

POUR UNE NOUVELLE GESTION DES RIVIÈRES

À L'HEURE DE LA GEMAPI

Rivières et inondations



TOME 1
Les grands principes

BASSINS RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET CORSE

Mai 2015

Sommaire

Introduction	2
1 Laisser plus d'espace à la rivière	3
1.1 Décloisonner la rivière en prenant en compte les enjeux à proximité	3
1.2 Accroître les champs d'expansion des crues pour stocker l'eau	4
1.3 Rationaliser l'implantation des ouvrages de protection contre les crues.....	5
2 Ralentir les écoulements de la rivière	6
2.1 Restaurer le caractère naturel de la rivière pour dissiper son énergie.....	6
2.2 Laisser les sédiments circuler.....	7
2.3 Replanter la végétation des berges pour freiner l'eau.....	8
3 Gérer l'eau par bassin versant.....	9
3.1 Mobiliser les capacités de rétention de l'eau sur l'ensemble du bassin versant	9
3.2 Etudier plusieurs scénarios d'action pour adopter le meilleur.....	10
3.3 Consolider la solidarité entre l'amont et l'aval du bassin versant.....	10

INTRODUCTION

La loi du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique crée une compétence ciblée et obligatoire relative à la gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations, et l'attribue aux communes et à leurs groupements. La double approche « milieux aquatiques » et « inondations » portée par la compétence GEMAPI **est un enjeu fort pour les années à venir afin d'apporter des solutions novatrices et intégrées à ces deux problématiques trop longtemps traitées de manière distincte.**

Les milieux aquatiques possèdent naturellement de nombreux atouts pour réduire le risque d'inondation. **Mettre à profit les caractéristiques naturelles des milieux** tout en rationalisant le recours au génie civil pour le limiter aux secteurs urbanisés, permet d'apporter une réponse judicieuse à la prévention des inondations et la préservation du bon fonctionnement des milieux aquatiques.

La solidarité entre l'amont et l'aval est l'une des clés essentielles pour réussir cette nouvelle gestion des rivières. Créer des champs d'expansion des crues, reculer des digues, renaturer les rivières, reconnecter les zones humides aux cours d'eau, limiter les ruissellements sont autant de solutions à combiner à l'échelle du bassin versant pour améliorer la gestion de nos rivières. Ensemble, ces actions constituent un levier efficace pour ralentir les écoulements, réduire les risques d'inondations, améliorer la qualité de l'eau et la biodiversité dans les milieux aquatiques.

Ces actions de restauration concourent à la protection des biens et des personnes pour les crues les plus fréquentes, d'aléa faible à moyen. Il n'est en effet pas possible de protéger complètement des zones exposées à des risques extrêmes uniquement en ayant recours à l'ingénierie écologique. **Ces principes doivent être considérés comme des outils complémentaires aux ouvrages de protection, permettant à la rivière aménagée de conserver un bon fonctionnement écologique conciliable avec la lutte contre les inondations.**

Pour mettre en œuvre cette gestion des rivières, la première étape consiste à effectuer une **évaluation globale et conjointe** des problématiques hydrauliques et morphologiques afin de s'assurer de la cohérence des interventions sur le bassin versant, et être en mesure d'envisager **plusieurs scénarios d'actions pour définir les solutions** adaptées aux enjeux de chaque territoire.

Nombre de collectivités se sont d'ores et déjà engagées dans cette voie et aujourd'hui, des premiers retours d'expériences dans les bassins Rhône Méditerranée et Corse comme à l'international sont disponibles.

L'objet de la présente note est de mieux faire connaître les solutions disponibles, éprouvées sur le terrain autour des trois grands principes suivant :

- Laisser plus d'espace à la rivière,
- Ralentir les écoulements de la rivière,
- Gérer l'eau par bassin versant.

Pour chacun de ces principes, la note présente le niveau d'aléa visé par l'action (probabilité d'occurrence d'une crue d'intensité faible, moyenne, forte), la nature des travaux à conduire, les bénéfices hydrauliques et environnementaux et des retours d'expériences. Les projets de restauration se basant sur un programme d'actions global, les études de cas sont souvent transversales et combinent plusieurs types d'actions.

En complément, une vidéo intitulée «Une nouvelle gestion des rivières arrive à l'heure de la Gemapi», réalisée par l'agence de l'eau et la DREAL, présente en 3'30 ces trois idées clés (www.eaurmc.fr/gemapi).

1 LAISSER PLUS D'ESPACE A LA RIVIERE

1.1 DECLOISONNER LA RIVIERE EN PRENANT EN COMPTE LES ENJEUX A PROXIMITE

ALEA
MOYEN



Depuis de nombreuses décennies, pour se protéger des inondations, les politiques d'aménagement (chenalisation, endiguement,...) ont corseté les cours d'eau afin d'évacuer plus rapidement les eaux vers l'aval.

Ce confinement et l'étroitesse des rivières au sein d'ouvrages de protection tels que les digues, suppriment toute possibilité d'expansion et donc un laminage des crues au sein du lit majeur.

Lorsque le contexte le permet, **l'arasement des digues** augmente les surfaces naturelles de rétention des eaux et **facilite la connexion avec les champs d'expansion des crues riverains**.

