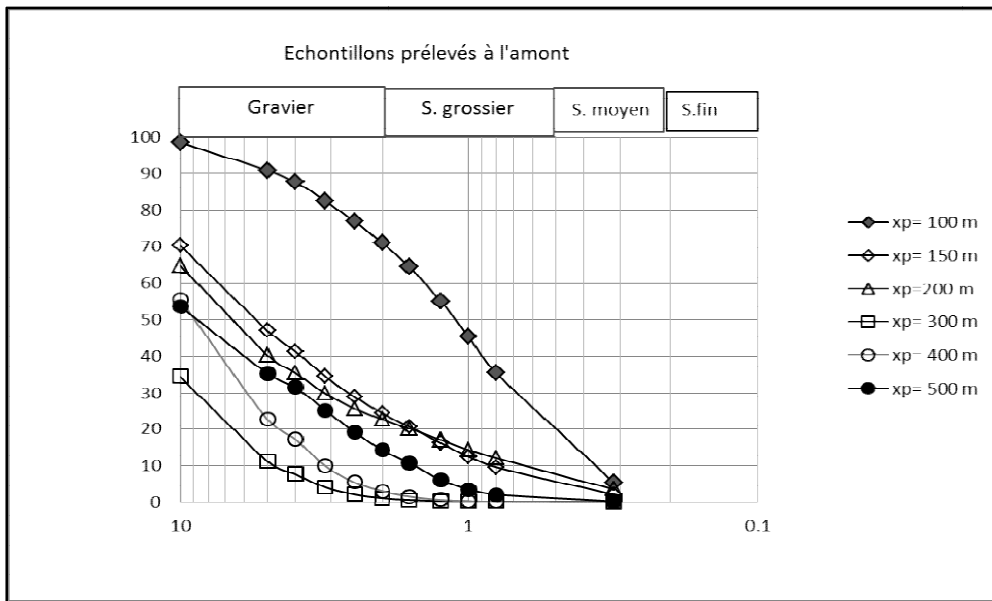
Malavoi J-R. (2009), « Arasement et dérasement d'ouvrages – Aide à la définition de cahiers des charges pour les études préalables », Lyon.

Auscher F., (1992), « Etude d'un phénomène complexe en biologie des milieux naturels ; l'eutrophisation. Description et analyse depuis l'échelle d'un bassin hydrologique (Seine-Normandie) jusqu'à la réponse cellulaire (La vire) », Thèse de doctorat de sciences. Université de Caen, 225 p.

Rice, S., and M. Church, «Grain size along two gravel-bed rivers: statistical variation, spatial pattern and sedimentary links, Earth Surf». Processes Landforms, 23, 345 – 363, 1998

Manier L. (2013), « Mise au point d'un protocole d'évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire dans le cadre d'une approche multiscalair », Rapport de stage, Master2, Université lumière Lyon2, 78 p.

Annexe 1 : Courbes granulométriques



Annexe2: GLOSSAIRE

Arasement : Abaissement partiel d'un ouvrage de type seuil ou barrage.

Barrage : Ouvrage transversal au cours d'eau dont l'emprise est supérieure au lit mineur avec un dénivelé supérieur à 5m.

Bande active : partie du lit en eau ou constituée de bancs alluviaux peu ou pas végétalisés.

Benthos : Ensemble des organismes vivants à proximité du fond des eaux.

Biocénose : Ensemble des êtres vivants occupant un milieu donné (le biotope), en interaction les uns avec les autres et avec ce milieu. La biocénose forme, avec son biotope un écosystème.

Colmatage : Dépôt de sédiments fins (argiles, limons, sables fins) sur le substrat alluvial lui-même et dans les interstices entre les particules grossières composant ce substrat.

Continuité écologique : Libre circulation des organismes vivants et leur accès aux indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions, notamment latéral, et conditions hydrologiques favorables).

Granularité : Caractéristique géométrique d'un grain.

Granulométrie : Étude ou mesure de la granularité des sédiments.

Dérasement : Suppression totale d'un ouvrage de type seuil ou barrage.

Diamètre médian : Diamètre des grains de sédiments noté D_{50} relatif à 50 % en poids des grains.

Faciès : toute portion de cours d'eau, présentant sur une certaine longueur une physionomie homogène de la pente, de la hauteur d'eau, des vitesses du courant et de la granulométrie du substrat

Hyporthéique : Zone composée d'un ensemble des sédiments contenant une partie des eaux de surfaces, situés au-dessous et à côté d'un cours d'eau.

Hydromorphologie : étude de la morphologie des cours d'eau, c'est-à-dire de la forme du lit et des berges qui est façonnée par le régime hydrologique de la rivière.

Longueur développée : Longueur mesurée entre un point amont et un point aval du cours d'eau en suivant l'axe du lit mineur.

Lentique : Ensemble des eaux douces à circulation lentes ou nulles (étangs, lacs, mares, fossés, rizières).

Seuil : Ouvrage transversal au cours d'eau dont l'emprise maximum est celle du lit mineur avec un dénivelé compris entre 35 cm et 5m.

Ripisylve : formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau