

La Recharge en Granulats

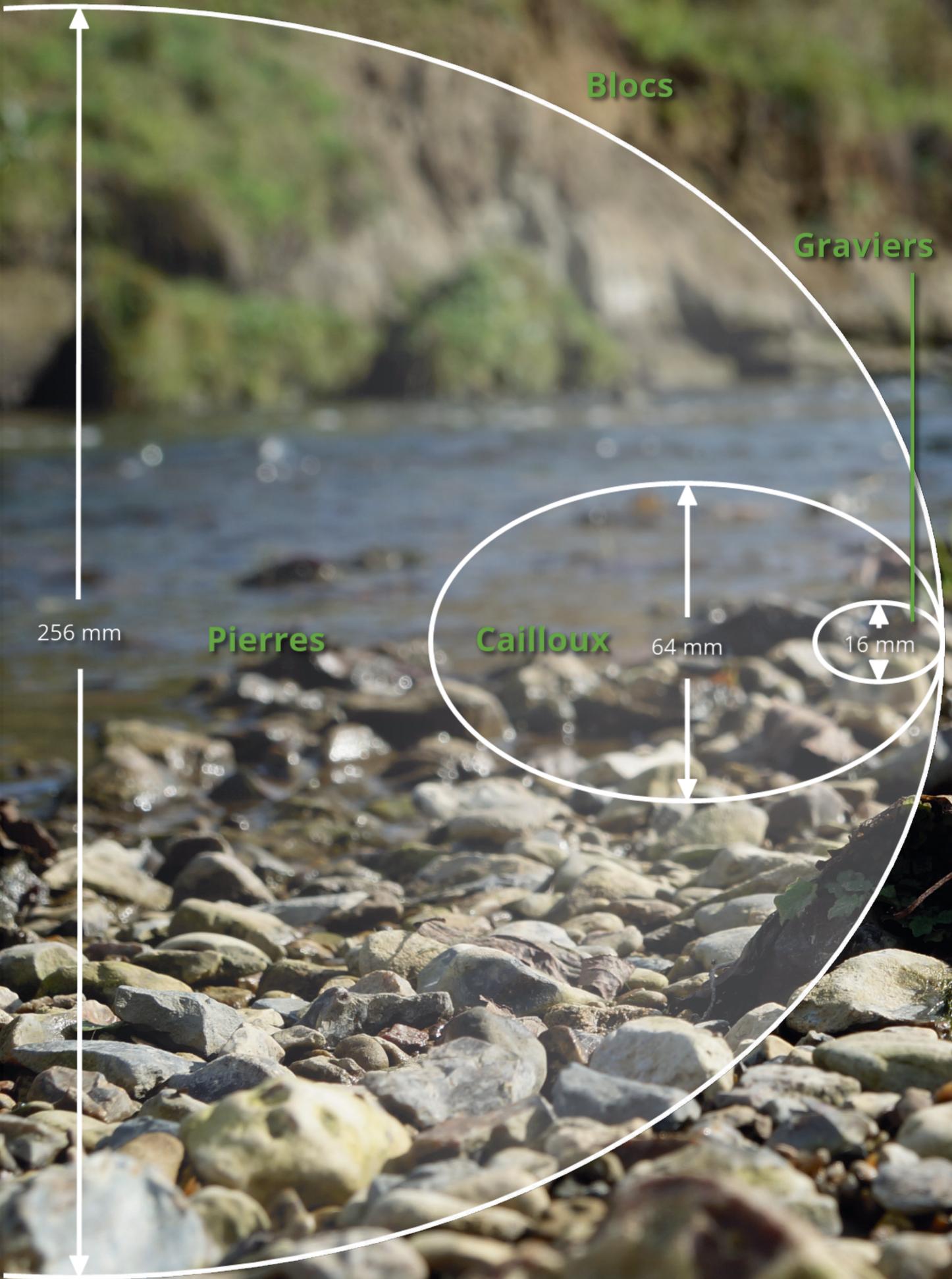
une technique souple et rapide
pour la restauration des petits cours d'eau



Fonds européen agricole pour
le développement rural :
l'Europe investit dans les
zones rurales



Références granulométriques





Paul Chandelier Président

Grâce au soutien financier de ses membres, la CATER œuvre depuis de nombreuses années au service du bon état écologique des cours d'eau. Depuis leur émergence au début des années 2000, les programmes pluriannuels de restauration et d'entretien des cours d'eau, portés par les collectivités territoriales, se sont multipliés et ont largement évolué. Une bonne partie d'entre eux s'attelle à répondre non seulement aux dégradations liées à l'absence d'entretien de la végétation rivulaire et au piétinement du bétail, mais également aux altérations du fonctionnement hydromorphologique, provoquées par certains aménagements hydrauliques antérieurs (barrages, recalibrages, rectifications, déplacements ...).

Dans ce contexte, et dans le cadre de ses missions de conseil et d'appui technique aux maîtres d'ouvrage, la CATER de Normandie propose aujourd'hui une mise à jour essentielle des fiches "Gestion des cours d'eau de Basse-Normandie", avec ce nouvel éclairage sur les techniques de restauration.

Ces guides abordent ainsi en deux volumes, les deux techniques complémentaires principalement déployées depuis quelques années dans la région : *La Recharge en Granulats* et *La Recréation de Cours d'Eau*. Dans le cadre d'une synergie d'actions à l'échelle du bassin versant, ces deux types d'intervention sont essentiels à l'atteinte du bon état écologique de nos cours d'eau et à la durabilité de leurs nombreux usages.