A défaut, au sein de secteurs à enjeux forts comme les zones urbanisées, **le recul de digue lorsqu'il est possible est une alternative pertinente alliant l'expansion des eaux et la protection rapprochée des populations**. En effet, les ouvrages tels que les digues sont fortement soumis à l'érosion. Ils nécessitent donc **une surveillance et un entretien souvent très coûteux** compte tenu du risque de brèche et de rupture. Face à ce constat, une solution adéquate peut être **l'éloignement des digues par rapport à la rivière**. Les aménagements nécessaires de protection sont de taille inférieure, les eaux et les sédiments peuvent circuler dans un espace élargi : le niveau de l'eau et la vitesse du courant sont ainsi réduits. Sollicitées uniquement en période de crue, les contraintes subies par les digues sont amoindries, tout comme les coûts d'entretien. A titre d'exemple, à Taninges (Haute-Savoie), le coût de la réfection de la digue actuelle des Thézières a été estimé à 3 M€ contre 1,2 pour un recul de l'ouvrage : soit une économie de près de 2 M€.

Parallèlement, en retrouvant un **fonctionnement naturel**, la rivière est en mesure de rendre à nouveau de nombreux **services** tels que l'épuration des eaux. En retrouvant une **dynamique latérale**, la rivière retrouve un équilibre sédimentaire et reconstitue ainsi de **nouveaux habitats pour la faune, sources de diversité écologique** : banc de graviers, caches sous berges, îlots...



Un exemple espagnol : le recul des digues sur l'Orbigo

Suite aux crues dévastatrices de 1995 et 2000, le ministère de l'agriculture et de l'environnement a initié un projet de restauration écologique de la rivière Orbigo sur 108 km, de sa source à la confluence avec la rivière Esla. **Les travaux ont été engagés en 2012 sur un premier tronçon de 23,5 km pour un budget de 3,1 M€** : suppression d'enrochements et de digues, recul de digues et restauration de **300 ha de zones inondables**. La restauration écologique de la rivière Orbigo est considérée comme l'un des projets les plus ambitieux de la Stratégie Nationale de Restauration des Rivières élaborée suite à la promulgation de la DCE.



Dès l'hiver 2013, ces aménagements ont prouvé leur efficacité : **aucun dommage enregistré suite à une nouvelle crue centennale**, équivalente à celles de 1995 et 2000. Cette première réussite a fait des petits. Aujourd'hui, 57 km de digues ont été supprimés sur les rivières du bassin du Duero et 5 km ont été déplacés en retrait du lit mineur de l'Orbigo.

Rivière Orbigo avant les travaux (en haut) et 6 mois après (en bas)

1.2 ACCROITRE LES CHAMPS D'EXPANSION DES CRUES POUR STOCKER L'EAU

Le fonctionnement naturel de la rivière varie au cours de l'année, entre des périodes de faible débit (étiage) et des épisodes de crue où la rivière sort de son lit mineur pour déborder dans le lit majeur. **Cette expansion des crues** au sein de secteurs non urbanisés ou peu aménagés permet de **limiter la violence et l'ampleur des inondations** en stockant l'eau, ralentissant les écoulements et en écrétant les pics de crues.



Les **annexes fluviales**, c'est-à-dire les zones humides en relation étroite avec la rivière (bras morts, prairies inondables...) sont des champs naturels d'expansion des crues. Les reconnecter avec la rivière est une solution efficace et nécessaire afin de créer des « **zones tampons** » où l'eau se stocke lors de crues.

Ces débordements sont également indispensables pour l'alimentation des nappes phréatiques, le soutien des débits d'étiage et le maintien de la biodiversité. En effet, les annexes fluviales ont un rôle prépondérant dans la reproduction d'espèces variées (oiseaux, batraciens) et sont de véritables nurseries et refuges pour de nombreux poissons.

D'autres secteurs peu urbanisés et peu aménagés, tels que certaines surfaces agricoles en bordure de rivière, terrains de sports, parcs urbains, casiers d'inondations... peuvent remplir le rôle de champs d'expansion des crues selon les territoires. Ces zones sont à mobiliser d'amont en aval pour écrêter les crues au fil de l'eau.

Un effet conjugué de renaturation sur le Vistre (30)

Suite aux lourdes opérations de recalibrage et de curage menées durant de nombreuses années, le Vistre s'est enfoncé de 1 à 2 m, créant des berges abruptes et conduisant à une perte de diversité des habitats.

En 2000, le syndicat mixte du bassin versant du Vistre a proposé un schéma d'intervention sur ce fleuve (à Bouillargues et Nîmes) et son affluent, le Buffalon. Il a mené différentes opérations : reméandrage et modification du lit de la rivière, végétalisation des berges et réhabilitation d'un ancien lagunage en zones humides. Au total, 4 km de cours d'eau et 6 ha de zones humides sont restaurés pour un coût de 2 M€.

