

1. PRINCIPES D'AMENAGEMENT

1.1. Objectifs du programme de restauration et de gestion

1.1.1. Problèmes et enjeux actuels

La crue de Novembre 1994 a mis en évidence les risques importants liés au Verdon et à ses affluents.

Plusieurs secteurs homogènes peuvent être identifiés :

- L'amont du Seignus. Le Verdon est très encaissé et à forte pente. La seule zone urbanisée est la station de la Foux.
- La traversée d'Allos où la vallée s'élargit et la superficie du bassin versant augmente considérablement. Les principaux problèmes dans cette zone urbaine ou périurbaine sont les suivants :
 1. Cône de déjection des torrents (Bouchiers et Chadoulin).
 2. Canalisation du Verdon au droit de la zone de Loisir.
 3. Endiguement en aval du confluent avec le Chadoulin et le long de la station d'épuration.
- Les gorges entre l'aval d'Allos (le Déroit) et Colmars. Les principaux risques concernent des érosions ponctuelles du talus du C.D. 908.
- La zone de divagation très homogène qui s'étire de Colmars à Thorame Haute. Le Verdon y reçoit des torrents importants (Lance, Chasse, torrent de S^t Pierre...) et ses divagations sont généralement limitées en rive droite par des protections en enrochements. De nombreuses constructions relativement récentes (C.D. 908 compris) sont menacées par les crues du Verdon. Les risques sont d'autant plus importants que les affluents sont susceptibles d'apporter de grandes quantités de matériaux et engravent le lit du Verdon. Les rétrécissements au niveau du confluent Lance - Verdon rendent l'aménagement de ce site périurbain particulièrement difficile.

Les risques de débordement des torrents sur leur cône (Lance - Chasse) sont importants et menacent de nombreuses constructions.

- Les gorges rocheuses entre Thorame Haute et l'aval du confluent avec l'Ivoire. Le substratum est exceptionnellement affleurant. Les risques de débordement sont nuls et les problèmes d'érosion très ponctuels.
- Enfin, le Verdon divague largement en amont du lac de Castillon. La tendance au dépôt en queue de retenue est réduite par des extractions importantes dans le lit.
- L'Issole. Largement indépendant du Verdon, cet affluent draine une zone de moyenne montagne peu peuplée. Les principaux enjeux sont les zones urbaines de Château Garnier et S^t André ainsi que le C.D. 2. Par ailleurs, il s'agit d'un cours d'eau présentant des potentialités piscicoles particulièrement importantes qui méritent d'être préservées.

1.1.2. Objectifs

Le programme d'aménagement et de gestion répond aux objectifs suivants :

1. La protection contre les crues. La nature des biens à protéger sera prise en compte et les protections de berge seront limitées aux seules zones urbanisées et aux infrastructures routières principales.
2. La maîtrise du transport de sédiments en particulier au niveau des confluent et dans les zones fortement aménagées.
3. La préservation et la mise en valeur des espaces riverains.

1.2. Scénario d'aménagement

Les différents scénarios d'aménagement par secteurs sont les suivants :

- L'amont du Seignus. L'absence de menace sur les propriétés riveraines ne justifie pas, sauf très localement, d'intervention. La priorité doit être donnée à la préservation du milieu et une restauration d'un lit plus large et plus paysager dans la traversée de la Foux.
- La traversée d'Allos par le Verdon et ses affluents. La priorité est la défense des constructions contre les risques d'inondation et surtout d'érosion par le rétablissement d'un lit plus naturel et plus large permettant une restauration de la dynamique des cours d'eau (Verdon, Chadoulin et Bouchier). Il est également souhaitable de renforcer la qualité paysagère des cours d'eau dans ce site très touristique. Au niveau des confluent, la restauration de l'espace de divagation des torrents et du Verdon doit être recherchée.
- Les gorges entre l'aval d'Allos (le Détroit) et Colmars. Sur cette zone sans enjeux importants, on se limitera à un nettoyage du lit.
- La zone de divagation très homogène qui s'étire de Colmars à Thorame Haute. Etant données les nombreuses implantations dans le lit majeur et les risques importants de débordement (augmentés par les dépôts dans le lit du Verdon), la priorité doit être donnée à la protection contre les crues. Ces aménagements prendront en compte la nécessité de préserver ou de recréer une large bande alluviale afin de réduire l'amplitude des variations du fond. D'autre part, il semble essentiel de limiter les interventions à la défense de l'existant et d'éviter toute emprise dans le lit, et de toujours confronter le coût des protections et celui des biens défendus.
- Les gorges rocheuses entre Thorame Haute et l'aval du confluent avec l'Ivoire. Aucune intervention n'est nécessaire.
- La zone de divagation en amont du lac de Castillon. La principale intervention dans cette zone consiste à y réaliser régulièrement des curages afin d'éviter l'exhaussement du lit du Verdon - et de l'Issole - au droit de S^t André. D'autre part, des protections ponctuelles contre les érosions des berges doivent être prévues.
- L'Issole. Des interventions ponctuelles, aux impacts très limités, sont proposées pour réduire les phénomènes érosifs.

1.3. Opportunité de plans d'alerte

L'opportunité des plans d'alerte doit être examinée en considérant :

- La nature des phénomènes et des risques.
- Le déroulement des phénomènes et les délais disponibles pour l'alerte.
- Les organismes chargés de gérer l'alerte et de prévenir les collectivités et les gestionnaires d'infrastructures publiques et privées.

1.3.1. La nature des phénomènes et des risques

Il faut tout d'abord cerner les phénomènes susceptibles de mettre en danger la sécurité des riverains et de leurs biens. Nous distinguerons pour cela :

- Les **rivières torrentielles** : soit essentiellement le Verdon à l'aval d'Allos et l'Issole. Les désordres hydrauliques sont :
 - l'inondation simple,
 - l'inondation par surverse et rupture des digues,
 - l'inondation par érosion latérale et destruction de digues,
 - l'érosion et la destruction des voies de communication.
 - l'affouillement et la destruction de l'habitat.

La variation des lits et les dépôts alluvionnaires y sont observés, mais restent lents devant les variations de niveau. Une variation du fond de 1 mètre nécessite plusieurs heures.

- Les cônes de déjection de **torrents majeurs** : soit essentiellement les cônes du Bouchier, du Chadoulin, mais surtout ceux de la Lance et de la Chasse. Par rapport aux rivières torrentielles, les phénomènes ne sont pas de nature différente. La différence concerne l'importance et la concentration des apports en matériaux. La variation des fonds est rapide, la concentration en matériaux pouvant être de 1 % à 4 % de l'apport liquide. Une variation des fonds de 1 mètre ou plus s'effectue dans l'heure.
- Les **torrents** : les dépôts de laves torrentielles - ou de charriage torrentiel - peuvent se produire en quelques minutes sur un à plusieurs mètres, les conséquences les plus notables concernent les voies de communication.

Les bassins concernés susceptibles de provoquer des dommages sont heureusement peu nombreux. On peut citer de manière non exhaustive :

- Le Ravin de Ribions,
- Le Ravin de Tronchon,
- le Ravin du Chastelas,
- Le ravin de la Pinatelle,
- Le Ravin de Serpignier.

Disons tout de suite que la taille de ces bassins ne permet guère d'envisager une alerte. Les phénomènes générateurs peuvent être des orages ponctuels, localisés à quelques kilomètres carrés et à un seul versant. Le délai disponible entre l'averse génératrice et le dommage peut être réduit à une quinzaine de minutes.

La densité des appareils capables de déceler un épisode orageux ponctuel est prohibitive, tant en termes d'investissement que de gestion et maintenance.

En regard de cette description des phénomènes, il faut placer les risques en termes de sécurité des personnes et des biens : les risques majeurs concernent principalement les campings et les voies de communication.

1.3.1.1. Les campings

Le risque principal concerne les campings, car ils peuvent représenter des concentrations humaines rendant plus difficile la gestion de l'annonce et de l'évacuation : c'est incontestablement là que doit être entreprise l'action principale.

On pourra objecter que les périodes de crue concernent essentiellement l'automne et le début de l'hiver. Cette affirmation doit être nuancée.

Le mémoire de Carzon (1957) cite en effet les événements suivants à Quinson :

8-12	Septembre	1651		Grands dégâts
	Septembre	1860	650 m ³ /s	
	Août	1863	484 m ³ /s	
10	Juin	1903	703 m ³ /s	Crue maximum printemps
21	Mai	1917	700 m ³ /s	

Ces données intègrent l'effet du bassin aval : si l'on considère le bassin à l'amont de Colmars, on est tenté de le comparer aux données du bassin proche de l'Ubaye à Barcelonnette.

Sur ce bassin, on note que les deux principaux événements sont les crues du 14 Juin 1957 et du 24 Septembre 1920. Or Carzon cite la crue de Septembre 1920 comme une forte crue à Allos et EDF attribue un débit de 270 m³/s à la crue du 14 Juin 1957 au pont de Méouilles, la majeure partie de cette crue s'étant formée en amont de Colmars.

Pour la période récente, il faut citer l'orage de Septembre 1994 sur le Chadoulin, comparable sur ce torrent à la crue de Novembre 1994.

Sur l'Issole, Les mesures suivantes nous ont été communiquées par la DIREN :

12	Août	1911	67 m ³ /s
29	Mai	1917	71 m ³ /s
24	Septembre	1920	42 m ³ /s
21	Juin	1932	60 m ³ /s

Là encore, les risques de crues durant la période estivale ne peuvent être négligés.

Le risque sera très différent d'un camping à l'autre, car il dépend de la rapidité de l'invasion et de la facilité de la "retraite" : il est maximum pour le camping de Beauvezer, par suite du risque de rupture ou d'érosion de la digue, et reste fort pour le camping de Villars Colmars, où l'inondation se développe par l'amont et moins important pour le camping de Colmars au pont de la Bussière, ainsi qu'à Thorame Basse, où l'évacuation est facile et sans vrai danger.

1.3.1.2. Les voies de communication

Le risque majeur est celui d'un effondrement de la chaussée sous l'effet de l'attaque de la berge. Ce risque concerne le C.D. 908, tant en amont qu'en aval de Colmars et le C.D. 2 le long de l'Issole. Il peut être associé à une légère submersion qui peut tromper de nuit un conducteur non averti, croyant traverser une nappe d'eau de faible épaisseur.

La Subdivision de l'Équipement a normalement en charge l'avertissement des usagers. La mise en œuvre d'une alerte peut aider ce service à déclencher ses actions plus rapidement.

1.3.1.3. L'habitat

Les zones les plus menacées se situent sur les cônes de déjection de la Lance et de la Chasse, principalement sur ce dernier tant que les aménagements proposés par ailleurs n'auront pas accru la capacité d'écoulement.

1.3.2. Le déroulement des phénomènes

La crue du 5 Novembre 1994 est la plus intéressante à analyser et la mieux connue. Un pointage du déroulement horaire de la crue apporte les éléments suivants.

Nous avons récapitulé le déroulement horaire de la crue aux stations connues en distinguant :

- L'heure du début de montée.
- L'heure du maximum.