X. Fournials - CATER

Fort des retours d'expériences accumulés, en région et au-delà, chacun de ces guides tente d'apporter aux lecteurs une vision synthétique de la question, et de fournir les clés de réussite de leurs projets, pour des cours d'eau préservés face aux enjeux de demain.

Chandelier





Notions essentielles

La recharge en granulats est un outil de restauration polyvalent utilisable seul ou en complément d'autres procédés. Basée sur l'usage de matériaux naturels de diverses tailles (des plus petits graviers aux gros blocs), elle a l'avantage de bien s'intégrer dans le paysage. Elle est adaptable en différentes variantes, de la plus légère à la plus consistante, qui sont elles-mêmes combinables : correction d'un déficit sédimentaire particulier, reconstitution ou amélioration du matelas alluvial, restauration d'un gabarit hydraulique adapté, etc.

Sa simplicité de mise en œuvre, sa flexibilité et son coût raisonnable au regard d'autres pratiques de restauration, lui permettent d'être employée sur des linéaires conséquents pour :

- restaurer les alluvions grossières et leurs fonctions,
- rehausser le niveau moyen du lit,
- rétablir l'équilibre dynamique du chenal et en faciliter la gestion ultérieure,
- diversifier les habitats (faciès - substrats) au profit de la faune et de la flore aquatiques.

La technique est adaptée aux petits cours d'eau alluviaux s'écoulant normalement sur sédiments grossiers (graviers, cailloux, pierres), excluant donc les rivières naturellement sableuses. Il est en outre préférable de la réserver aux cours d'eau disposant de peu de ressources externes en sédiments grossiers, reconnaissables empiriquement par leur incapacité à « se remettre » d'une chenalisation réalisée il y a plusieurs décennies.

La recharge ne convient pas dans certains cas comme pour les cours d'eau au lit rocheux (sans alluvions) ou bien encore dans les zones de marais, les estuaires ou autres cours inférieurs où les sédiments fins dominant naturellement (très faible pente). Lorsque que le potentiel d'apports solides est avéré, tels que sur les tronçons aux berges érodables



Le potentiel d'apports solides d'un cours d'eau peut être évalué par l'observation d'une fraction granulométrique grossière mobilisable dans les berges.

X. Fourniaux - CATER

incluant des alluvions grossières, ou ceux réceptionnant des affluents qui en charrient régulièrement, on favorisera la recharge naturelle par la suppression des « points durs » (ouvrages, protections de berges, etc.) et la restauration d'un espace de mobilité latérale.

Les altérations dues aux travaux de chenalisation (curage, recalibrage, redressement...) sont les cibles privilégiées de la recharge.

La recharge seule ne devrait être utilisée que sur des cours d'eau curés ou reprofiliés mais dont le tracé du lit d'origine, en fond de vallée, n'a pas été modifié.

Dans le cas contraire (cours d'eau redressés, voire



Curage et reprofilage font partie des travaux de chenalisation ciblés par la technique de recharge en granulats.

CATER



La recharge au service des zones humides

Rehausser le fond d'un cours d'eau recalibré contribue à restaurer les fonctions d'épuration, d'habitat et de régulation hydrologique assurées naturellement par les zones humides riveraines. Cela permet donc d'améliorer la qualité de l'eau, de favoriser la biodiversité et de réduire le risque d'inondation en aval.



X. Fourniaux - CATER

déplacés), on visera en préalable la « renaturation » du lit (rétablissement du tracé et du gabarit) complétée généralement par une recharge en granulats ; la recharge seule n'interviendra que si le tracé actuel ne peut être modifié pour des raisons sociales, techniques ou financières.

Limiter l'érosion des sols et gérer les rejets et prélèvements à l'échelle du bassin versant est particulièrement pertinent à réaliser en parallèle voire en amont de la recharge. Si les sources de colmatage du lit, de pollution et de modification du régime des eaux ne sont pas maîtrisées, les bénéfices écologiques de la recharge seront réduits.

Supprimer les obstacles à l'écoulement de toutes sortes (buses, seuils, barrages désuets...) et les protections de berges constitue aussi une excellente option de gestion complémentaire si ce n'est un préalable. Sur certains cours d'eau de la région, ces actions prioritaires peuvent suffire (auto-restauration) mais généralement, les petits cours d'eau de plaine, à faible énergie, ont une résilience insuffisante pour que le gestionnaire puisse s'épargner une action de recharge complémentaire.

Graviers, pierres et cailloux constituent le mélange adéquat car il est déformable et mobilisable. Bon marché et relativement facile à se procurer, le matériau utilisé (granulat) se travaille bien car il est meuble. En outre, au gré des petites crues, à la recherche d'une forme de dissipation optimale de son énergie, le cours d'eau mettra lui-même en place les séquences de faciès d'écoulement, sources de diversité des habitats, en ajustant la disposition initiale du matériau (érosion, transport, dépôt). Les variations de débit passent alors du statut d'ennemi (protection nécessaire contre l'affouillement des épis classiques, des pieds berges en génie végétal, etc.) à celui d'allié, dont le service est gratuit et renouvelable.



Les secteurs rechargés seront vite colmatés si l'érosion des sols n'est pas maîtrisée.

F. Goumy - FDPPIVA 50



Avant de réaliser des travaux de recharge en granulats, il est préférable de supprimer les obstacles à l'écoulement sur le tronçon concerné.

CATER



La remise en fond de vallée des petits cours d'eau de plaine doit toujours être suivie d'une recharge en granulats du lit restauré, en particulier lorsqu'il faut creuser un nouveau lit.