Les riverains constatent le ralentissement des écoulements en période de crue grâce à l'effet conjugué du reméandrage, des boisements rivulaires et à cette nouvelle capacité de stockage des eaux de 40 000 m³. **Lors de la crue notable de 2005, aucun dégât n'est observé dans les secteurs aménagés, montrant ainsi la réussite du projet.**

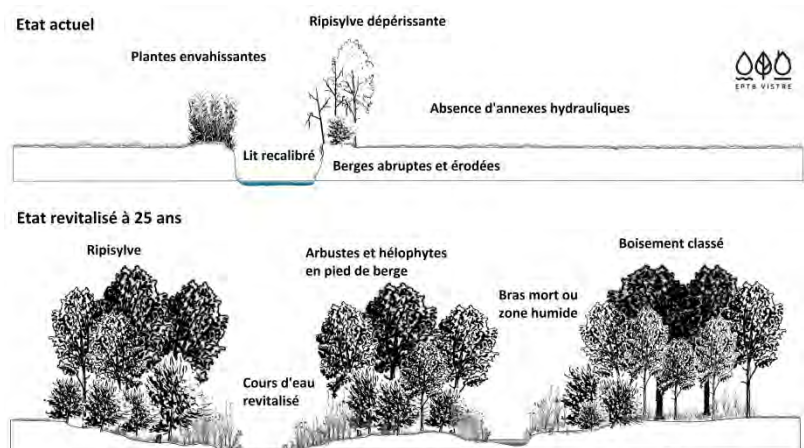


Schéma de principe de la restauration du Vistre avant et après travaux, EPTB du Vistre

Une petite zone humide au cœur d'un projet urbain à Chanas (38)

Pour valoriser une ancienne peupleraie en zone humide, la commune de Chanas a élaboré un **aménagement conjuguant paysage, biodiversité et prévention des inondations**.

Entre 2008 et 2009, le lit du Lambroz est redessiné et 2 seuils sont modifiés pour favoriser les débordements dans la zone humide de 2 ha. A l'automne 2014, un affaiblissement de l'intensité des crues est constaté et aucune maison n'est inondée grâce à ce champ d'expansion.

La commune a souhaité également reconverter une partie de cette zone humide en espace de découverte de la nature accessible aux habitants par un sentier paysager. Cet aménagement multi-objectif s'est élevé à un peu plus de 600 000 euros.



Aménagement d'un quai paysager aux abords du Lambroz avec vue sur la zone humide, CAUE de l'Isère

1.3 RATIONALISER L'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES CRUES

L'édification de digues sur berges sur de longues portions supprime toute possibilité d'écrêtement des crues au sein de surfaces non vulnérables, et empêche la rivière de dissiper naturellement son énergie. Le risque d'inondation est alors accru, notamment en aval, du fait de l'artificialisation généralisée de la rivière. Si ces aménagements sont réalisés sur de grands linéaires, ils engendrent également des dégradations morphologiques de la rivière (déficit sédimentaire, incision du lit, etc.) pouvant provoquer à leur tour de graves problèmes en période de crue (dégradation des berges, déstabilisation des ouvrages d'art, etc.).



Il est primordial de **rationaliser le recours au génie civil** à l'échelle du bassin versant. L'implantation des ouvrages de protection doit se limiter aux secteurs où la vulnérabilité des populations le justifie, plutôt que de manière systématique. **Ceci permet de sécuriser un secteur tout en évitant d'augmenter le risque d'inondation à l'aval.** Cette approche contribue à **maintenir un espace de bon fonctionnement** pour la rivière. Cet espace comprend : le lit mineur, l'espace de mobilité, les annexes fluviales, tout ou une partie du lit majeur (espace situé entre le lit mineur et la limite de la plus grande crue historique répertoriée) dans lequel les champs d'expansion naturelle des crues s'expriment. Cet espace a un rôle essentiel dans la vie aquatique, l'équilibre sédimentaire, la limitation des transferts de polluants, et le stockage des écoulements.

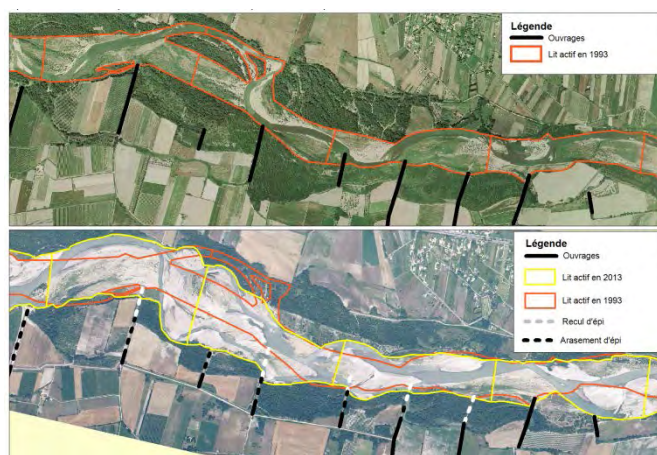
Ainsi, l'implantation d'ouvrages de protection au plus proche des populations, dite de **protection rapprochée**, renforce la plus-value apportée par une implantation raisonnée des aménagements, en garantissant la protection des populations sans contraindre de manière excessive les eaux de la rivière.

La restructuration d'épis pour un nouvel espace de mobilité de la Durance (13)

Naturellement, la Durance est une rivière en tresse présentant une mobilité latérale importante. Néanmoins, cette divagation est contrainte par une série d'épis transversaux conçus pour la protection des terres agricoles. Ces aménagements ont montré leur inefficacité lors des grandes crues de 1994, avec de nombreuses surverses dans les parcelles riveraines et de brutales ruptures d'épis.