Station	Début montée	Maximum
La Foux : Verdon	4 / 11 17 H	5 / 11 15 H
Allos : Chadoulin	4 / 11 18 H	5 / 11 14 H
Colmars : Verdon	4 / 11 19 H	5 / 11 14 H 30
Saint André : Issole	4 / 11 17 H	5 / 11 14 H
Saint André : Verdon	4 / 11 20 H	5 / 11 17 H 30

En regard de ces données, nous avons pu disposer de l'enregistrement pluviographique d'EDF à Thorame (cf. § 3.3.2.1.3).

On remarque que :

- Les précipitations ont été très importantes au cours de l'automne. Avant le début de l'épisode pluvieux, le débit du Verdon à Saint André était de l'ordre de 25 m³/s.
- La somme des précipitations déclenchant la montée de la crue a été de l'ordre de 40 mm, ce qui est relativement faible, mais nous étions en Novembre sur un sol humide.
- Le maximum de la crue a été formé par un épisode pluvieux de 70 mm en 12 heures, avec une intensité horaire remarquable le 5/11 autour de 8 heures du matin.
- L'épisode pluvieux générateur du maximum peut donc être situé autour de 8 heures du matin à Thorame avec une intensité de 32 mm en 4 heures.
- Nous avons constaté que, dès le 5/11 à 9 heures du matin, les communes situées en aval du barrage de Gréoux, Gréoux et Vinon, ont été prévenues d'un lâcher important des barrages consécutif à la crue : à ce moment, le débit du Verdon à Saint André était de l'ordre de 300 m³/s. La crue sera maximum à Gréoux le 5/11 vers 24 heures, avec un débit de l'ordre de 1100 m³/s.
- Avec une durée de 20 à 22 heures, la montée de la crue de novembre 1994 est relativement lente à toutes les stations, ce fait étant lié à la forme du hyétogramme des averses.

Cette crue nous apporte deux conclusions importantes :

1. La vitesse de propagation de la crue dans les cours d'eau est telle qu'il est illusoire de fonder une alerte sur l'observation de niveau d'eau lus ou enregistrés. Toutefois, pour les communes de la Mure et S^t André, le temps de propagation est de l'ordre de 3 heures, ce qui permet, pour le Verdon une alerte basée sur l'observation des niveaux à Colmars.
2. Pour le reste du bassin, c'est à dire le Verdon et ses principaux affluents jusqu'à Thorame et pour l'Issole, la seule annonce possible devra utiliser un réseau pluviographique. Pour l'alerte, on peut estimer qu'un délai de 4 à 5 heures est possible à partir de l'observation des pluviographes.

1.3.3. Mode de déclenchement de l'alerte

Ce qui vient d'être dit montre que la centralisation de l'information doit être localisée à Colmars, la prise en charge en étant assurée par le Centre de Secours.

l'acquisition de l'information se fera par l'observation de trois pluviographes dont l'implantation optimale serait :

- Allos - si possible au plus près du relief à l'Est de l'agglomération - par exemple le refuge hôtel du Lac, pour les bassins versants du Bouchiers et du Chadoulin.
- Colmars dans le bassin versant de la Lance, si possible au pont de la Serre.
- Château Garnier pour le bassin moyen et l'Issole.
- Village de Chasse à Villars Colmars si l'on souhaite utiliser le dispositif d'alerte pour les crues de la Chasse.

Ces pluviographes seraient interrogeables à distance et si possible surveillés par une personne résidente, avec laquelle une communication pourrait être facilement établie en cas de difficulté de transmission automatique.

Les seuils de déclenchements de l'alerte pourraient, dans un premier temps, être analogues à ceux prévus au plan régional :

Avertissement des responsables et services locaux au-delà de 50 mm en 24 heures.

Alarme à partir de 50 mm en 6 heures, 65 mm en 12 heures, 80 mm en 24 heures et 100 mm en 48 heures.

Après quelques années et quelques épisodes, la comparaison de la gestion réalisée et des observations effectuées aux limnigraphes du bassin permettra d'affiner le processus d'alerte.

2. PROGRAMMES D'INTERVENTION

2.1. Méthode retenue

La présentation des propositions d'aménagements est réalisée en trois parties :

1. Les principes des ouvrages sont d'abord exposés puis leurs principales dimensions, mais aussi les points importants à étudier lors de leur mise en oeuvre sont précisés.
2. La localisation des ouvrages (en particulier les protections de berges) est ensuite précisée pour chacune des communes.
3. Un programme de restauration et d'entretien des berges (ripisylve, embâcles) est proposé sur l'ensemble du bassin versant.

2.2. Types d'ouvrages pour les protections de berge

2.2.1. Protection de berge par enrochements libres

Ces protections concernent les zones fortement sollicitées. Elles auront les caractéristiques suivantes :

- Enrochements libres d'un poids de 250 à 1500 kg (poids moyen 500 kg) disposés en vrac sur deux rangées (épaisseur 1.5 mètres).
- Couche de transition composée d'un géotextile ou d'une couche de 20 centimètres de déchets de carrières (diamètre moyen de 35 mm). Les matériaux du lit étant assez grossiers, cette couche de transition n'est nécessaire que lorsque les protections en enrochements sont montées en dehors du lit majeur. Dans ce cas, les matériaux grossiers du lit peuvent également être utilisés.
- Fruit de 7H/4V ou, de préférence, 2H/1V.
- Sabot de pied de 4 mètres de largeur et de 2 mètres d'épaisseur avec des blocs de 250 à 2500 kg.

En général, le haut du sabot de pied sera calé au niveau du fil d'eau actuel.

La revégétalisation rapide de la berge sera encouragée par percolation de terre entre les blocs et installation de boutures de saules (des essais seront nécessaires pour trouver les techniques les plus efficaces).

La figure suivante schématise ce type de construction :

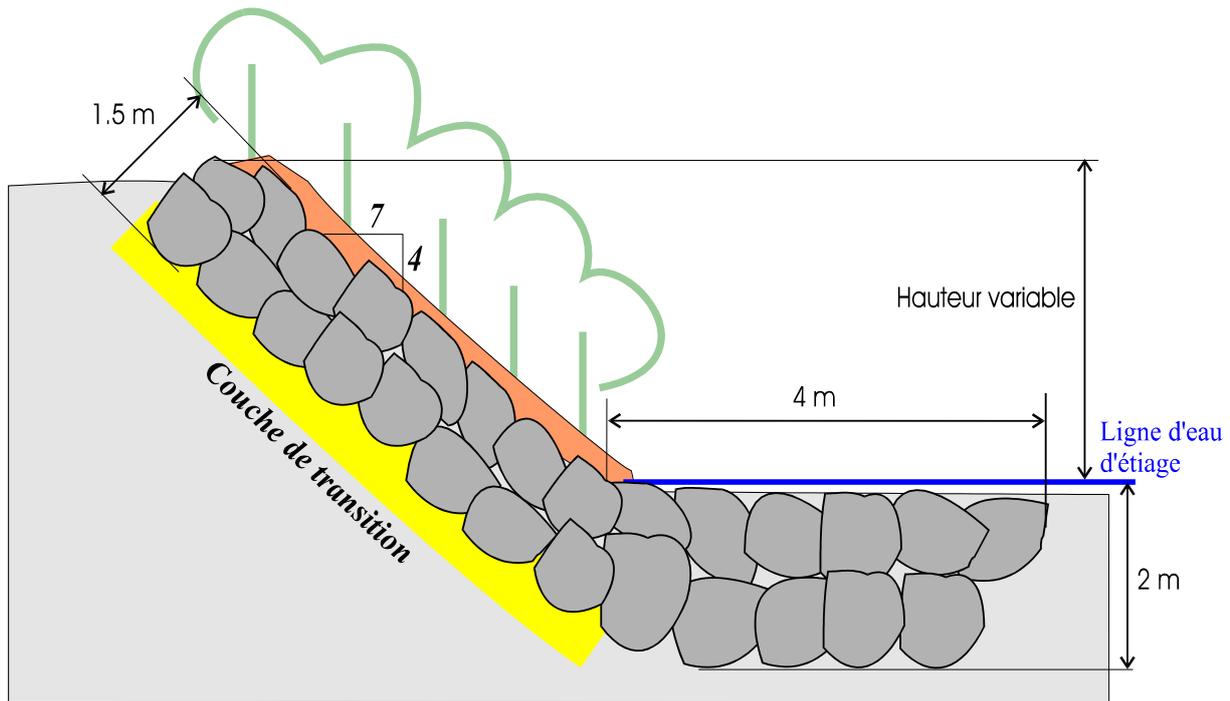


Figure 1 : Coupe schématique des protections de berge.

2.2.2. Protection de berge par des enrochements liaisonnés

Ce type de protection est nécessaire lorsque les contraintes hydrauliques sont particulièrement fortes, et surtout en cas d'affleurement de substratum. Dans ce dernier cas, les protections ont les mêmes caractéristiques que précédemment, mais le sabot doit être remplacé par une double couche d'enrochements liaisonnés: Le liaisonnement permet d'éviter le glissement des enrochements de pied sur le substratum.

La figure suivante illustre ce type de construction :

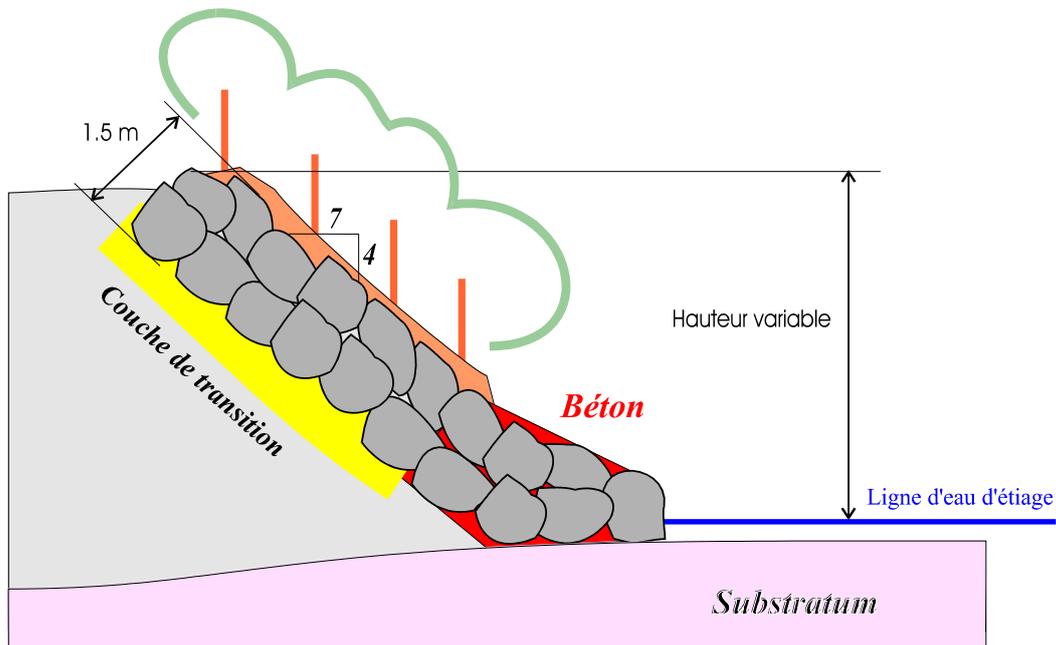


Figure 2 : Protection par enrochements fondée sur le substratum.