F. Goumy - FDPPIVA 50



Le mélange "graviers pierres cailloux" est un mélange déformable adapté à la restauration hydromorphologique des petits cours d'eau de plaine.



Les fonctions des alluvions grossières

Les alluvions grossières jouent un rôle clé dans les réseaux trophiques, les processus d'auto-épuration et le cycle de vie de nombreuses espèces aquatiques.





X. Fournials - CATER

Mesures granulométriques sur un secteur de référence.

Avant toute intervention, un diagnostic doit être établi à l'échelle du bassin et du tronçon, afin de définir l'opportunité et les objectifs de la restauration, et de vérifier la pertinence de la technique utilisée.

Il est en effet important, non seulement de connaître le **gabarit hydraulique** (largeur et profondeur à pleins bords) et **l'éventail granulométrique** correspondant à un état de référence du même type de milieu (caractéristiques avant chenalisation, ou de tronçons similaires non altérés), mais aussi les **contraintes** sur le site concerné (inondabilité, présence de drains, etc.). Cela permettra de définir clairement le type et la quantité de matériau à utiliser, ainsi que les modalités de mise en œuvre.

En fonction du diagnostic, l'opération peut par exemple aller d'un simple apport complémentaire de graviers au redimensionnement complet du lit, le cas échéant par **déblai-remblai préalable** (voir pages 12 et 13).

En concertation avec les services des DDT(M) et l'AFB, il faudra également définir, bien en amont du chantier, la procédure administrative à suivre et le contenu des dossiers nécessaires le cas échéant.

La nature du matériau doit correspondre à la géologie locale (granite, silex, grès...). En cas de difficultés de fourniture, une roche différente pourra

toutefois convenir. Sur les cours d'eau dont le bassin versant s'assoit sur des lithologies contrastées, il n'est pas incohérent de prévoir un mélange.

La granulométrie doit être soigneusement choisie pour que le matériau injecté soit souple et mobile : il doit pouvoir contribuer à la dynamique fluviale en étant en partie repris, transporté et redéposé par le cours d'eau.

Sauf cas particulier, l'emploi d'un matériau calibré est inadapté. Trop petit, il sera décapé. Trop gros, il figera la morphologie et jouera un rôle limité. C'est pourquoi le **matériau de recharge, destiné à reconstituer le matelas alluvial** (couche superficielle, voir page 9), est un **mélange** constitué d'une large gamme de tailles, des graviers aux blocs, **avec une dominante pierres - cailloux**.

Les blocs doivent servir à reconstituer la fraction dite « héritée ». Dépassant la capacité de transport du cours d'eau, ils participent à la dynamique ultérieure du lit, en plus de leur fonction d'abri hydraulique ponctuel.

Tout en intégrant les possibilités de fourniture et les coûts correspondants, la proportion de particules fines (limons, sables) dans la couche superficielle des travaux finis, et donc dans le matériau de recharge utilisé, doit être limitée afin de favoriser les écoulements hyporhéiques. Sur les cours d'eau aux étiages sévères, en revanche, le matériau ne doit pas non plus être trop drainant afin d'éviter les ruptures d'écoulement prolongées (infiltration du débit d'étiage dans les granulats rapportés).

En fonction des contraintes, on peut si besoin réaliser un mélange sur place, entraînant une hausse du coût des travaux (mélange, criblage, nettoyage du site).

On doit choisir de préférence des matériaux d'origine locale afin de réduire les coûts de transport et le bilan carbone. De même, les sites d'approvisionnement ne respectant pas les normes environnementales doivent être écartés.



Les concrétions calcaires

En eaux fortement carbonatées et dans certaines conditions, on remarque que les matériaux rapportés ont tendance à concrétionner plus vite que le sédiment naturel, ce qui peut limiter les bénéfices de la restauration.

Les **carrières** proposent souvent une gamme de produits concassés ou criblés pouvant répondre aux besoins directement ou après mélange. Il est aussi possible d'utiliser le brut de minage, non encore trié et moins cher, en sélectionnant sur le front de taille les parties pauvres en fines. En phase chantier, un suivi plus assidu des arrivages est alors nécessaire.

Les **pierres de champs** sont typiquement locales, mais le procédé d'extraction (épierreuse) rend le matériau disponible trop calibré. On préférera donc plutôt les utiliser en mélange.

Quant au matériau **alluvionnaire** issu des gravières, il présente par nature d'excellentes propriétés, mais son usage tend à favoriser l'altération des zones humides (extraction en lit majeur).

La quantité de granulats à utiliser localement dépendra de la présence ou de l'absence de couverture sédimentaire et des faciès d'écoulement sur le site à restaurer. En effet, un cours d'eau en bon état hydromorphologique présente un matelas alluvial, plus ou moins épais, recouvrant très souvent l'ensemble du fond du lit.

L'épaisseur de recouvrement finale doit permettre de restaurer des écoulements hyporhéiques fonctionnels : **le minimum est de 15 à 30 cm sur les plus petits cours d'eau (largeur < 3 m) et de 30 à 50 cm sur les cours d'eau plus importants (à partir de 4 - 5 m).**



F. Goulmy - FDPPMA 50

Les opérations de recharge doivent autant que possible concerner un **linéaire conséquent d'un seul tenant** (au moins 100 fois la largeur à pleins bords restaurée). Les actions ponctuelles trop dispersées sont d'intérêt limité.