Le programme de restauration mis en œuvre par le Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance dès 1997 sur les communes de La Roque d'Anthéron, Charleval et Mallemort porte sur le recul de 100 à 200 m et l'arasement d'une dizaine d'épis, tout en conservant une ligne de protection contre les inondations en retrait. La largeur de la bande essartée pour maintenir le libre écoulement des eaux a été portée de 250 à 350 m.

Entre 1997 et 2013, la largeur du lit actif de la Durance a augmenté de 40 % sur 4 km, soit un gain effectif en espace de mobilité de 50 ha. Ces aménagements ont permis d'abaisser les lignes d'eau en crue et d'assurer un niveau de protection cinquantennal pour les secteurs habités situés en arrière de la ligne de défense.



Evolution du lit de la Durance après recul des épis, SMAVD

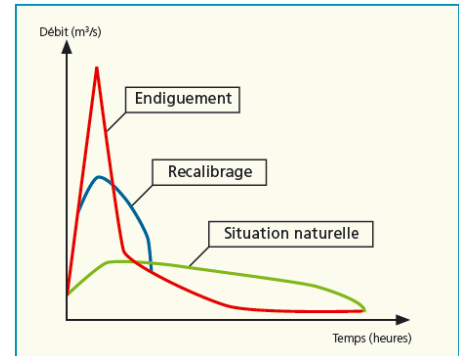
2 RALENTIR LES ECOULEMENTS DE LA RIVIERE

2.1 RESTAURER LE CARACTERE NATUREL DE LA RIVIERE POUR DISSIPER SON ENERGIE

ALEA
FAIBLE

Les opérations de chenalisation des rivières (recalibrage, rectification, endiguement et extraction) ont pour **objectif d'accélérer les eaux pour les évacuer plus rapidement vers l'aval**. Pour mémoire, près de 50 % des cours d'eau du bassin Rhône Méditerranée ont subi ce type de pressions. Ces techniques ont montré leurs limites : en accélérant les eaux, le pic de crue augmente et la puissance de l'eau peut alors causer des inondations brutales et de graves dommages en aval. Par contre, le débit d'une rivière en bon état augmente plus faiblement et reste constant plus longtemps.

Restaurer le caractère naturel de la rivière, est donc **un enjeu majeur pour qu'elle puisse contribuer à cet amortissement des eaux**. Le profil naturellement sinueux et rugueux du lit permet de dissiper son énergie, faciliter les débordements dans les annexes fluviales et les champs d'expansion de crues. Parallèlement, cela améliore les capacités épuratoires de la rivière, les échanges avec la nappe alluviale, la biodiversité.



Effet négatif de la chenalisation sur l'hydrogramme de crue, Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg

La renaturation du Drugeon à la ville comme à la campagne (25)



Depuis 20 ans, de vastes travaux de reméandrage sont engagés sur le Drugeon. Cependant, dans les traversées des villages tels que Bonnevaux et Bouverans, le cours d'eau a conservé un tracé rectiligne, enroché, très inhospitalier pour la vie aquatique. Les travaux entrepris en 2013 par le Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut Doubs ont pour objectif de diversifier les habitats (reméandrage, pose de blocs) et réduire la largeur du cours d'eau

afin de maintenir un niveau d'eau suffisant en étiage pour la vie aquatique. Dans les secteurs sensibles aux inondations, la réduction du lit est compensée par la création d'un lit intermédiaire « moyen » dans lequel l'eau s'écoule lors de débits importants. C'est le principe des « lits emboîtés ». Les hauteurs des eaux ont ainsi baissé dans des secteurs où les habitants étaient inondés avant les travaux. Le coût des travaux est de 1 M€ pour 4,5 km restaurés.



Le principe des lits emboîtés à Bouverans, SMMAH

Restauration de l'Yzeron au cœur d'un paysage urbain (69)



Après 6 épisodes de crues importantes en 10 ans (décennale à trentennale), il est apparu essentiel d'élaborer un plan de lutte contre les inondations du bassin de l'Yzeron. Ce projet qui se veut ambitieux, allie dans des espaces urbains denses (Charbonnières-les-Bains, Oullins,...) des objectifs de protection contre les inondations et de restauration écologique sur 4,5 km de cours d'eau.



Après la renaturation du Charbonnières (affluent de l'Yzeron), les grands travaux ont été engagés à Oullins en mars 2014 par le Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Yzeron, du Ratier et du Charbonnières. La cunette béton qui artificialise la rivière depuis près d'un siècle a été supprimée, le lit élargi et les berges consolidées et végétalisées (50 arbres et 2000 arbustes plantés) malgré les contraintes hydrauliques. Ces travaux d'envergure, d'un montant de 7,4 M€, dont 6,1 M€ concourant à la restauration écologique, permettent de faciliter l'écoulement des crues trentennales par débordement, tout en redonnant une nouvelle richesse écologique au cours d'eau et un cadre de vie paysager pour les habitants avec 1,1 km de promenades créées en bord de rivière.