2.2.3. Protection de berge mixte

les protections pour protéger les berges contre l'érosion, qui ont été développées dans de nombreux pays européens et sont de plus en plus souvent utilisés en France exploitent la capacité de reprise et de résistance à l'arrachement de certaines essences végétales, particulièrement bien adaptées aux berges des cours d'eau. Il s'agit de certains saules, généralement arbustifs (saules drapé, saules pourpre...) que l'on peut trouver en massif plus ou moins continus sur les rives des rivières et qui sont présents dans le bassin versant du haut Verdon.

Pour les torrents, ces techniques utilisées seules n'apportent pas des garanties certaines pour les crues exceptionnelles. Les contraintes hydrauliques lors de tels événements sont en effet trop fortes et dépassent la capacité de résistance de la végétation.

Le génie végétal ne doit cependant pas être exclu des aménagements proposés, car il permet de limiter l'artificialisation du lit et de réduire le coût de la protection. Il a donc été proposé chaque fois que cela était possible :

- en techniques végétales "pures" pour des berges érodées ou recrées lors de travaux d'élargissement du lit et à chaque fois que
 1. les enjeux à protéger sont peu importants (terres agricoles, jardins...). Il s'agit alors d'assurer le maintien de la rive pour les crues fréquentes et son reboisement rapide par des espèces indigènes.
 2. Les contraintes sont moins fortes. C'est le cas des remblais situés en retrait du lit mineur.

- En techniques mixtes combinant végétale et minérale pour de nombreuses protections à créer, où le pied de berge sera protégé efficacement contre l'affouillement par des enrochements et le talus protégé par génie végétal.

Les techniques les plus fréquemment utilisées sont décrites en détail dans l'ouvrage édité par le Ministère de l'Environnement en 1994 (Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales - B. Lachat) et ne sont pas rappelées ici.

Des principes de protections ont été proposés ci-après mais le choix des techniques à employer (boutures, lit de plançons, tapis de branches...) dépendra des contraintes hydrauliques et des conditions topographiques et édaphiques (sécheresse des sols en particulier) existantes et propres à chaque site.

Un soin particulier devra être apporté lors de la mise en oeuvre de ces protections : sélections d'entreprises compétentes, prise en compte du calendrier biologique (les chantiers sont réalisés obligatoirement pendant le repos végétatif), suivi rigoureux des chantiers (conditions de prélèvement des végétaux et de construction de l'ouvrage, coordination avec les travaux de génie civil), etc...

La figure ci dessous schématise ce type de solution :

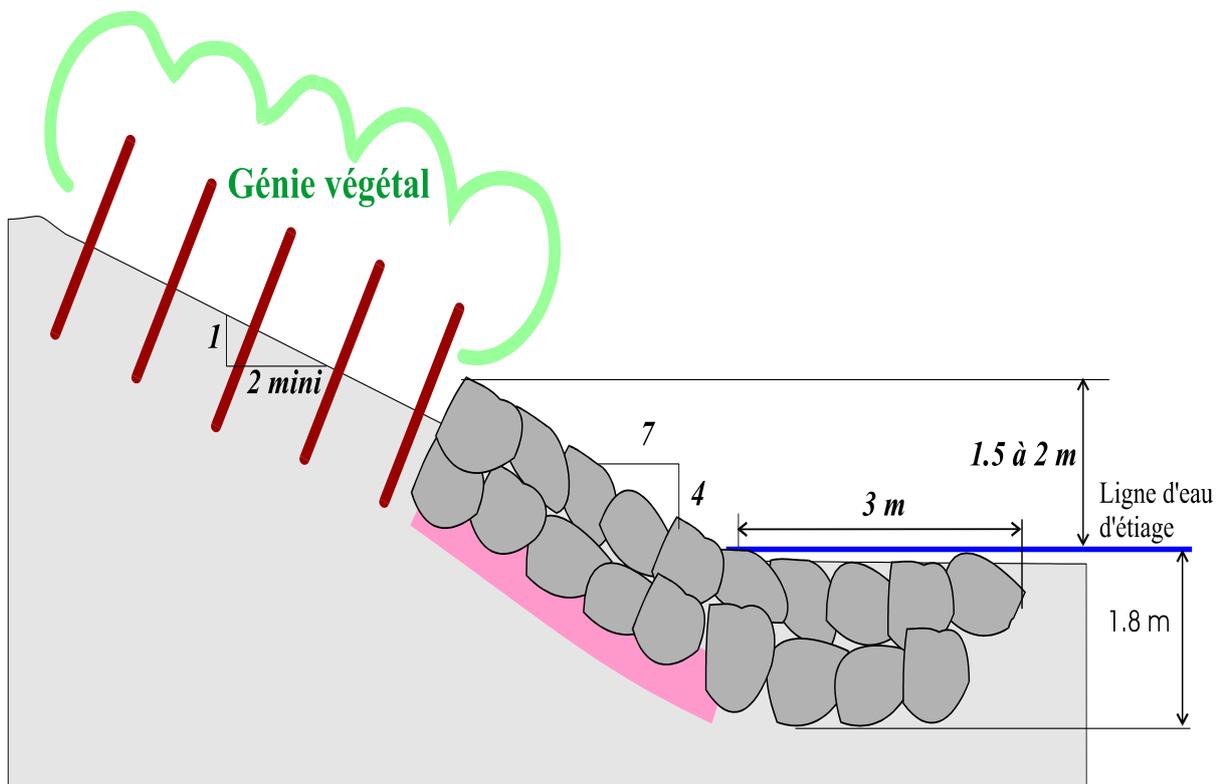


Figure 3 : Protection mixte.

2.2.4. Renforcement de digue

Il s'agit des travaux mis en oeuvre pour conforter les protections existantes, mais mises en péril par les affouillements. Ces protections, dans la majeure partie des cas, étaient protégées en pied par des enrochements, mais ceux-ci n'étant pas fondés assez profondément.

La figure suivante illustre les solutions à mettre en oeuvre :

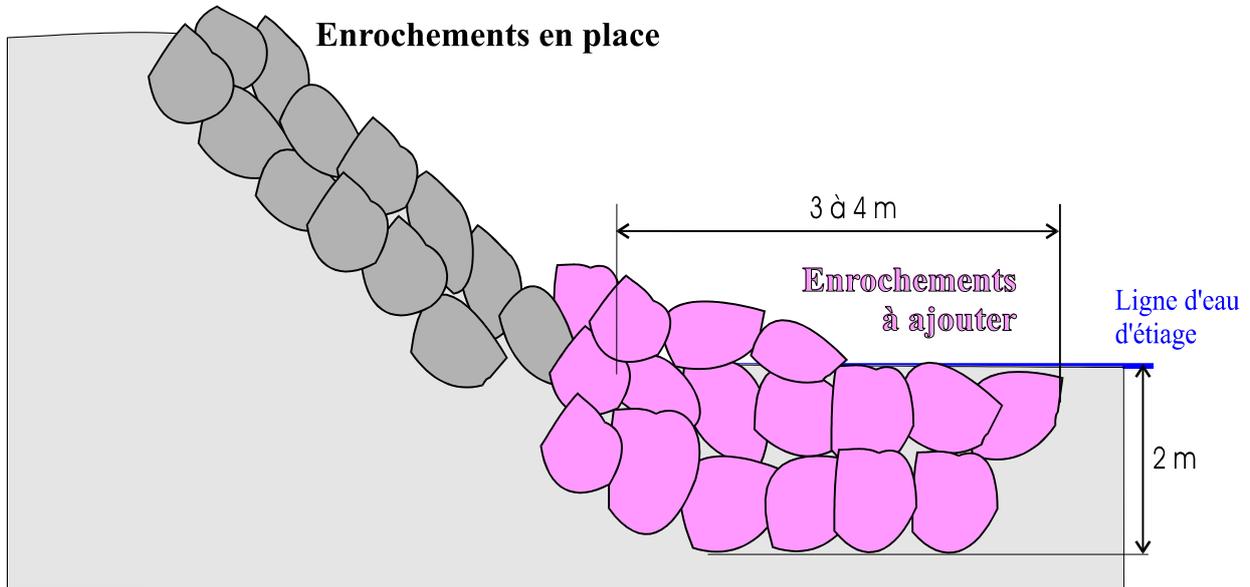


Figure 4 : Renforcement de digue

Le chantier sera réalisé par le pied du talus pour ne pas endommager la végétation. La banquette de pied aura une épaisseur de deux mètres et sera fondée 2 mètres sous le niveau du fil d'eau d'étiage (et donc affleurante pour ce débit). Ces enrochements auront un poids de 500 à 2000 kg. Localement, lorsque les contraintes hydrauliques sont plus réduites, ces protections pourront être allégées.

2.2.5. Epi

Un épi est proposé en aval du confluent avec l'Ivoire. Il s'agit de zones à fortes contraintes hydrauliques. Dans ce cas, on construira des ouvrages submersibles et plongeants en enrochements.

La figure suivante illustre ce type de solution :

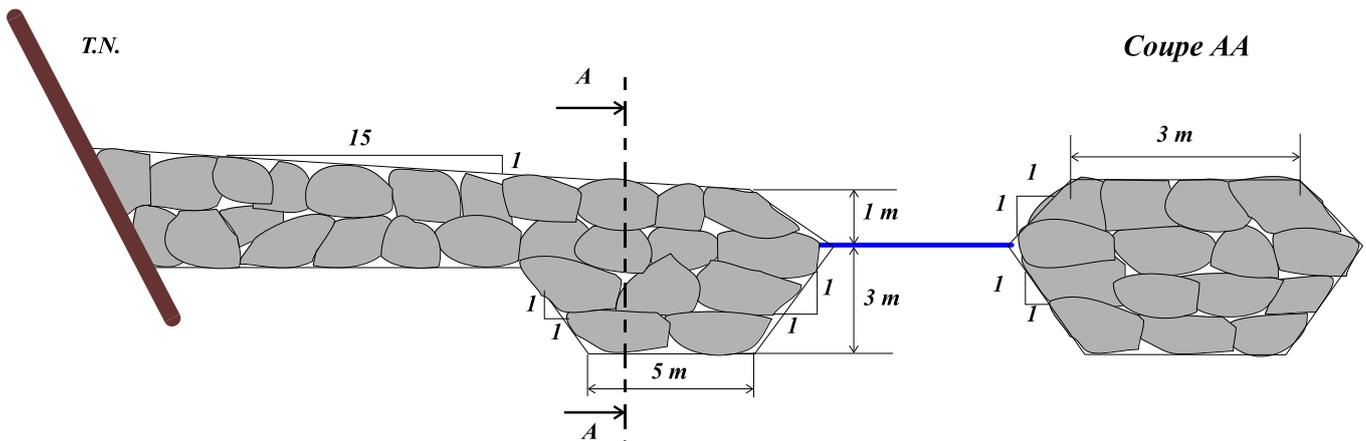


Figure 5 : Disposition d'un épi

Les blocs utilisés en tête d'épi auront un poids unitaire de 1 à 4 tonnes (dont la moitié excéderont 2.5 tonnes).

3. INTERVENTIONS PROPOSEES

3.1. Principe retenu

Les différents travaux nécessaires sont repris ci-dessous. Le découpage des sites est réalisé en fonction des communes afin de faciliter la mise en oeuvre des travaux.