En cas de sur-calibrage important du lit à restaurer, un comblement préalable (**rehaussement** et/ou **rétrécissement** du lit) peut être nécessaire. Le **matériau de comblement**, différent du **matériau de recharge**, doit être peu onéreux, au vu des quantités nécessaires, et stable : un tout-venant 0-150/200 mm est un bon choix de base, mais on peut prévoir plus gros (0-400/500 mm) en cas de forte pente. La quantité de fines importe moins que pour le **matériau de recharge** (matelas alluvial), mais elle doit tout de même rester raisonnable. Si le volume de comblement est important, cette étape préalable peut se réaliser en deux couches, avec d'abord un remblai de matériau terreux en contact direct avec les parois du chenal existant. Cette couche de fond doit être bien compactée.

On doit "dérouler" le programme vers l'aval, à l'échelle du bassin, des sources vers les émissaires. On limitera ainsi le risque de souiller les travaux déjà réalisés en aval par le transfert éventuel des particules fines dû à des travaux en amont. **Toutefois, les chantiers se conduisent individuellement en sens inverse, vers l'amont**, afin de travailler en eaux claires et de caler chaque apport en fonction de la courbe de remous du précédent.

La recharge doit être réalisée en débit stabilisé de basses eaux sur sols portants et hors reproduction des poissons. En domaine salmonicole (majorité des petits cours d'eau régionaux), la période de **juin à octobre** est idéale.

 **Attention à la pyrite**

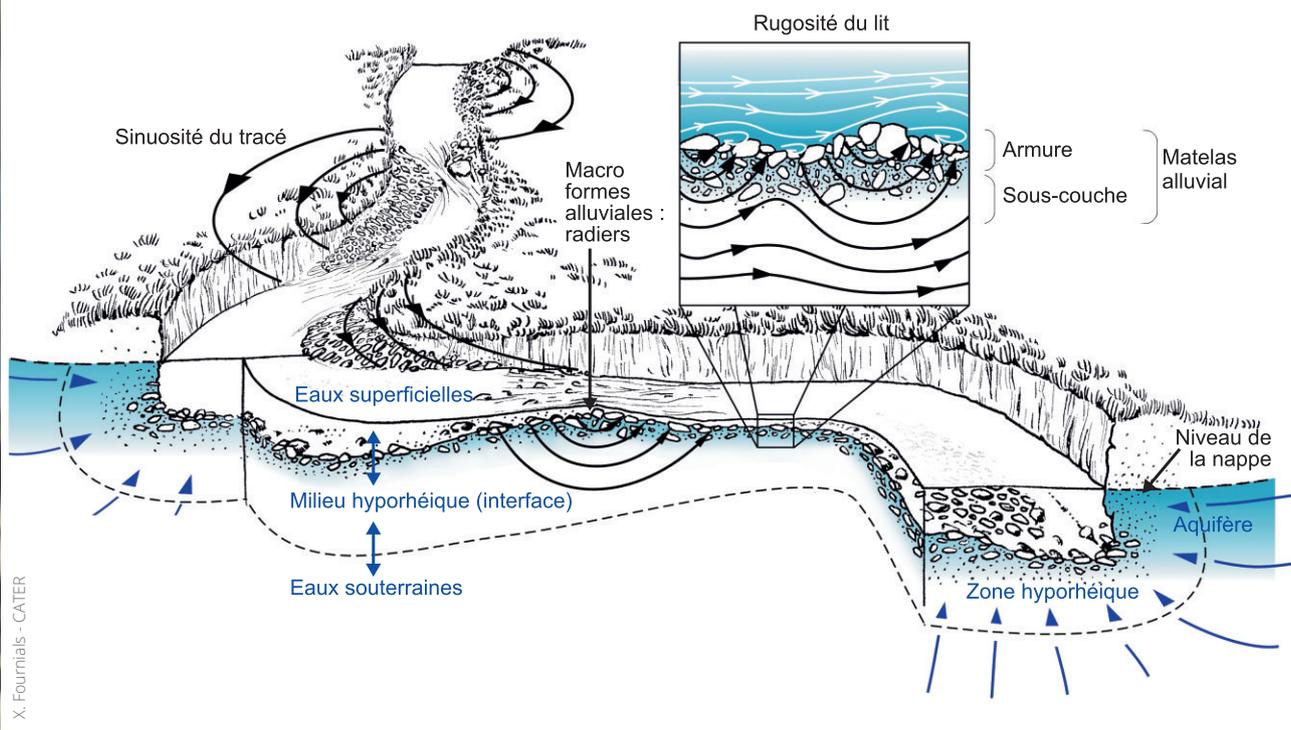
Ce minéral, composé de disulfure de fer, réagit au contact de l'air et de l'eau et libère de l'acide sulfurique et autres composés très toxiques pour la faune aquatique. Il est indispensable de se renseigner au préalable et d'informer impérativement la carrière de la destination des matériaux.



F. Goulmy - FDPPMA 50

Les écoulements hyporhéiques

Dans un cours d'eau, les écoulements ne se limitent pas à ceux qui sont directement visibles dans le lit mineur. Il y a aussi des écoulements sous la colonne d'eau libre, dans les interstices des sédiments. Ils sont alimentés par l'infiltration du courant de surface et par les échanges avec la nappe. La recharge en granulats vise à restaurer cette interface et les processus biochimiques associés.



Au-delà des travaux préparatoires (installation du chantier, gestion de la végétation...), il faudra généralement, au vu des quantités importantes souvent nécessaires, définir une **zone de stockage temporaire** des matériaux bruts, lorsqu'ils sont livrés par semi-remorque. Ceux-ci sont ensuite acheminés sur site au rythme des besoins par des moyens plus légers.



Place de dépôt à proximité du site pour tri et reprise avec des bennes.