Restauration de l'Yzeron à Oullins, SAGYRC

2.2 LAISSER LES SEDIMENTS CIRCULER

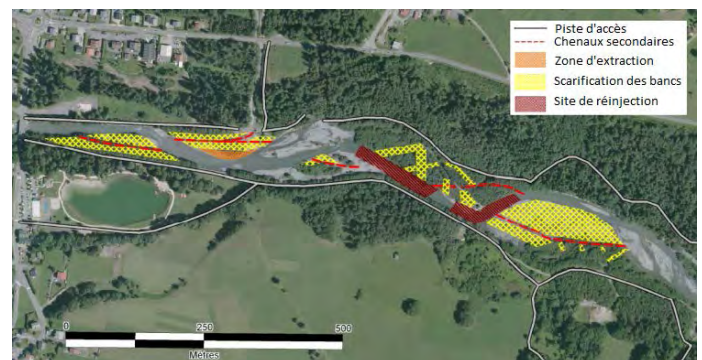
Une rivière est un milieu dynamique et mobile, au sein duquel l'eau et les sédiments (bancs de galets, graviers) recherchent constamment un équilibre. **Les érosions et les atterrissements sont des manifestations naturelles du bon fonctionnement de la rivière.** En effet, le transport des sédiments permet à la rivière de consommer de l'énergie. Coté milieux, les flux sédimentaires (reprise/dépôt) sont à l'origine de milieux neufs. Plus l'hétérogénéité des habitats est grande plus la diversité des espèces s'accroît. Leur résistance est alors meilleure pour lutter contre les bouleversements (pollutions, changement climatique, crues, etc.).

Du fait de l'aménagement excessif du lit et des berges de la rivière, l'équilibre entre l'eau et les sédiments est fragilisé. Les phénomènes d'érosion et de dépôt s'accroissent et peuvent devenir problématiques pour les usages en bord de rivière. Le creusement du fond du lit (appelé incision) entraîne un affouillement et une déstabilisation des digues, augmentant significativement le risque d'inondation. Les atterrissements, notamment lorsqu'ils se fixent et se végétalisent, peuvent rehausser le niveau de l'eau. Lorsqu'ils sont localisés à proximité de secteurs à risque, des opérations de « scarification » sont nécessaires. Dans ce cas, le retour des sédiments à la rivière est à privilégier pour garantir un équilibre sédimentaire sur l'ensemble du linéaire.

Une étude globale du fonctionnement sédimentaire s'avère indispensable pour définir les secteurs sur lesquels des interventions sont nécessaires. Des opérations à court terme sont sources de nombreux dysfonctionnements. **Un plan de gestion sédimentaire intégré à l'échelle du bassin versant est alors indispensable.**

Remobilisation des sédiments sur le Giffre (74)

Entre le seuil de Vernay et la confluence de la Valentine (74), le Giffre tend vers une chenalisation et une incision du lit de 1,5 m qui diminuent le champ d'expansion des crues et favorisent la fixation des bancs alluviaux par la végétation. La très forte productivité de la Valentine a conduit à la formation d'un cône de déjection dans le lit du Giffre qui réduit sa largeur d'écoulement et engendre des débordements. Ces travaux, entrepris par le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords sur 2 km du Giffre en 2013, portent sur 3 grands axes : l'évacuation de 1 200 m³ de sédiments à la confluence de la Valentine ; le recréusement de chenaux dans les terrasses pour remobiliser les matériaux par la crue suivante ; la dévégétalisation des berges pour faciliter leur érosion et une reprise sédimentaire par la rivière. Le coût de l'opération est de 180 000 euros. **Cet espace de mobilité plus large favorise la dissipation de l'énergie du Giffre et concourt ainsi au ralentissement des débits de crues, à un équilibre sédimentaire et la réduction des pressions hydrauliques sur les enjeux riverains.** Suite à la crue de mai 2015, le lit s'est totalement réajusté avec reprise des matériaux issue des secteurs dévégétalisés et un apport important de la Valentine sous forme de lave torrentielle.

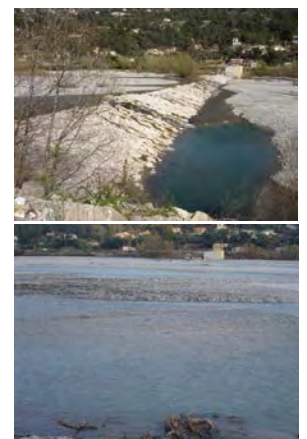


Opérations de restauration sur le Giffre entre Samoëns et Morillon, SM3A, Orthophoto IGN et RGD 74

Abaissement des seuils de la basse vallée du Var (06)

En 40 ans, l'extraction de 50 millions de m³ de sédiments a entraîné un creusement du lit, la baisse du niveau de la nappe souterraine et l'assèchement de nombreux puits. Onze seuils ont alors été aménagés entre 1971 et 1986 pour arrêter l'enfoncement. Depuis, les alluvions s'accumulent dans les retenues des seuils augmentant ainsi la ligne d'eau à l'origine de débordements. Ces seuils ont transformé la morphologie du Var passant d'un torrent de montagne aux écoulements en tresses à une succession de plans d'eau favorisant le développement de forêts alluviales augmentant les risques d'inondation.