Une hiérarchisation des interventions a été réalisée en fonction du degré d'urgence des travaux. On a distingué les niveaux suivants :

1. **Travaux de première urgence** dans les zones où une intervention rapide est nécessaire, parce qu'une nouvelle crue conduirait à des dégradations très importantes.
2. **Travaux de seconde urgence**. Dans ce cas, les risques sont moindres que précédemment, et l'intervention peut être différée d'une année.
3. **Travaux non urgents**. Dans ce cas, une intervention est souhaitable mais les dégâts en cas de forte crue seraient plus réduits.

Comme dans la phase de description, les interventions sont repérés par une lettre (qui indique la commune) suivie d'un nombre. Ces repères sont regroupés en annexe.

3.2. Commune d'Allos

3.2.1. Le Bouchier

Le Bouchier sort des gorges au niveau du hameau du Plan. L'élargissement relatif de la vallée permet un dépôt lors des fortes crues et des amorces de divagations. Dans tous les cas, la largeur du lit dans cette zone ne doit pas être réduite par l'emprise d'éventuelles protections.

A11

Le Bouchier forme un coude marqué en amont du bâtiment des pompiers. Le chemin piéton en amont du centre de secours forme une digue, les terrains étant plus bas entre le chemin et le versant rive gauche. Cette dépression peut guider les eaux de débordement vers les bâtiments. On comblera donc cette dépression afin que la pente du terrain permette le retour d'éventuels débordements dans le lit.

Cette intervention, peu coûteuse, est de seconde urgence.

A12

Au niveau des habitations, l'absence de protection de berge explique les érosions nettement visibles après la crue de Novembre 1994. Une protection en enrochements est à mettre en place le long de la rive gauche depuis l'amont du bâtiment des pompiers (l'amont de la

protection devra être soigneusement ancré afin d'éviter un contournement) jusqu'à l'entrepôt soit sur une longueur de 200 mètres environ. La protection aura une hauteur de 2.5 mètres par rapport au fil d'eau d'étiage.

Cette opération doit être associée à un recalibrage du lit au détriment de la rive droite (avec enlèvement des blocs de béton) afin de lui assurer une largeur de 10 mètres minimum au niveau du fil d'eau d'étiage.

Cette intervention est de première urgence.

Aucun aménagement ne doit être prévu entre les entrepôts et le pont du C.D. 908 afin de permettre les divagations et d'éventuels dépôts en cas de forte crue.

A13

En aval du pont du C.D. 908, la route d'accès à la zone de loisir forme une digue le long de la rive gauche. Elle doit être protégée par des enrochements sur une hauteur de 2 mètres minimum par rapport au fil d'eau d'étiage sur une longueur de 220 mètres environ (jusqu'à l'amont de la passerelle piétons). Ces enrochements seront surmontés par une protection végétale sur une hauteur de 1 mètre (plançons). Un aménagement paysager doit être prévu dans la partie supérieure.

Il s'agit de travaux de seconde urgence.

A14

La passerelle piétons (1420 m d'altitude) correspond à l'extrémité amont de la zone de dépôt massif. Trop basse, elle facilite le débordement pour des crues excédant la crue centennale. On préservera les habitations le long de la rive gauche en constituant, à une vingtaine de mètres de la berge, un merlon soigneusement végétalisé d'une hauteur de 1 mètre. La route desservant les habitations devra passer sur ce merlon.

Cette intervention n'est pas urgente.

A15

La protection des berges peut être envisagée afin d'éviter l'érosion du parking en rive gauche. Le sommet des enrochements devra alors correspondre au niveau de la chaussée. Aucune réduction de la largeur du lit du Bouchier n'est admissible à cette occasion. De plus, une bande boisée de 3 à 4 mètres de large en sommet de berge permettra de réduire les vitesses dans le lit majeur en cas de débordement.

Cette intervention n'est pas urgente.

3.2.2. Le Chadoulin

A21

En amont immédiat du pont du C.D. 908, le talus routier rive gauche a été fortement érodé, réduisant la superficie du parking. Il faut prévoir des enrochements (liaisonnés en pied à cause des affleurements de substratum). Ils ne devront pas concentrer les écoulements le long

de la rive droite. Le fruit de ces enrochements pourra être de 3H/2V et leur hauteur par rapport au fil d'eau d'étiage sera de 3 mètres. Un aménagement paysager au-dessus avec retalutage à 3 H/1V doit être prévu.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

En amont du pont communal, les dépôts sauvages réduisant encore la largeur du lit doivent être supprimés afin d'augmenter la section d'écoulement et de réduire les risques de submersion en amont.

A22

En rive gauche, en aval du pont communal, des constructions ont été partiellement déchaussées lors des récentes crues. Elles sont actuellement soutenues par des moyens de fortune, et seraient très menacées par une nouvelle crue. Il faut prévoir une protection subverticale par enrochements maçonnés sur environ 2 mètres de hauteur et un élargissement du lit (pour porter la largeur à 8 mètres) pris sur la rive droite afin de réduire les divagations. La protection en enrochements liaisonnés doit être raccordée à l'ancien mur du cimetière.

Une protection végétale de la rive droite doit être prévue avec, par exemple, une fascine à noyau en pied de berge maintenue par une double rangée de pieux battus. Suivant la hauteur de la protection, on mettra en place soit des boutures, soit un tapi de branches à rejet. Un filet de coco couvrira le talus de la berge.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

Le pont de l'église supporte un trafic très réduit. Il présente un angle assez important avec l'axe de l'écoulement dans cette zone. Un confortement de la culée rive droite par un sabot en enrochements doit être prévu. Un recalibrage du lit en reculant la rive droite permettrait de réduire l'angle ainsi formé, l'entonnement était dans l'axe de la culée rive droite.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

Aval de l'église

A23

En aval de l'église, une anse d'érosion s'est développée le long de la rive gauche emportant une vaste surface de terrain agricole. Deux solutions peuvent être proposées :

- Planter un épi ancré à l'aval du mur de l'église et orienté dans l'axe du lit.
- Elargir le lit rive droite dans l'axe du pont et repousser les matériaux dans l'anse d'érosion puis la revégétaliser. Cette seconde solution est préférable et plus économique.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

En aval, le Chadoulin divague fortement et a déposé une grande quantité de matériaux, jusqu'au confluent avec le Verdon. Aucun rétrécissement du lit n'est acceptable dans cette zone.

Afin de réduire les divagations lors d'une prochaine crue, il peut être souhaitable de curer le lit dans cette zone sur une vingtaine de mètres de largeur et jusqu'à 20 centimètres au-dessus du fil d'eau. Les arbres seront conservés.

Des travaux de type forestier pourront être prévus pour créer un peigne végétal limitant les dépôts sur les terres agricoles riveraines : recéper les arbres dépérissants, éliminer les arbres morts... Des plantations nouvelles d'espèces adaptées au torrent (aulnes blancs, frênes, saules...) pourront être réalisés tout le long de la parcelle agricole pour renforcer encore cet effet de "filtre".

Cette intervention n'est pas urgente.

Il est indispensable d'éviter toute construction dans cette zone.

Les aménagements au confluent ne sont pas adaptés. Les aménagements sont proposés avec ceux relatifs au cours du Verdon.

3.2.3. Le Verdon

Station de la Foux d'Allos

On note une érosion assez forte de la rive droite du Verdon au confluent avec le torrent de l'Aiguille. Le substratum affleure, mais les terrains de couverture sont facilement érodables. Un restaurant est menacé à cet endroit. Un entonnement en enrochements maçonnés doit être prévu dans le double but d'éviter les érosions de berge et de favoriser le transit des arbres dans le dalot.

Cette intervention n'est pas urgente.

Dans toute la traversée de la Foux, si de nouveaux aménagements étaient projetés, ils devraient comporter un chenal d'écoulement élargi d'au moins 5 mètres.

En aval du mini-golf, en rive droite, un immeuble est protégé par une digue en enrochements quasi verticale dont la tenue en cas de crue est douteuse, le bâtiment serait alors menacé. Une banquette de pied de 6 à 8 m² en blocs de 1 à 3 tonnes doit être prévu.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

Traversée d'Allos

L'objectif essentiel de l'aménagement est de restauration de la qualité du milieu et de son aspect paysager, dégradé par les terrassements et les dépôts.

A1

Les confortements de la canalisation du Verdon dans la traversée d'Allos, près du plan d'eau après la crue de Novembre 1994 devront conduire à un élargissement du lit mineur pour atteindre une largeur de 15 mètres minimum, les protections en enrochements étant

nécessaires au niveau du collecteur. D'autre part, le débordement doit être prévu, et conservé lors des crues. Un traitement paysager de la berge sera particulièrement bénéfique lors de ces travaux.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

Par contre, en aval du plan d'eau, aucune nouvelle protection de berge ne doit être prévue.

A2

Les aménagements au confluent avec le Chadoulin ne sont pas adaptés :

- Le pont de la piste de ski de fond sur le torrent est facilement contourné en cas de crue.
- Le merlon longeant le Verdon à l'aval du confluent s'oppose au retour des écoulements dans la rivière en cas de débordement du Chadoulin en rive gauche.

Ces dysfonctionnements sont clairement apparus lors de la crue de Novembre 1994. Les interventions proposées sont alors les suivantes :

- Destruction complète du merlon et transport en pied de terrasse rive gauche. Il s'agit de travaux indispensables pour restaurer le volume de stockage de matériaux au confluent. La restauration d'un lit divagant à ce niveau est souhaitable.
- Le changement de lit au niveau du pont sur le Chadoulin ne semble pas être réellement problématique, des travaux réduits permettant le rétablissement du lit après une crue. Un entonnement réduisant les capacités de divagation en amont immédiat du pont de la piste de ski de fond est déconseillé, car illusoire.

Le collecteur des eaux reste évidemment le principal problème. La meilleure solution consiste à enterrer profondément le collecteur au niveau du franchissement du Chadoulin puis à le déplacer en limite du lit majeur en aval. Il sera alors protégé par des enrochements. Cette dernière intervention peut être réalisée lors d'une réfection de la conduite ou en cas de menace de la part du Verdon.

Le traitement de cette zone nécessite une intervention de seconde urgence.

Protection de la station d'épuration et de la canalisation

La canalisation d'eaux usées est vulnérable en cas de nouvelle crue. Il est très coûteux, peu efficace et nuisible pour l'écoulement des crues (accélération de la propagation des crues et réduction de la capacité de laminage du transport solide) de protéger cette conduite au niveau de son tracé actuel.

Deux solutions sont alors envisageables :

- Déplacer la conduite afin de se placer en limite du lit majeur du Verdon. Le tracé suivrait alors (surtout en aval du confluent avec le ravin de Ribions) le pied du versant rive gauche. Il s'agit de travaux coûteux qui ne semblent pas justifiés par les risques - faibles - relatifs à la conduite.

- Conserver le tracé actuel et déplacer la conduite en cas de dégradation ou lors de travaux de restauration de la conduite. Cette solution permet d'étaler dans le temps les coûts, la durée de vie de la conduite actuelle pouvant atteindre plusieurs décennies.

Dans tous les cas, aucun nouveau réseau ne doit être établi le long du tracé actuel.

A3

Au niveau de la station d'épuration, il est indispensable de ménager la plus grande largeur possible pour le Verdon et d'éviter de transformer l'ancien lit mineur en décharge. D'autre part, il est indispensable de protéger ces coûteuses installations.