Dans le cas d'un lit curé, resté dans son tracé d'origine, **le gabarit hydraulique est correct** (largeur et profondeur moyenne), mais le profil homogène doit être diversifié.

On procède à un apport de **matériau de recharge**, qui est plus ou moins important en fonction de l'épaisseur et de la répartition actuelles des substrats et faciès. En l'absence d'alternance marquée de faciès, on recrée les radiers dans les inflexions et on rétablit les atterrissements latéraux (banquettes) dans les intérieurs des méandres du tracé actuel (intrados). On veille aussi à préserver, au maximum, les habitats existants (racinaires, sous-berges...).

Dans le cas d'un lit recalibré (élargi et approfondi) et parfois aussi redressé voire déplacé, le gabarit a souvent été largement **sur-dimensionné**, et le profil en long homogénéisé. **L'opération se fait en deux temps** :

D'abord, on modèle le fond de forme du **nouveau lit**, dans l'emprise du tracé actuel avec du **matériau de comblement**.

Globalement, cette étape consiste à **réduire la hauteur et la largeur de la section recalibrée** actuelle pour revenir à un gabarit hydraulique adapté. Les cotes de calage sont déterminées en tenant compte de l'épaisseur de recharge ultérieure. En parallèle, on aménage une **ondulation verticale** (creux et bosses, cf. page 11) et une **sinuosité latérale** (méandres) en variant les profils transversaux.

Ainsi, sur les **cours d'eau redressés** (rectilignes) sur lesquels on ne pourra pas restaurer le tracé en plan (contraintes foncières), on recrée la base des séquences « radier-mouille » tous les 4 à 6 fois en moyenne la largeur pleins bords restaurée (L), en s'aidant le cas échéant des zones de dépôt ou des végétaux limnophiles.

Pour les **cours d'eau recalibrés non redressés**, on s'appuie sur le tracé actuel : les radiers s'intègrent dans les inflexions, les mouilles dans l'extrados des courbes. Pour que ces dernières travaillent, on crée, dans les

intrados, des assises de banquettes, en pente vers l'axe du lit.

Ensuite seulement, la recharge en granulats mobilisables est réalisée par dessus cette nouvelle topographie du chenal (fond de forme), pour reconstituer le matelas alluvial. On utilise ici le **matériau de recharge** (mélange hétérogène de graviers, cailloux, pierres et blocs, avec le moins de fines possible), qu'on adapte au type de cours d'eau (granulométrie moyenne augmentant avec la pente générale). Les zones de radiers, plus que le reste du lit, doivent comporter une plus forte proportion d'éléments les plus grossiers (pierres). Les banquettes sont "engraissées" pour pincer l'écoulement par le côté jusqu'au débit de submersion souhaité. Dans tous les cas, il faut remonter les matériaux en berge, pour les protéger temporairement si besoin, mais surtout pour anticiper les tassements et les glissements. Les quelques blocs, de taille variable, doivent être dispersés aléatoirement dans le lit restauré et pas uniquement sur les zones courantes.



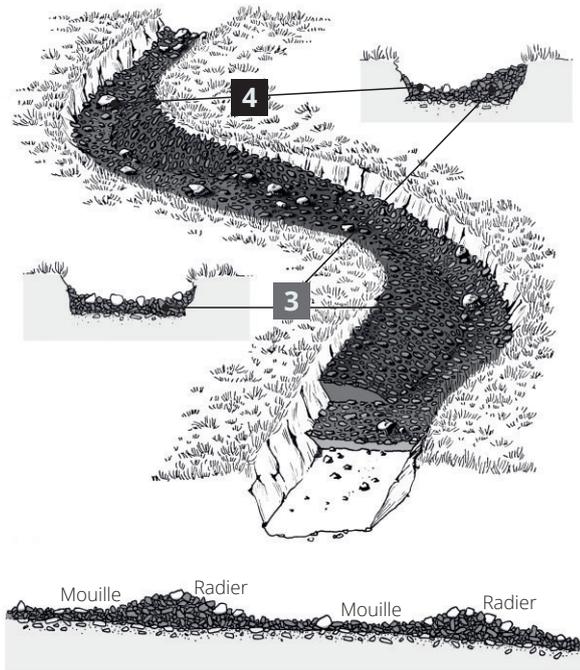
Résultat de la recharge juste après travaux.