La première phase de travaux portée en 2011 et 2012 par le Conseil départemental des Alpes Maritimes concerne l'abaissement d'environ 2 m des 2 seuils amont pour un montant de 3,6 M€. L'opération préservera la zone industrielle de Carros-Le Broc (600 entreprises) d'une crue centennale. Aujourd'hui, le Var a rétabli son profil d'équilibre et le transit des alluvions vers l'aval s'est accéléré. Ce nouvel équilibre permet de restaurer le fonctionnement en tresse du Var et sa mosaïque d'habitats naturels (bancs de galets, milieux ouverts, roselière) propice à la biodiversité et notamment aux oiseaux. **Cette nouvelle dynamique fluviale réduit en outre les interventions humaines pour entretenir la végétation.**



Seuil du Var avant et après travaux, Conseil départemental 06

2.3 REPLANTER LA VÉGÉTATION DES BERGES POUR FREINER L'EAU



La végétation typique des bords de cours d'eau **diminue la vitesse du courant**. La végétation « souple », qui est couchée par la force de l'eau, protège les terrains de l'érosion. La végétation plus « rigide », quant à elle, peut constituer de véritables « peignes » qui bloquent les bois-morts venant de l'amont. Le système racinaire participe à la consolidation des berges limitant ainsi les pertes de terrain par effondrement aux droits des biens et des personnes. Il constitue une alternative au génie civil. Pour cela, il est essentiel de privilégier des espèces caractéristiques de ces milieux telles que les saules et les aulnes qui, à l'inverse d'espèces ayant un système racinaire traçant et peu profond (peuplier hybride, robinier faux-acacia...), présentent une résistance suffisante pour rester en place lors des crues.

Ces mêmes racines, en absorbant les éléments minéraux, filtrent et épurent l'eau polluée (produits phytosanitaires, engrais, etc.) ruisselant vers la rivière. La végétation des berges, grâce à l'ombre qu'elle procure, rafraîchit l'eau de la rivière favorable à la faune piscicole. Ce service rendu par la végétation permet aussi de prévenir le phénomène d'eutrophisation, c'est l'une des mesures phares du plan de bassin d'adaptation au changement climatique.

Les bois morts en rivière ont un grand intérêt écologique en créant de nouveaux habitats pour de nombreuses espèces. Toutefois, ils sont parfois à l'origine d'embâcles qui, une fois formés, s'accumulent dans des secteurs stratégiques pour la circulation des eaux de crue (pile ou arche de pont par exemple). Le réflexe serait alors de vouloir supprimer tous les boisements présents en bord de rivière. Néanmoins, la perte de rugosité et la déstabilisation des berges ne peuvent qu'augmenter la dynamique de la crue et les dommages associés.

Pour permettre à la végétation de remplir pleinement ses fonctions sans être à l'origine d'obstacles, il est fondamental de mener une réflexion à l'échelle du bassin versant et de dimensionner les interventions sur la végétation selon les enjeux humains et économiques.

La suppression des arbres ne doit pas être systématique mais bien justifiée par un risque d'obstruction des écoulements de la rivière aux droits des habitations et ponts. C'est pourquoi, un plan de surveillance et d'entretien établi sur le long terme et adapté à chaque secteur, doit être défini à l'échelle du bassin versant.

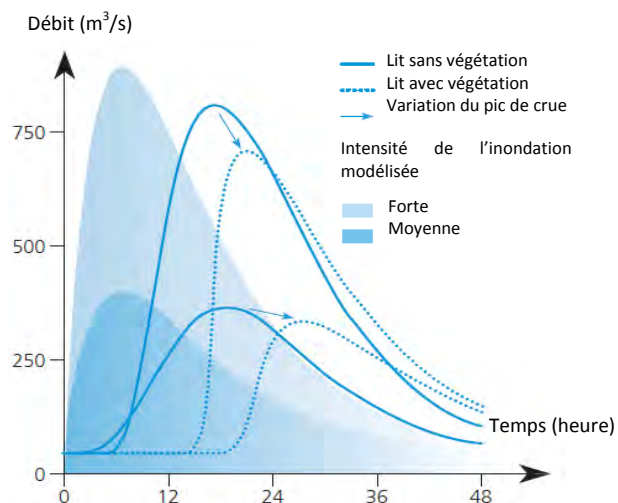


Accumulation d'embâcles, Lamalou-les-Bains (34)

Rôle de la ripisylve et régulation de crue sur la rivière Murrumbidgee (Australie)

Ce graphique correspond à la simulation du comportement de 2 crues d'intensités moyenne et forte sur un linéaire de 50 km avec ou sans végétation.

Cette modélisation confirme qu'en augmentant la rugosité du sol, la végétation permet de retarder l'inondation et d'atténuer le pic de crue. L'effet de cette atténuation est d'autant plus important lorsque l'intensité de la crue est élevée.