Pour cela, une protection en enrochements de la station d'épuration doit être prévue. Elle sera ancrée sur le versant rive gauche au niveau de la pisciculture. La figure suivante illustre l'implantation de cette protection :

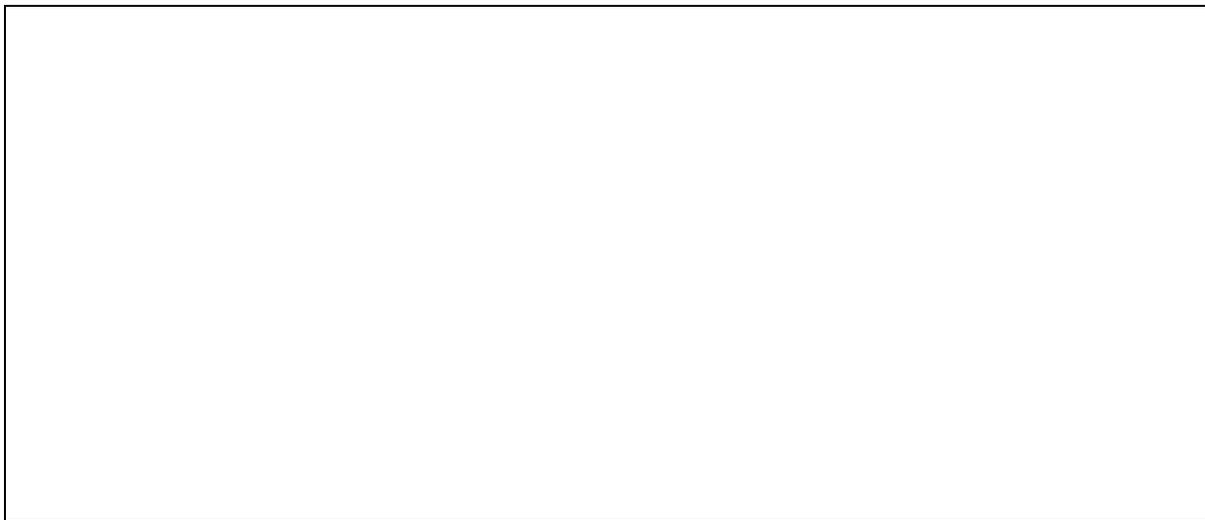


Figure 6 : Tracé approximatif de la conduite et des protections de la station d'épuration.

Pour accélérer le retour à un lit plus large, les merlons contraignant actuellement le Verdon seront enlevés.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

3.3. Commune de Colmars

3.3.1. La Lance

Il est très difficile de protéger l'habitation construite sur le cône de déjection du Ravin du Chastelas des crues de ce torrent.

C11

Le risque principal correspond ici aux eaux provenant du Ravin du Chastelas, les risques de dépôt dans la Lance (et donc son débordement) étant très faibles. Une modification de la

digue rive droite de la Lance (abaissement ponctuel du profil en long de la crête) doit faciliter un éventuel retour des eaux vers la cote 1200 m d'altitude. Ce retour pourrait naturellement se faire au niveau de l'ancien bras de la Lance.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

C12

En aval, et jusqu'au pont routier, un confortement du pied de la protection en enrochements doit être mis en oeuvre. On réalisera un sabot de 2 mètres de hauteur et 4 mètres de largeur avec des blocs de 500 à 3 000 kg.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

Des essais de végétalisation de la digue devront être réalisés, la Lance étant dans ce secteur particulièrement artificialisée, ce qui est dommageable du point de vue du paysage (secteur touristique) et de la vie piscicole. La végétation de la digue avec des espèces indigènes de saules doit permettre installation d'une végétation souple et buissonnante le plus près possible de l'eau.

Sur le haut de la digue, des arbres de haute tige ou en cépée pourront être disposées pour rendre la promenade plus agréable. On évitera les alignements trop réguliers, peu adaptés à la vocation touristique du secteur.

Outre les dommages causés, ces débordements pourraient en effet provoquer une perte d'eau claire par déversement à l'amont du pont, essentiellement en rive gauche devant le centre de secours; la perte d'eau diminuera alors la capacité de charriage des matériaux et le lit de la Lance s'exhaussera alors en aval et sous le pont, provoquant la mise en charge et une perte d'eau supplémentaire, etc... Le but des aménagements est donc de garder un maximum de débit liquide dans la Lance. Pour ce faire, les aménagements sont les suivants :

C13

Des protections doivent être mises en oeuvre pour éviter les débordements au niveau du nouveau pont routier :

- Prolongation jusqu'au parapet du pont de la digue rive droite par un muret en maçonnerie sur les derniers mètres. Dans son extrémité aval, ce muret sera plus haut que le parapet.
- Elévation d'un muret en rive gauche à l'amont du pont. Ce muret doit être calé le plus haut possible, mais rester à un mètre au-dessous de la cote de la digue rive droite dans chaque section de la Lance, afin de maintenir un déversement préférentiel sur cette rive.
- Réalisation si possible d'un parapet "étanche" en amont du pont jusqu'à 0.60 m au-dessus du trottoir ou, plus simplement, mise en place sur le trottoir amont lors des crues de blocs béton de même hauteur préparés et stockés le long du parapet de rive gauche. Cette proposition correspond au fait que, malgré ses dimensions, le pont risque une mise en charge et des surverses lors d'un événement exceptionnel. Cet ouvrage reste en effet le point faible d'un aménagement par ailleurs bien dimensionné.

Il s'agit d'interventions de première urgence.

3.3.2. Le Verdon

Traversée de Colmars

C1

Une ancienne digue amont immédiat de Colmars protège la ville. Cette digue se prolonge de quelques mètres en aval du pont, son extrémité ayant été détruite lors des crues de 1994. Il est donc nécessaire de poursuivre le mur maçonné en aval immédiat du pont. On élargira autant que possible le lit afin de réduire les contraintes sur l'ouvrage.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

C2

En amont des remparts, les remblais actuels sont hétérogènes, peu résistants et rendent difficile l'accès au Verdon dans une zone pourtant très fréquentée. Les actions à mettre en oeuvre sont alors les suivantes :

- réalisation d'une promenade calée environ 1 mètre au dessus du fil d'eau d'étiage. Des "marches" permettront l'accès à la rivière. Les protections de la berge seront fondées 2 à 3 mètres sous le fil d'eau d'étiage.
- Un mur vertical maçonné en accord avec les remparts permettra la protection de la berge.
- La haie au niveau des tennis pourra être supprimée.

La figure suivante illustre ce type d'aménagement :

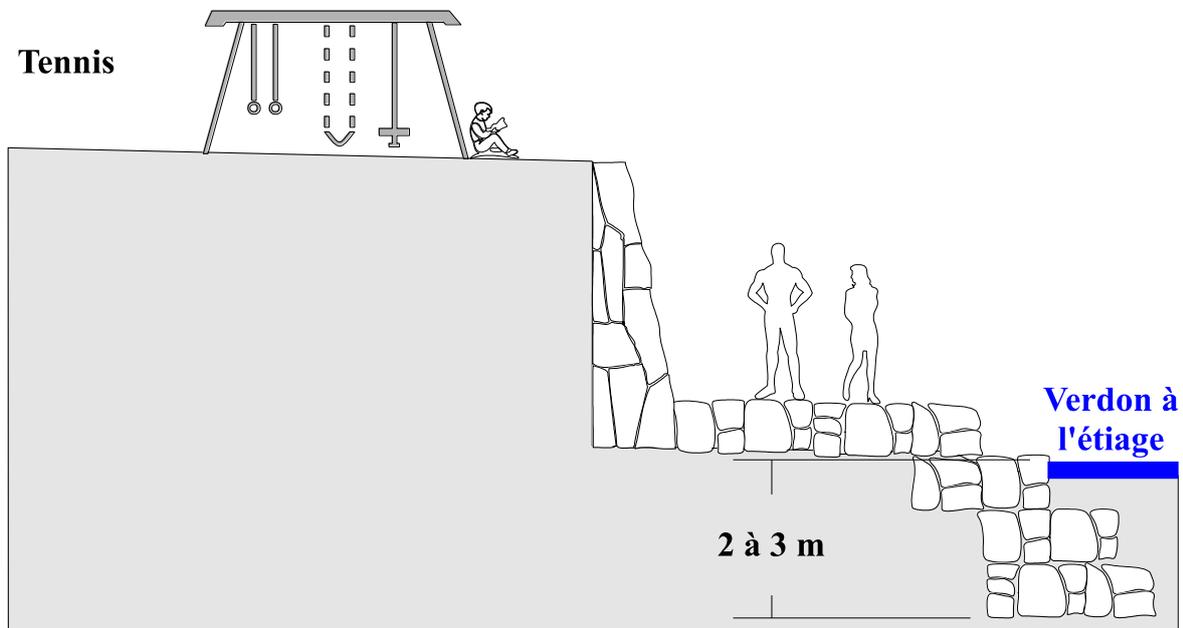


Figure 7 : Aménagement au niveau des tennis de Colmars.

Les terrains seront modelés de façon à faciliter le retour dans le lit mineur d'un éventuel débordement en amont.

Cette intervention n'est pas urgente.

C3

Au droit de la gendarmerie, les terrains situés entre le Verdon et les habitations de la pharmacie, situé en zone urbaine, peuvent être urbanisés aux conditions suivantes :

- Remblaiement de 1 mètre minimum. Une faible pente vers le Verdon (1 à 3 %) doit être prévue. Aux extrémités du remblai, le fruit sera de 3 H/1V et sera protégé par des techniques végétales (boutures et filet de coco).
- La distance entre le pied du remblai et la berge du Verdon augmentera régulièrement de 5 à 20 mètres entre le pont du C.D. 908 et la confluence avec la Lance. Cette distance sera de 30 mètres en aval de la confluence.
- L'espace entre le Verdon et le remblai fera l'objet d'un reboisement.

C4

En aval du confluent avec la Lance, en rive gauche, la digue de la Lance devra être poursuivie, conduisant à un rehaussement de la digue actuelle de 1 mètre minimum. Ce renforcement se poursuivra jusqu'au droit des habitations les plus en aval, c'est à dire à la limite inférieure de la protection actuelle.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

En aval, aucune protection ne doit être mise en place. Cet espace pourra être utilisé pour des installations sportives légères (détruites en cas de crue).

C5

Une protection en enrochements des habitations proches de la pharmacie doit être prévue. Elle aura une hauteur de 2.5 mètres par rapport au fil d'eau d'étiage actuel. Une technique végétale rehaussera la protection jusqu'au niveau du terrain naturel. La largeur du lit au niveau du fil d'eau devra être de 50 mètres minimum.

Cette intervention n'est pas urgente.

C6

Une protection en enrochements protège l'entreprise Blanc Matériaux et le C.D. 908. Dans sa partie aval, cette digue réduit brutalement la largeur du lit, concentrant les écoulements le long de la rive gauche. Cette brusque réduction de la largeur constitue aujourd'hui le point le plus critique de la traversée de Colmars. La meilleure solution consiste à déplacer le bâtiment et à restaurer un lit assez large.