F. Gouilly - FDPPMA 50

Nature des matériaux et mise en oeuvre

Croquis de principe

Lit curé

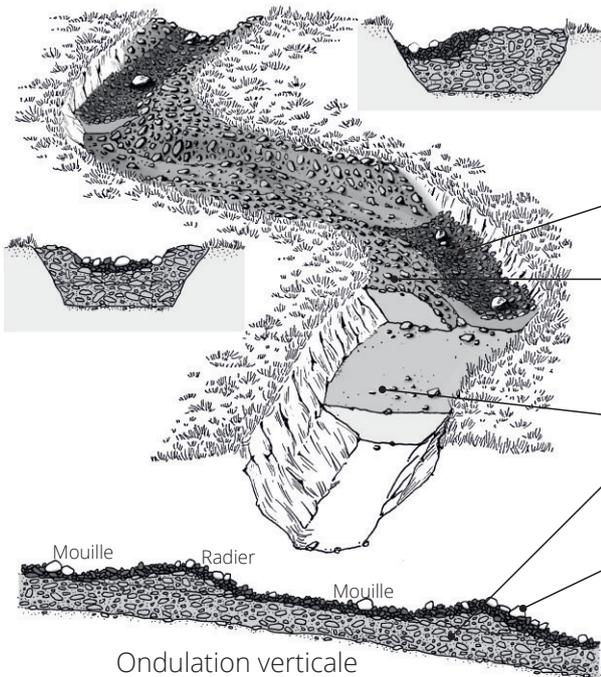


Ordre de mise en oeuvre

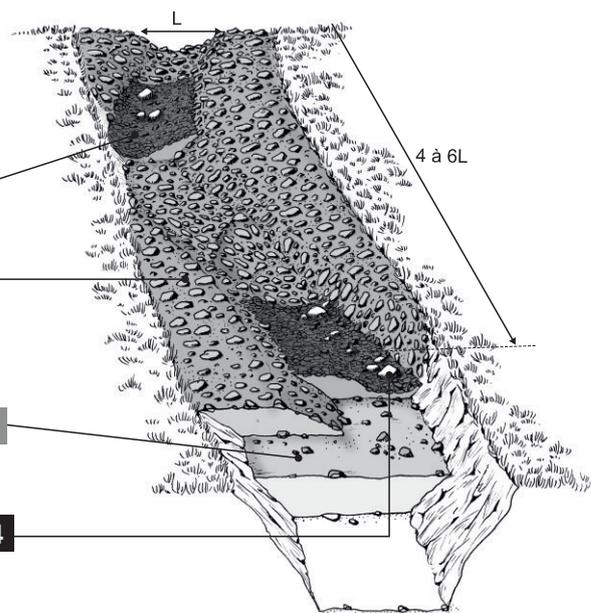
- 1 Réhaussement du fond si nécessaire (matériau de comblement)
- 2 Remblaiement latéral pour reconstituer la berge si nécessaire (matériau de comblement)
- 3 Reconstitution du matelas alluvial et des radiers (matériau de recharge)
- 4 Apport de quelques blocs

Le **matériau de comblement** est utilisé pour compenser latéralement et verticalement les travaux d'élargissement et d'approfondissement. Il est moins coûteux et plus grossier que le matériaux de recharge.

Lit recalibré non redressé



Lit recalibré et redressé



X. Fourmials - CATER

Attention : pour une meilleure lisibilité, ces croquis présentent une exagération verticale.

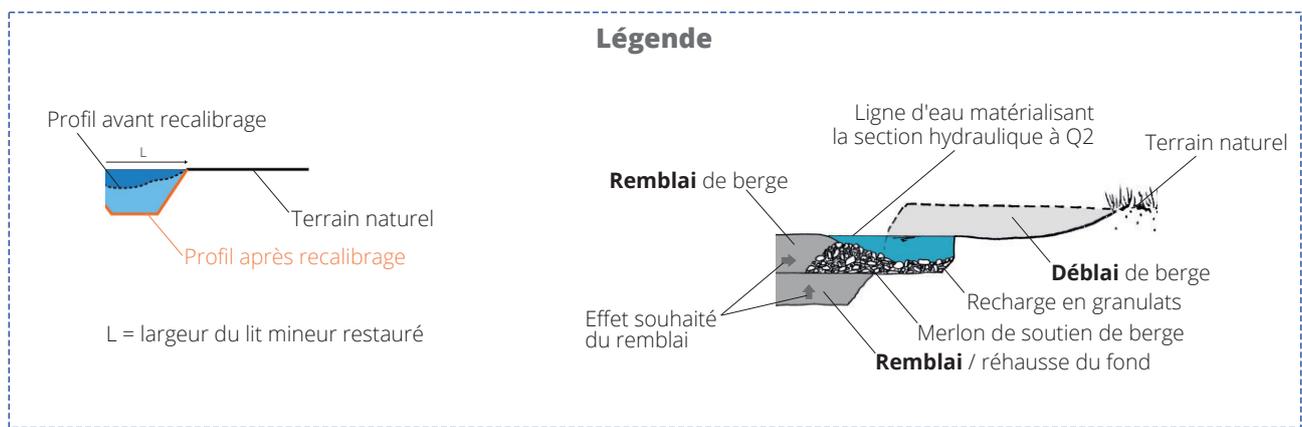
Modes d'intervention pour la restauration du gabarit hydraulique des cours d'eau recalibrés et redressés

Dans de nombreux cas, les travaux dits "d'entretien des cours d'eau" ou "d'assainissement des terres" ne se sont pas limités au curage des sédiments mais ils ont aussi fortement modifié le gabarit naturel du cours d'eau. Pour le retrouver, il est alors nécessaire de passer par une étape de comblement avant de procéder à la recharge elle-même.

Il faut **privilégier** un calage du lit mineur au niveau du terrain naturel (parcelles riveraines).

Si le retour au gabarit naturel débordant à la crue biennale (Q2) n'est pas possible, soit parce que l'augmentation de la fréquence de débordement n'est pas tolérée par les riverains, soit parce que la cote de fond est contrainte, par exemple par la présence de drains qui ne pourraient pas être supprimés,

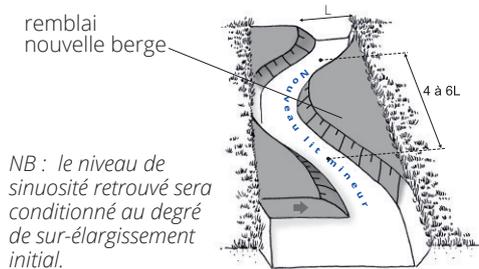
alors **à défaut** on devra aménager un lit emboîté calé sous le terrain naturel.