Effet de la ripisylve sur la régulation des crues, Brett Anderson

3 GERER L'EAU PAR BASSIN VERSANT

3.1 MOBILISER LES CAPACITES DE RETENTION DE L'EAU SUR L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT

Pour freiner les écoulements dans la rivière, toutes les capacités de rétention des milieux sont à mobiliser sur l'ensemble du bassin versant. En effet, les eaux de pluie qui ruissellent et atteignent le cours d'eau sans pouvoir s'infiltrer sont déterminantes dans l'augmentation des débits. Favoriser leur infiltration dans le sol de l'amont à l'aval, est une solution clé pour limiter l'impact des crues. **Plusieurs leviers existent.**



Sur les versants, **des pratiques agricoles adaptées et la végétation (boisement, prairies, haies) permettent d'intercepter l'eau de pluie avant qu'elle ne s'écoule vers la rivière.** Le boisement est un type d'occupation du sol efficace, grâce notamment à la litière qui couvre les sous-bois et à la porosité du sol qui favorisent l'infiltration de l'eau. La replantation de réseau de haies permet également une infiltration de l'eau, limite la concentration des écoulements et les coulées de terre.



En milieu urbain, l'imperméabilisation des sols augmente significativement le ruissellement. Ainsi, créer ou restaurer des surfaces végétalisées (parcs urbains, toitures végétalisées) et favoriser des revêtements perméables (dalles à trous, pavés perméables) sont autant de techniques qu'il convient de généraliser.



Le « petit chevelu » des têtes de bassin versant représente près de 70% du linéaire de cours d'eau présent sur le territoire. **Ces têtes de bassin versant sont primordiales dans le fonctionnement du cycle de l'eau.** Restaurer leur caractère naturel, préserver et restaurer les **zones humides de l'ensemble du bassin versant** (marais, tourbières, prairies...) sont des actions efficaces pour recevoir les eaux de pluie, limiter le « gonflement » des rivières et tamponner les inondations.

A Montpellier (34), un aménagement urbain pour freiner les eaux pluviales

La ville de Montpellier projette la création de noues et de bassins de rétention pour retenir l'eau sur son campus universitaire. Sur le site du CNRS, l'opération représente un stockage de 18 000 m³ pour une surface de 3,8 ha et permet d'abaisser le débit de pointe de 7 à 3 m³/s lors d'une crue décennale. L'ensemble du projet vise une rétention totale de 27 000 m³ pour un montant de 2,7 M€ : solution nettement moins chère qu'un surdimensionnement des réseaux et bassin de rétention enterré en génie civil estimé à 50 M€. Plus économique, cette solution offre également l'avantage d'améliorer le cadre paysager du campus, de préserver le quartier des crues les plus fréquentes et de ne pas renvoyer les excédents d'eau plus en aval.



Gestion des eaux pluviales sur le campus, CNRS

Redonner une valeur aux zones humides de tête de bassin (11)

Situé dans les Pyrénées, la forêt de Bac de Pégulier a la particularité de posséder une trentaine de tourbières représentant une superficie totale de 9 ha et une capacité de rétention de 40 000 m³ d'eau. Dans les années 1960, les opérations de drainages associées à la plantation d'épicéas en forte densité ont asséché les zones humides.

Conscient de son intérêt pour la biodiversité et la régulation des eaux en tête de bassin versant, le département de l'Aude a acheté les parcelles dans le cadre de sa politique d'Espaces Naturels Sensibles. Pour mémoire, **le volume d'eau stockée dans toutes les zones humides de la haute Vallée de l'Aude est estimé à 19 millions de m³.** La priorité du plan de gestion du site est la réouverture des tourbières. Le principe est de retirer les arbres dont la présence est défavorable aux zones humides et leurs fonctionnalités. Pour ne pas les dégrader, le débardage est effectué par des chevaux. Une première phase de travaux a été engagée en 2014 sur 1,44 ha de tourbières et 1 ha de bords de cours d'eau pour un montant de 58 400 euros.



Tourbière boisée et réouverte, Conseil départemental de l'Aude

3.2 ETUDIER PLUSIEURS SCENARIOS D'ACTION POUR ADOPTER LE MEILLEUR

Pour cette gestion des rivières, il est essentiel d'engager des études globales prenant en compte **les différents volets hydrauliques, écologiques et économiques**. Il faut désormais s'affranchir des approches trop sectorielles, segmentées qui ne répondent pas aux enjeux de la gestion de l'eau et des crues. Le but de ces études est d'établir un état des lieux précis de la situation initiale, **d'optimiser le capital « rivière »**, afin de faire ressortir les priorités d'action apportant une réponse globale en termes de sécurité des populations, de restauration et de préservation des milieux.

Comparer plusieurs scénarios d'action selon les objectifs hydrauliques et écologiques fixés préalablement, est indispensable afin d'évaluer leur efficacité et leur incidence sur les milieux aquatiques. Leur élaboration permet d'envisager plusieurs alternatives, en fonction de critères établis tels que l'occupation du sol, le niveau de protection recherché, les gains écologiques attendus, les coûts de mise en œuvre et d'entretien. A ce titre, l'analyse économique des scénarios d'actions envisagés permet de faciliter et d'objectiver la prise de décision.

Ainsi, tout projet ambitieux doit donc analyser les différentes options dont dispose le territoire pour laisser plus d'espace à la rivière et freiner les écoulements à l'échelle du bassin versant. Il s'agit donc bien de comparer entre eux les scénarios d'action dans leur ensemble, et non chacune des actions prises individuellement.