Dans le cas contraire, une étude de détail, incluant un levé topographique précis devra être conduite afin de déterminer les possibilités d'élargissement du point le plus étroit et de meilleur entonnement.

La construction d'autres bâtiments sur ce site pérenniserait une situation néfaste et conduirait à l'augmentation de la longueur canalisée. Elle ne doit donc pas être autorisée.

Les enrochements actuellement en place en rive gauche ne pourraient vraisemblablement pas résister à une crue et doivent être refaits ou, de préférence, liaisonnés avec du béton.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

Aval du Pont de la Bussière

C7

En aval du pont, la digue en tout venant en rive gauche dont l'efficacité est illusoire doit être supprimée. En effet, elle favorise la reprise - et le dépôt - de matériaux dans le lit du Verdon.

Cette intervention n'est pas urgente.

C8

Une habitation a été gravement menacée lors de la crue sur cette même rive. Un mur en béton a été reconstruit en limite du Verdon et le terrain a été remblayé. La résistance des murs à l'affouillement est douteuse en cas de crue. Deux solutions peuvent être mises en oeuvre :

- La création d'une banquette de pied en enrochements (1 à 5 T) le long du mur afin de prévenir un enfoncement. Un volume de 6 m³ par ml semble un minimum.
- La construction d'un épi en amont. Cet épi devra dépasser dans le lit de plus de 5 mètres par rapport au mur en béton.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

C9

En rive droite, la protection en enrochements en aval immédiat du camping réduit la largeur du lit et sa résistance est douteuse. Elle doit être reprise. D'autre part, la commune souhaite urbaniser les terrains entre le camping et le lotissement de Jardin Ville. Une telle urbanisation n'est possible que si la protection de la berge contre l'érosion est établie.

L'ensemble de ces contraintes conduit à proposer la réalisation d'une protection en enrochements depuis le pont de la Bussière jusqu'à l'aval immédiat du lotissement de Jardin Ville.

Le tracé de cette protection suivra une ligne droite afin d'éviter la concentration des contraintes hydrauliques en un point et de permettre un élargissement progressif du lit du chenal.

Le remblai sera calé au niveau du C.D. 908 et aura une pente transversale d'environ 2 % (l'épaisseur du remblai doit être d'un mètre minimum). L'extrémité du remblai aura un fruit d'au moins 3 H/1V et sera protégé par des techniques végétales. Une ripisylve d'une dizaine de mètres minimum doit être aménagée en bordure du lit. Elle aura une faible pente transversale vers la rivière (2 à 5 %) afin de faciliter le retour de l'eau en cas de débordement et sera reboisée.

La figure suivante correspond à une coupe transversale de cet aménagement (les échelles verticale et horizontale sont distordues) :

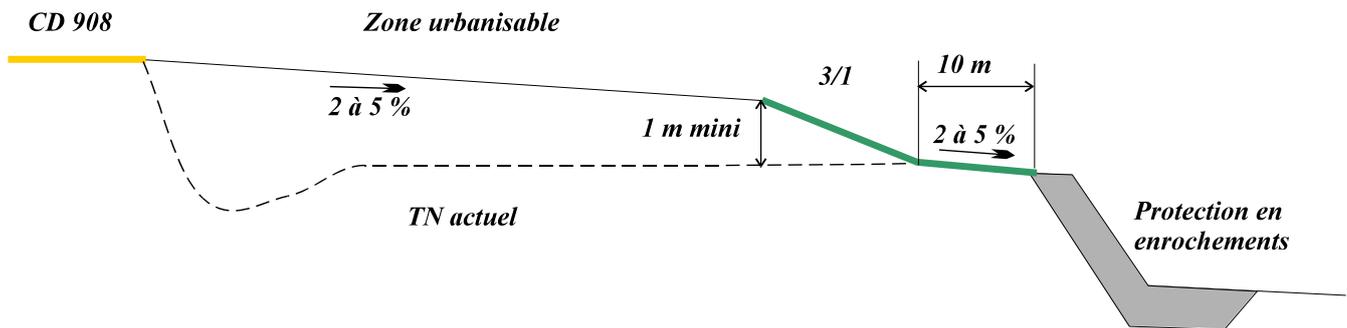


Figure 8 : Coupe transversale de l'aménagement en aval du pont de Bussière.

Les matériaux correspondant à ce remblaiement peuvent être prélevés dans le lit du Verdon en aval du pont de la Bussière, sous réserve que le niveau du lit ne soit pas abaissé sous le niveau du fil d'eau d'étiage actuel.

Dès l'aval du remblai, la protection en enrochements aura une hauteur de 2.5 mètres par rapport au fil d'eau d'étiage actuel afin de protéger les habitations existantes à Jardin Ville. Au niveau de cette transition, le terrassement des terrains doit permettre le retour d'éventuels débordements dans le lit mineur.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

3.4. Commune de Villars-Colmars

3.4.1. La Chasse

Amont du C.D. 2

V11

En amont de la mairie, un bâtiment (atelier) en rive gauche peut être menacé en cas de changement de lit. Il est possible de le protéger par une digue transversale ancrée dans le versant rive gauche et fondée au niveau du fil d'eau d'étiage de la Chasse au droit du bâtiment. Les risques sont modérés et les travaux à réaliser sont relativement importants.

Ainsi, cette intervention n'est pas urgente.

V12

La mairie est protégée par une ancienne digue. Cette protection résisterait assez mal à une forte crue, surtout à son extrémité aval. La réalisation d'une tête d'épi doit être prévue afin de réduire les risques d'érosion de la digue.

De même, la digue ancienne doit être prolongée jusqu'au niveau du C.D. 2. La hauteur de cet ouvrage par rapport au terrain du côté du torrent doit être de 1 mètre minimum. Ces terrassements faciliteront le retour de l'eau dans le lit et réduiront les risques de débordement vers le centre commercial.

En complément de ces ouvrages, il est indispensable de retaluter les terrains au droit de la mairie pour faciliter le retour dans le lit mineur.

Il s'agit d'interventions de seconde urgence.

Du C.D. 2 au C.D. 908

Deux options peuvent être retenues pour les protections entre les ponts :

- Abaisser le seuil sous le pont du C.D. 908. Cet abaissement conduirait à terme à l'enfoncement du lit de la Chasse. Actuellement, cette solution n'est pas très coûteuse, l'ensemble des protections devant, dans tous les cas, être repris. Elle sera par contre très difficile à mettre en oeuvre une fois que des protections auront été calées sur le niveau actuel du lit.

Cette configuration, si elle est associée à une régularisation de la pente, permettra un gain très important de sécurité, en rive gauche parce qu'il diminue considérablement les risques en cas de déversement sur la digue, en rive droite parce que le débit correspondant au début de débordement sera nettement plus important qu'actuellement (la période de retour serait alors de plusieurs décennies).

- Ne pas modifier le seuil. Dans ce cas, la réalisation de digues assez haute par rapport au terrain naturel est nécessaire. Ce type d'ouvrage peut s'avérer particulièrement dangereux en cas de dépassement de la crue de projet et de déversement puis de rupture de la digue. Le niveau de protection de la rive gauche est alors très faible. Nous ne retiendrons pas cette solution.

V113

Les travaux nécessaires sont indiqués ci-dessous.

Abaissement du seuil

D'après les documents qui nous ont été communiqués par la Subdivision de l'Équipement (voir en annexe), les fondations du pont sont à la cote 1198.43, soit près de 3.5 mètres sous le niveau du lit de l'époque. Depuis, le lit s'est enfoncé, au plus, d'un mètre. Il reste donc au moins 2.5 mètres de profondeur de fondation. Par contre, les niveaux de fondation du nouvel ouvrage ne nous ont pas été communiqués.

Il est donc possible d'abaisser le seuil de 1 à 1.5 mètres sans mettre en péril les fondations de l'ouvrage ancien. Des confortements ponctuels des culées seront vraisemblablement nécessaires. Il sera prudent, avant le début des travaux, de vérifier par sondage le niveau des fondations.

Curage du lit

On peut alors considérer - en conservant la pente d'équilibre actuelle - que les niveaux de la Chasse peuvent diminuer de 1 à 1.5 mètres entre les deux ponts.

Cet abaissement sera obtenu rapidement par curage du lit, le pavage actuel retardant considérablement le passage à un nouvel équilibre. Lors de cette opération, on prendra soin de replacer les blocs les plus gros (plus de 30 centimètres) de diamètre afin de ne pas dépaver le lit. La largeur du lit sera d'au moins 25 mètres au niveau du fil d'eau d'étiage et sans rétrécissement brutal.

Entonnement du pont du C.D. 908

En amont immédiat du pont, les fondations des cornes d'entonnement doivent être reprises et renforcées afin d'éviter la formation de discontinuités à ce niveau. Ainsi, dans les derniers mètres en amont immédiat du pont, le fruit des enrochements devrait être progressivement réduit, nécessitant alors la mise en oeuvre d'enrochements liaisonnés. Les risques de débordement à ce niveau seront alors très faibles.

Protections de berge

En aval immédiat du pont du C.D. 2, le lit a été partiellement remblayé en rive gauche afin de faciliter l'accès au centre commercial. Ce remblai, très menacé en cas de crue, doit être reculé au moins jusque dans le prolongement de la culée du pont. Il peut être protégé de l'érosion par des enrochements. Leur sommet sera affleurant au niveau de la chaussée.

En aval du C.D. 2, le système de digues est hétérogène et discontinu. Les enjeux sont nettement plus importants en rive droite. Les protections à mettre en oeuvre seront donc dissymétriques :

1. Protection contre la crue centennale en **rive droite**. Les enrochements auront alors une hauteur de 2.5 mètres par rapport au fil d'eau d'étiage. Ils seront surmontés d'un remblai d'une cinquantaine de centimètres. L'ensemble des digues sera revégétalisé. Cette protection s'étendra depuis le mur en aval du pont (après vérification - et éventuellement confortement - de ces fondations) jusqu'à l'aval immédiat de la scierie. Les fondations du mur en aval du C.D. 2 devront être renforcées.
2. Protection contre l'érosion en **rive gauche**. Les mêmes protections qu'en rive droite seront mises en oeuvre, mais le haut des enrochements sera affleurant au terrain naturel (on pourra localement surélever les terrains d'une cinquantaine de centimètres afin de supprimer un point particulièrement critique). Cette solution ne permet pas d'assurer la protection centennale de la rive gauche (après abaissement du seuil, le risque de débordement est considérablement réduit) mais augmente la sécurité de la rive droite en permettant l'épandage des crues extrêmes. Toute nouvelle construction dans cette zone doit être interdite, et un dispositif d'évacuation des personnes doit être mis en place.

La protection se prolongera jusqu'au perré maçonné permettant l'entonnement sous le pont du C.D. 908, soit sur 300 mètres environ. La hauteur des protections par rapport au fil d'eau d'étiage ne dépassera pas 2.5 mètres. Le sommet du sabot sera calé au niveau du fil d'eau projeté. Un levé topographique permettra de prendre en compte les évolutions probables du fond et d'optimiser le calage des ouvrages.

Pont du C.D. 2

Il est nécessaire de vérifier que le pont du C.D. 2 est capable de résister à un abaissement du lit de 1 à 1.5 mètres. Dans le cas contraire, un radier à faible pente (10 à 15 %) en enrochements liaisonnés devra être réalisé au droit du pont.