Lit mineur élargi

À privilégier

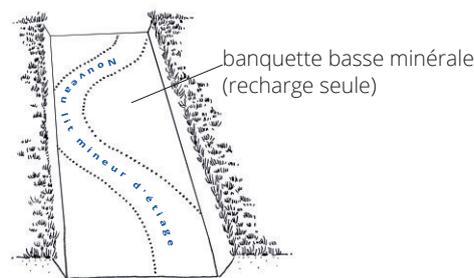
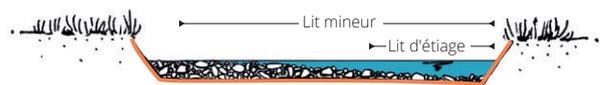
- 1 - Remblai des berges
- 2 - Recharge en granulats



NB : le niveau de sinuosité retrouvé sera conditionné au degré de sur-élargissement initial.

À défaut

- 1 - Recharge en granulats



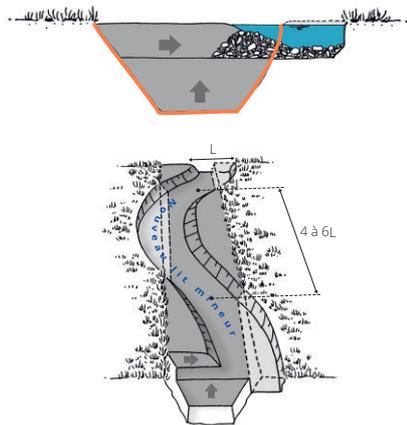
X. Fournials - CATER

Recharge en granulats non figurée sur les vues en perspective

Lit mineur approfondi

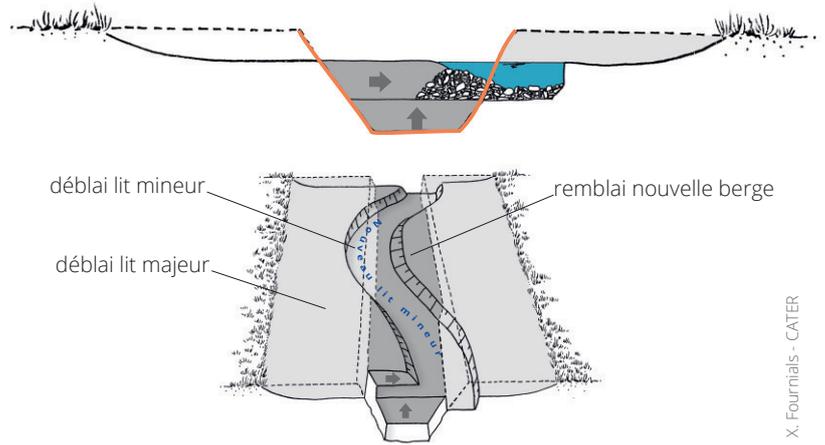
À privilégier

- 1 - Réhausse du fond
- 2 - Déblai/remblai des berges
- 3 - Recharge en granulats



À défaut (Lit emboîté)

- 1 - Déblai du lit majeur
- 2 - Réhausse partielle du fond
- 3 - Déblai/remblai des berges
- 4 - Recharge en granulats

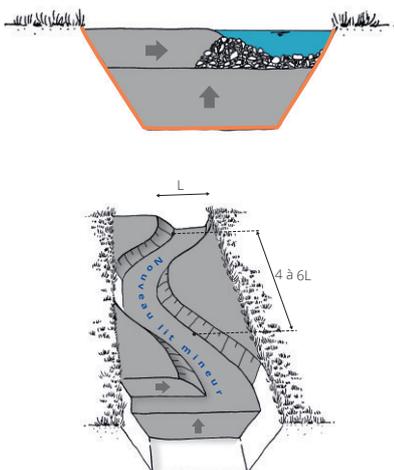


X. Fournials - CATER

Lit mineur approfondi et élargi

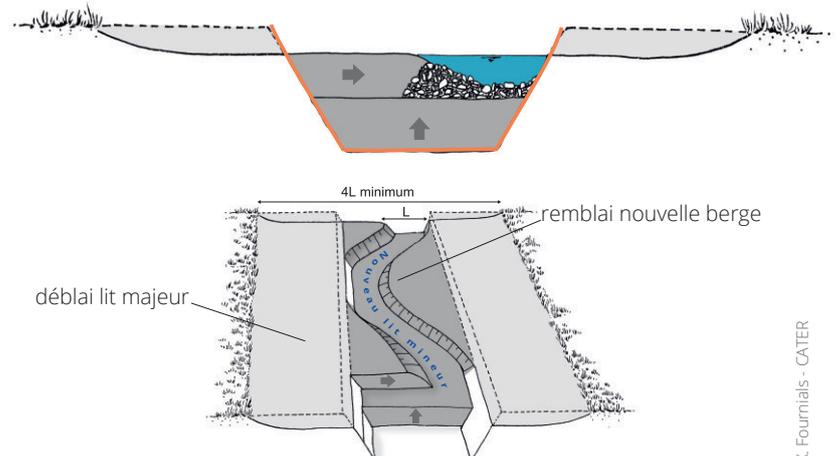
À privilégier

- 1 - Réhausse du fond
- 2 - Remblai des berges
- 3 - Recharge en granulats



À défaut (Lit emboîté)

- 1 - Déblai du lit majeur
- 2 - Réhausse partielle du fond
- 3 - Remblai des berges
- 4 - Recharge en granulats



X. Fournials - CATER

Recharge en granulats non figurée sur les vues en perspective

L'acheminement des matériaux sur site se fait en rotation avec deux engins dont la nature dépendra des conditions d'accès.