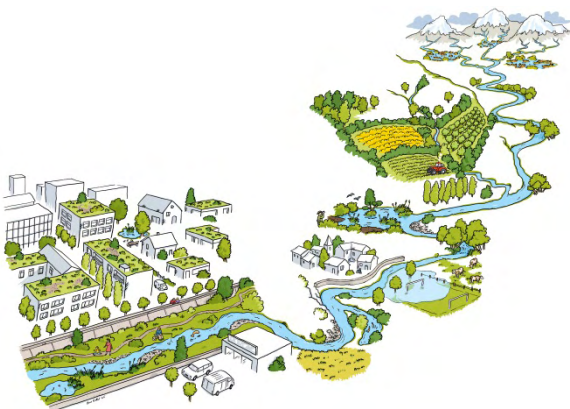
Etude hydrologique, morphologique et hydraulique de la Garde (83)

Sur le cours d'eau de la Garde, des remblais disposés dans le lit majeur du cours d'eau, privent la rivière de zones d'expansion de crues et entraînent des inondations sur la rive opposée. Des ouvrages de protection contre les inondations devenus obsolètes et réalisés trop proche du cours d'eau sont également en cause. La communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez a donc souhaité lancer une vaste étude afin de rétablir le bon fonctionnement de la Garde. Pour se faire, 2 scénarios d'aménagement ont été étudiés : comparaison de l'efficacité hydraulique et morphologique des 2 variantes, de la vulnérabilité des enjeux dans la zone d'incidence et analyse des « coûts-bénéfices ». Cette démarche facilite la décision des élus. D'un montant de 5 M€ (dont 3 consacrés à la restauration), les aménagements permettront la suppression totale des débordements dans les lieux habités pour des crues vicennales et préserveront la zone d'activité des crues cinquantennales.



La Garde à Grimaud, Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez

3.3 CONSOLIDER LA SOLIDARITE ENTRE L'AMONT ET L'AVAL DU BASSIN VERSANT



Aujourd'hui, l'échelle du bassin versant est la plus pertinente pour une gestion efficace des milieux aquatiques et la prévention des inondations. **Toute solution est à éprouver au regard de son bénéfice à l'échelle de la rivière** car des interventions ponctuelles inadaptées peuvent avoir des conséquences en amont comme en aval (érosions, obstacles à l'écoulement, ...). Depuis plus de 20 ans, cette gestion de l'eau par bassin versant est un acquis dans les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. La nouvelle compétence GEMAPI est l'opportunité de la consolider en traitant de manière intégrée la prévention des inondations et la préservation des milieux aquatiques. Cette nouvelle gestion des rivières répond aussi à un objectif de répartition équitable des responsabilités et des efforts entre les différents territoires concernés.

Pour ce faire, des réflexions globales sont à engager, tant sur le plan thématique que sur le plan spatial. Elles sont à initier dans le cadre d'un SAGE, d'un contrat de rivière, d'un PAPI... L'élaboration de ces stratégies offre l'opportunité à la fois d'établir un diagnostic global des enjeux et de définir des priorités d'actions sur la base d'une démarche concertée à une échelle cohérente.

Pour être efficace, cette réflexion doit pouvoir être portée à l'échelle du bassin versant, par des structures comme les syndicats de rivière, les EPTB¹ et les EPAGE². En effet, ces structures de bassin construisent la solidarité amont-aval et assurent une gestion cohérente de l'eau pour, entre autres, garantir la protection des populations face aux inondations tout en améliorant l'état et le fonctionnement des milieux aquatiques.

¹ EPTB : Etablissement Public Territorial de Bassin

² EPAGE : Etablissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux

POUR UNE NOUVELLE GESTION DES RIVIÈRES À L'HEURE DE LA GEMAPI

TOME 1 : Les grands principes

« Aujourd'hui chacun demande une digue, quitte à rejeter l'eau sur son voisin. Or, le système des digues n'est qu'un palliatif ruineux pour l'État, imparfait pour les intérêts à protéger ». Dès 1856, Napoléon III soulignait les limites des digues: report de l'inondation à l'aval, rupture par absence d'entretien des ouvrages, oubli du risque... Et ces aménagements perturbent le bon fonctionnement des rivières utile pour la recharge des nappes, la dépollution des eaux et la vie aquatique.

Études et premiers retours d'expériences montrent que restauration des rivières et protection contre les inondations sont non seulement compatibles mais également complémentaires pour gérer les crues faibles à moyennes. Des solutions innovantes existent, elles sont présentées dans cette note autour de 3 idées clés: laisser plus d'espace à la rivière, ralentir les écoulements de la rivière et gérer l'eau par bassin versant qui est la seule échelle de travail pertinente pour les cours d'eau.

Cette nouvelle gestion des rivières repose sur une évaluation globale des problématiques hydrauliques et morphologiques, et des grands enjeux du bassin versant. L'objectif est de conjuguer les efforts et de définir les scénarios d'actions les plus adaptés aux territoires. Ces réflexions sont à initier dans le cadre d'un SAGE, d'un contrat de rivière, d'un PAPI... Le portage par des syndicats de bassin versant dotés de la nouvelle compétence GEMAPI apparaît donc ici comme le plus adapté.