Il s'agit de travaux importants, qui ne pourront être réalisés en une seule phase. Les priorités sont alors les suivantes :

1. Abaissement du seuil et confortement des culées et des cornes d'entonnement.
2. Curage du lit et établissement éventuel du radier sous le pont amont (C.D. 2).
Confortement du mur en aval du C.D. 2 en rive droite.
3. Réalisation de la digue le long de la rive droite.
4. Protection de berge en rive gauche.

Bien qu'il y ait une gradation, il s'agit exclusivement d'interventions de première urgence.

3.4.2. Le Verdon

Aucune urbanisation ne doit être prévue sur la commune entre le C.D. 908 et le Verdon en amont du confluent avec la Chasse.

Le cône de déjection de la Chasse a été entaillé par la crue de Novembre 1994. Il n'y a aucun risque de débordement. Par contre, cette érosion doit être suivie afin de programmer la construction d'épis en cas de menace du C.D. 908.

v1

Rétrécissement du camping

Il est indispensable d'avoir une vision globale du secteur entre le confluent de la Chasse et Rioufleiran. Dans la situation actuelle, le rétrécissement au droit du camping augmente considérablement les hauteurs des lignes d'eau en amont et favorise les débordements, en particulier sur le camping mais aussi en aval.

Il faut donc retracer le lit du Verdon en évitant le coude au niveau du camping et surtout en élargissant le lit pour y éviter l'érosion du versant rive gauche et le renvoi du courant en rive droite en aval.

Un nouveau lit, d'une largeur de 60 mètres minimum, permettrait un tracé plus direct¹ et un abaissement important du lit (près d'un mètre), le problème du débordement étant alors résolu.

Les blocs étalés dans le lit en aval du camping devront être retirés afin de permettre un abaissement du lit d'un mètre environ. Ces blocs seront utilisés pour constituer une protection

¹ Au droit du camping, l'élargissement devra se faire intégralement au détriment de la rive droite afin de ne pas augmenter encore l'attaque du versant et les divagations qui s'ensuivent.

en enrochements très sommaire, avec un fruit élevé (3 H/1V) en amont et le long du versant rive gauche en face du camping. Leur disposition permettra une nette réduction de la concavité.

La protection des berges par des enrochements est indispensable si des aménagements sont établis à proximité. Dans ce cas, les fondations des protections devront prendre en compte un abaissement d'environ 1.5 mètres. Le talus sera revêtu jusqu'au niveau du terrain naturel.

Par contre, si une bande d'une cinquantaine de mètres est préservée entre le sommet de la berge et les premiers aménagements, une protection en enrochements n'est pas indispensable. Une révégétalisation de la berge avec des plançons (fruit 3 H/1V) et un suivi régulier de l'évolution de la berge sont nécessaires. L'évacuation des personnes lors des crues doit être prévue.

La restauration d'un lit suffisamment large constitue d'une intervention de première urgence.

v2

Zone artisanale

Cette implantation est en tout point préférable entre le C.D. 908 et le versant rive droite afin de réduire les risques sur la zone d'activité et de conserver les caractéristiques naturelles du Verdon.

Si cette proposition ne peut être acceptée, la réalisation d'un perré en enrochements de 3 mètres de hauteur par rapport au fil d'eau d'étiage permettra la protection de la zone artisanale. Les terrains devront être remblayés afin d'être plus de 50 centimètres au-dessus du sommet des protections en enrochements.

Une protection végétale doit être prévu sur une hauteur de 50 centimètres au-dessus du sommet des enrochements. La largeur du lit sera portée à 80 60 mètres minimum afin de prendre en compte l'augmentation des contraintes liées à l'augmentation localisée de la pente mais aussi les apports solides du ravin de la Pinatelle.

v3

Décharge

Le recul de la décharge afin de restaurer un lit d'au moins 60 mètres de largeur est nécessaire. Une protection en enrochements de 2 mètres de hauteur doit être prévue afin de réduire les risques d'érosion de la décharge en cas de crue. Elle sera surmontée par une technique végétale de 1 mètre de hauteur.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

3.5. Commune de Beauvezer

3.5.1. Le torrent de St Pierre

Ce torrent matérialise la frontière entre Beauvezer et Thorame Haute. Le principal problème est localisé en rive droite, c'est à dire sur la commune de Beauvezer.

B11

Des érosions consécutives à l'enfoncement du lit se sont développées le long des berges, en particulier en rive droite. Elles menacent à moyen terme le hameau du Plan et ont détruit une piste agricole longeant la rive droite. Une protection d'une cinquantaine de mètres par des enrochements soigneusement fondés et d'une hauteur de 2.5 mètres associée à une revégétalisation dense du talus doit être prévue.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

Une conduite d'eaux usées est projetée dans cette zone. Il semble prudent d'en prévoir l'implantation à plusieurs dizaines de mètres du torrent afin de réduire les risques d'érosion de la conduite et les coûteux travaux de protection qui en résulteraient.

3.5.2. Le Verdon

Il n'est pas souhaitable de réduire encore l'espace de divagation du Verdon par l'implantation d'aménagement entre les digues rive droite (C.D. 908) et le versant rive gauche. Toute nouvelle implantation devra préserver un lit de 80 à 100 mètres minimum.

Amont du pont de Villars Hossier

B1

La commune souhaite une protection du terrain de football situé entre le C.D. 908 et le Verdon. Ce terrain n'est plus utilisé. La mise en oeuvre d'une protection en enrochements semble coûteuse, nuisible pour le développement des divagations du Verdon et donc mal adaptée.

Une protection végétale peut être envisagée : il s'agit d'une protection relativement peu onéreuse mais qui ne résisterait qu'à de faibles contraintes hydrauliques. Aucun rétrécissement du lit du Verdon n'est tolérable à l'occasion de ces travaux.

Lors d'une éventuelle construction d'un terrain - ou restauration lourde de celui ci - il est nettement préférable de s'implanter entre le C.D. 908 et le versant rive droite.

Cette intervention n'est pas urgente.

B2

Sur la rive opposée, la source du Petit Lac pourrait être menacée en cas de divagation du Verdon. Une protection en pied permettrait d'éviter une déstabilisation du versant.

Une protection végétale, confortée en pied par des enrochements sur une hauteur de 1.5 mètres, peut être mise en oeuvre étant donné le caractère préventif de cette protection et les enjeux limités. Le lit du Verdon ne devra pas être rétréci par cet aménagement.

Cette intervention n'est pas urgente.

B3

Au niveau de la brèche de Rioufleiran, Un très gros bloc et un massif en béton implantés dans le lit, à quelques mètres des digues en enrochements, renforcent considérablement les contraintes sur les enrochements. Des renforcements localisés au droit du regard par un tapis en enrochements et la destruction du très gros bloc sont à prévoir.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

B4

Les deux piles du pont conduisant à Villars-Heyssier sont protégées par des amas d'enrochements très massifs. Ces constructions, en augmentant localement les vitesses, peuvent engendrer des affouillements importants qui pourraient conduire, en cas de nouvelle crue, à la ruine de l'ouvrage. Il est donc souhaitable d'enlever ces enrochements afin d'augmenter les sections de passage. Si l'on craint une nouvelle déstabilisation des piles, un tapis de deux couches d'enrochements de 5 mètres de demi largeur par rapport aux piles et fondé sous le niveau du lit actuel permettra une protection efficace.

Cette intervention n'est pas urgente.

Aval du pont de Villars Hessier

B5

Lors de la crue de Novembre 1994, le second épi, au droit de l'église, a permis le retour d'une forte fraction du débit du lit majeur dans le lit mineur, au prix de la destruction localisée de la digue et de la tête d'épi. La digue a été reconstruite après la crue, mais sa résistance est douteuse. Si après sondage, les fondations s'avèrent insuffisantes, un confortement doit être prévu.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

B6

En rive gauche, à "Delà Verdon", une maison est implantée dans le lit majeur, à quelques mètres du lit mineur. Elle est, évidemment, très menacée. Il est très difficile de proposer une solution efficace pour une habitation construite dans l'actuel lit mineur. Par contre, une protection des fondations par des enrochements permettrait d'éviter la destruction de l'habitation par affouillement en cas de nouvelle crue.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

Les digues de Beauvezer sont régulièrement traversées par de petits aqueducs de drainage. Ceux-ci fonctionnent à l'envers lors des crues, causant une submersion sous de faibles débits (hauteur et vitesse réduites) lors des crues du Verdon.

Cette inondation - qui ne présente pas de danger pour les personnes et qui reste exceptionnelle - semble souhaitable afin de prévenir du risque d'inondation en vue de l'évacuation du camping. Toute nouvelle construction doit être interdite derrière la digue.

B7

Dans la partie aval de la digue rive droite, les protections en enrochements sont fondées plus d'un mètre au-dessus du lit mineur. Un recalibrage du lit est nécessaire afin de détruire l'île centrale qui réduit les sections d'écoulement. Les matériaux seront poussés vers la rive droite. Lors de cette opération, le niveau du lit doit être calé, au plus bas, 30 centimètres au-dessus du fil d'eau d'étiage actuel.

Les protections en rive droite doivent être confortées. Deux solutions peuvent être retenues :

- Renforcer localement les protections en suivant l'évolution de la berge. Cette solution présente l'avantage d'étaler le coût des interventions.
- Renforcer systématiquement la berge dans les zones dégradées (environ 300 mètres) en mettant en place un sabot en enrochements de 6 à 8 m³/ml dont le sommet sera calé au niveau du fil d'eau d'étiage actuel. Seule cette solution permet d'assurer la résistance de la digue à une très forte crue. Elle présente l'inconvénient d'être coûteuse.

Quelque soit la solution choisie, il s'agit d'une intervention de première urgence.

B8

Au niveau de la station d'épuration, des écoulements diffus peuvent atteindre les installations. Tout aménagement de la station devra être réalisé sur des remblais (d'une hauteur proche de 1 mètre). On prendra soin de ménager des possibilités d'écoulement (dépressions) suivant l'axe général du lit.

Dans l'immédiat, une solution consiste à favoriser les écoulements entre la station d'épuration et le C.D. 908 en y creusant un chenal, la piste desservant la station empruntant un passage à gué (en eau seulement lors des crues dont la période de retour dépasse 50 ans). Un merlon en tout venant végétalisé en amont de la station d'épuration peut éventuellement compléter le dispositif.

Cette intervention n'est pas urgente.

3.6. Commune de Thorame Haute

3.6.1. Le Ravin d'Ondres

TH11

Le torrent dépose des matériaux lors des crues à l'extrémité aval de son cône. Ainsi, le pont qui franchit le ravin d'Ondres vers 1110 m d'altitude a été contourné et détruit lors des récentes crues. Il a été remplacé par un passage busé.

Ce type d'aménagement semble bien adapté aux contraintes de service de la route et aux mouvements du lit du torrent.

La construction d'un ouvrage moins vulnérable nécessiterait la construction d'un pont présentant une ouverture de 2 mètres de hauteur et de 4 mètres de largeur, avec un entonnement soigné pour réduire les risques d'obstruction par les flottants. Une protection contre les affouillements (1 à 2 mètres) doit être prévue à l'aval.