Sur les petits cours d'eau, les matériaux peuvent être mis en œuvre à la pelle hydraulique 15 ou 18T (sauf sensibilité particulière du milieu) équipée de chenilles larges (moins de pression sur les parcelles, éviter les mini-pelles) et d'un godet large orientable (effet bec verseur pour la précision). La pelle pioche directement dans la benne qui suivra son déplacement. Les petits dépôts temporaires dans les parcelles riveraines sont à éviter (remise en état fastidieuse et onéreuse).

Pour les cours d'eau plus larges, ou si la quantité de granulats à injecter est très importante, les matériaux peuvent aussi être bennés directement dans le lit, puis réagencés si besoin au godet.

Un godet cribleur sur bras de pelle (maille 10mm) permet, si besoin, de débarrasser le matériau sec utilisé d'un excès de fines, avec les précautions qui s'imposent.

Sur les chantiers de faible ampleur, sur les très petits ruisseaux ou en milieu particulièrement sensible, la mise en œuvre peut se faire avec de petits engins motorisés (acheminement et déversement des matériaux avec un tombereau sur chenilles 1 à 2T par exemple, puis façonnage manuel à la griffe à remblai).

Les aménagements connexes (clôtures, abreuvoirs, franchissements...) peuvent suivre immédiatement ou si possible après quelques petites crues. Pour accélérer la reprise de la ripisylve, des plantations d'arbres et d'arbustes peuvent être réalisées à l'automne de la même année ou l'année suivante.



Les matériaux sont acheminés sur site avec un tracteur agricole et une benne TP. La pelle pioche dans la benne et dépose le matériau dans le cours d'eau. La pelle et la benne avancent simultanément le long du chantier. Sur les terrains de faible portance, on peut utiliser des dumpers chenille 10T.

S. Hervé - CC CPN



Un godet inclinable permet d'avoir un effet "bec verseur" et de disposer la recharge avec plus de précision. On gagne encore en souplesse de mise en œuvre et en précision avec un godet orientable à 360° car la dépose et le modelage des matériaux sont indépendants de la position de la pelle. Ils limiteront ainsi les mouvements de celle-ci. Les travaux de remise en état seront d'autant réduits.

S. Hervé - CC CPN



Si les volumes de recharge sont très importants et que les conditions d'accès le permettent, les matériaux peuvent être bennés directement.

S. Hervé - CC CPN



La vitesse d'exécution des travaux peut varier de 80 à 500m/j en fonction des conditions météorologiques, des contraintes d'accès et des quantités à recharger (niveau d'altération du lit).



Mise en œuvre avec camions-bennes 4x4 19T ou 6x4 26T.

J. Jamet - FDPMA 61

Ce qu'il faut retenir !



Les coûts sont très variables en fonction de la taille du cours d'eau, de son état de dégradation, de la complexité du chantier, des contraintes d'accès, etc. Généralement, on observe des coûts variant de 20 à 50 €/HT/m³. Les financements sont très incitatifs. Grâce aux politiques d'aide de nombreux partenaires (Agences de l'Eau, Région et Départements), il est possible de cumuler jusqu'à 80 % de subventions, sous réserve d'un dimensionnement pertinent.



- Appliquer partout la même méthode sans prendre en compte le contexte.
- Utiliser des engins inadaptés ou intervenir en dehors des périodes propices.
- Travailler de manière ponctuelle ou dispersée.
- Dérouler son programme vers l'amont et/ou conduire ses chantiers vers l'aval.
- Négliger le choix des matériaux.
- Recharger dans le remous d'un ouvrage.
- "Avoir la main trop légère" ou sous-estimer les quantités nécessaires.



Toute opération de recharge en granulats doit être précédée d'une bonne analyse de la situation initiale, et n'être réalisée qu'après avoir levé au maximum les pressions. La technique n'est pas adaptée à tous les types de cours d'eau, sa mise en œuvre doit respecter un calendrier. Le mode opératoire à appliquer dépend des altérations et des contraintes, et le choix des matériaux et des engins ne doit pas être négligé.

En phase de chantier, l'essentiel est de bien s'organiser (stockage temporaire, réception des livraisons, rotation des bennes), et de prévoir plutôt trop de matériaux que pas assez.

Un suivi minimal des travaux dans le temps permet d'identifier ses erreurs et les rectifier. Et c'est très facile avec la recharge.



F. Goulimy - FDPPMA 50

L'équilibre dynamique des cours d'eau

Transportées par le cours d'eau, qui y dépense une bonne partie de son énergie en crue, les particules grossières présentes sur le fond et dans les berges d'un cours d'eau alluvial contribuent au maintien de l'équilibre dynamique des formes fluviales. Sur la durée, ce phénomène se traduit par l'auto-régénération d'une diversité optimale d'habitats aquatiques, favorables à la biodiversité et la qualité de l'eau.

La recharge en granulats vise à restaurer les cours d'eau en réintroduisant mécaniquement ces particules grossières.



Bancs d'alluvions, diversité des formes. On observe sur un espace restreint des zones courantes, des zones plus calmes et moins profondes, des zones temporairement exondées et la présence de quelques graminées.

X. Fournials - CATER



La Lamproie marine (*Petromyzon marinus*), comme le saumon, fraie dans des sédiments assez grossiers. Cependant, les ammocètes (juvéniles) auront besoin de sédiments plus fins (sablo-limoneux) pour s'y enfouir avant de dévaler vers la mer 3 à 5 ans plus tard.

G. Bruneau - FDPPWA 50

Les membres de la CATER de Normandie



CATER de Normandie - Le moulin de Ségrie, Ségrie-Fontaine - 61100 Athis Val de Rouvre
02 33 62 25 10 - contact@cater-normandie.fr - www.cater-normandie.fr