3.6.2. Le Verdon

TH1

En aval du confluent avec le torrent de St Pierre, le rétrécissement du lit du Verdon est d'abord lié à un lit majeur boisé très large le long de la rive gauche. Les protections en enrochements du C.D. 908 sont donc très sollicitées. Des renforcements ponctuels seront nécessaires en cas de dégradations. D'une manière générale, il semble très difficile de garantir la circulation en cas de crue sur le C.D. 908, sauf si l'on réalise des protections très coûteuses.

Il semble irréaliste de surélever la route pour éviter les débordements, en particulier au niveau du Pont d'Ondres. Par contre, on peut prévoir un élargissement du lit afin de favoriser les écoulements et abaisser les lignes d'eau. La largeur du lit mineur pourrait ainsi être portée à une centaine de mètres. On s'assurera lors de ces travaux que les adous en rive gauche ne sont pas détruits.

Cette solution améliore la situation, mais les risques de débordement entre le C.D. 908 et le versant rive droite sont encore significatifs.

Cette intervention n'est pas urgente.

TH2

Un camping est installé en rive droite, il n'a pas été inondé. Il est protégé par deux épis. Etant donnée la faiblesse des inondations dans l'extrémité du camping, il semble que seul un confortement des épis ainsi qu'un retalutage et une revégétalisation de la berge sont souhaitables.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

L'extraction de matériaux en amont immédiat des gorges ne pourra être autorisée que si les besoins régionaux sont assez importants pour excéder la ressource en queue de retenue de St André (voir ci-après).

3.7. Communes de la Mure - Argens et de S^t André

3.7.1. Issole en aval du Pont de Mourefrey

Amont de la voie ferrée

S11

En aval du pont de Mourefrey, l'Issole forme un méandre marqué avec une érosion en extradors et un dépôt en intradors. La route est menacée à moyen terme par une érosion en rive droite. Un confortement par des enrochements est possible. Ils auront une hauteur de 1.5 mètres par rapport au fil d'eau d'étiage.

Cette intervention n'est pas urgente.

S12

Au niveau de la décharge, le principe des aménagements a déjà été précisé dans l'expertise de Septembre 1995 : réduction des contraintes hydrauliques par une augmentation de la section d'écoulement. Les dispositions suivantes ont été proposées en cours d'étude lors de la réunion du 16 Juillet 1996 :

- Essartement de la pointe de l'isole située en rive gauche sur une surface approximative de 150 m². La superficie restante sera maintenue en l'état, car elle contribue à la protection du canal de la Mure - Argens. Cette mesure a été mise en oeuvre au cours de l'été 1996.
- Ecrêter le remblai de la décharge dans la partie avançant le plus dans le lit de l'Issole en déplaçant les déblais en amont et le plus en retrait possible par rapport à l'Issole.
- Empêcher tout nouveau déversement et clôturer à 10 m en retrait du sommet des talus.
- Améliorer l'ancrage et les fondations du perré existant protégeant la route en aval.

Aval de la voie ferrée

S13 - M11

En aval de la voie ferrée, une protection linéaire, sur les deux berges, est nécessaire au niveau des érosions. La largeur du lit ne devra pas être inférieure à celle sous le pont des C.F.P. et tout rétrécissement brutal du lit est à prescrire.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

M12

En amont de l'ancien pont routier, au droit d'un garage, l'érosion est particulièrement importante en rive gauche, Un élargissement du lit est souhaitable plutôt en reculant la rive gauche. Une protection de la berge par des enrochements sur une hauteur de 2 mètres sera alors nécessaire. Elle sera surmontée par une protection végétale sur une hauteur de 1 mètre.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

S14 - M12

Au droit de l'ancien pont du C.D. 955, un confortement des fondations de l'ouvrage, et du lit en amont est nécessaire. On réalisera un sabot en enrochements de 6 à 8 m³/ml dans les zones dégradées.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

M13

En amont du nouveau pont du C.D. 955, un confortement de la rive gauche est souhaitable. Il sera réalisé avec des enrochements (avec sabot) sur une hauteur d'un mètre par rapport au fil d'eau d'étiage. Le raccordement avec le sommet de la berge sera obtenu par des plantations.

Cette intervention n'est pas urgente.

3.7.2. Le Verdon

Amont du Pont de Quarante Mètres

M1

La rive droite est fortement érodée et instable en aval de l'exploitation de matériaux, les fortes divagations pouvant éroder ponctuellement les berges. Un glissement de terrain ainsi créé menace le C.D. 955. Deux épis ont donc été construits en pied de berge. Ils sont tous les deux affouillés en tête et l'extrémité du second est effondrée. La protection est trop ponctuelle et l'on peut observer, en aval, des érosions importantes des berges.

La construction d'un troisième épi est souhaitable afin d'éviter le développement du glissement de terrain. Les têtes des deux autres épis doivent être renforcées.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

L'extraction de matériaux ne pourra être autorisée que si les besoins régionaux sont assez importants pour excéder la ressource en queue de retenue de St André (voir ci-après).

Amont du pont de Méouilles

S1

La digue rive droite en amont du Pont de Méouilles est protégée par une maçonnerie renforcée par des enrochements localement déchaussés. Un confortement du pied sera souhaitable.

A l'extrémité amont de la digue, les remblais devant la digue ont été récemment (1996) érodés. La digue, et les terrains protégés sont actuellement menacés. Deux situations sont possibles :

1. Sous les remblais, la digue est bien protégée par des enrochements et des maçonneries. Une intervention n'est alors pas nécessaire.
2. Il n'y a aucune protection sérieuse (et bien fondée) sous les remblais. Un renforcement ou la construction d'une nouvelle protection en enrochements sont alors indispensables. Les

protections seront montées jusqu'au sommet de la digue. Une révégétalisation soignée doit être prévue dans ce site touristique.

Dans l'état actuel, seuls des sondages permettent de choisir le type de travaux à réaliser.

Il s'agit d'une intervention de première urgence.

S2

Le dépôt en queue de retenue

Plusieurs solutions peuvent être envisagées pour régler le problème d'engrèvement en aval du pont de Méouilles :

- Le rétablissement de la circulation des matériaux grossiers au niveau du barrage de Castillon. Cette solution impose de vider totalement le barrage durant des chasses de longue durée. Si elle règle définitivement le problème au niveau de S^t André, elle enlève l'essentiel de l'intérêt de l'équipement hydroélectrique. Elle n'est donc citée que pour mémoire.
- L'abaissement du niveau de la retenue afin de faciliter le dépôt lors des périodes de crue (en particulier en Novembre). Outre le manque à gagner vraisemblablement très important au niveau de la production électrique, cette solution ne fait que déplacer le problème :
 - * D'abord dans l'espace en favorisant le dépôt plus en aval.
 - * Ensuite dans le temps, le comblement de la retenue conduisant inexorablement à un dépôt au niveau du pont de Méouilles à moyen terme si le niveau de la retenue n'est pas de nouveau abaissé.
- Curer le lit au fur et à mesure des apports afin de rétablir un équilibre. Il est probable que le volume à extraire soit supérieur à la demande locale en matériaux. Une approche globale de la fourniture en matériaux dans la région doit donc être effectuée afin d'interdire les extractions sur d'autres sites le long du Verdon et - peut être - organiser l'évacuation des matériaux vers des sites où la pénurie en matériaux de qualité est particulièrement nette (comme Digne et surtout Nice).

La réalisation de curages réguliers semble donc préférable si l'on tient compte des différentes contraintes. Dans ce cas, les extractions devront être réalisées en aval du pont de Méouilles. En effet, une extraction en amont est beaucoup moins efficace, le Verdon se rechargeant en matériaux entre la zone d'extraction et la retenue, la réduction des apports dans le lac ne pouvant être obtenue qu'au prix d'une réduction importante de la pente.

Ainsi, une extraction située 1.5 kilomètres en amont du pont de Méouilles imposerait un enfoncement du lit de plus de 6 mètres de hauteur pour obtenir une réduction de pente de moitié et réduire ainsi significativement les apports dans le lac. Ce seul basculement de pente correspond à un volume de l'ordre de un million de m³ ! D'autre part, il imposerait des confortements de l'ensemble des ouvrages sur le Verdon comme sur l'Issole ainsi qu'un seuil de grande hauteur en amont de la zone d'extraction.

Les extractions doivent donc impérativement être conduites en aval du pont de Méouilles afin de maintenir le niveau du lit. Elles doivent être "asservies" à un contrôle topographique, ce qui induit des variations assez importantes des volumes extraits. Il est indispensable de prévoir un espace de stockage pour adapter les extractions aux fluctuations des apports du Verdon.

Les contraintes liées à un tel curage sont alors les suivantes :

- Pas d'extraction à moins de 200 mètres du pont de Méouilles.
- Réalisation de 2 profils transversaux à 75 mètres et 150 mètres en aval du pont. Le niveau moyen doit permettre de maintenir le seuil dégagé de quelques décimètres (afin d'éviter un dépôt en amont mais aussi de préserver la possibilité de franchissement par les poissons et de se garder d'une déstabilisation des ouvrages).
- Les extractions ne devront pas être conduites sur une épaisseur de plus d'un mètre afin d'éviter des fluctuations trop importantes du niveau du fond.
- La modulation des volumes extraits en fonction du niveau du fond au niveau des profils transversaux sera définie en fonction de la localisation et de la surface de la zone d'extraction.
- Les volumes d'extractions annuels devraient - hors crue exceptionnelle - être compris, suivant les années, entre 5 et 50 000 m³.

Le maintien du niveau du Verdon en aval et en amont du pont constitue un objectif de premier ordre.

3.8. Cours supérieur de l'Issole (commune de Thorame Basse)

TB1

L'Issole arrive au sommet d'un cône de déjection en amont de Château Garnier (commune de Thorame Basse). Elle menacerait donc le village si une digue n'évitait les divagations. Celle-ci est mal protégée contre les érosions (enrochements absents, sauf en crête de digue). Le risque de rupture de digue ne peut donc être exclu en cas de crue, même si, dans l'état actuel, il n'y a pas de point particulièrement sensible.

Deux types d'actions peuvent être envisagés :

1. Le confortement de tout le linéaire en amont du C.D. 2 par une protection mixte avec une hauteur d'enrochements de 1.5 mètres. Ces travaux correspondraient à un linéaire de 400 mètres environ et sont donc particulièrement coûteux.
2. La réparation des érosions au fur et à mesure des dégradations dans la digue. Cette solution, beaucoup plus économique, nécessite un suivi régulier de la digue. D'autre part, le risque de rupture est plus important que dans le cas précédent, même s'il reste assez faible. Pour préserver la végétation des berges, les travaux de confortement seront réalisés depuis le lit de la rivière après pêche de sauvetage.

Cette intervention n'est pas urgente.

Des remblais récents, en particulier au niveau du pont du C.D. 2, réduisent la section d'écoulement de façon dangereuse et facilitent les divagations et donc les érosions de berge. Il est indispensable de restaurer la section d'écoulement (en particulier sous le pont) et d'en profiter pour protéger les berges. On utilisera alors des techniques mixtes.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

Ravin de l'Estelle

Une forte digue au sommet du cône de déjection a maintenant une utilité réduite par l'enfoncement du lit. Un confortement ponctuel des dégâts occasionnés dans la digue lors des crues est à prévoir afin d'éviter un débordement en rive gauche, en particulier vers Château Garnier.

Cette intervention n'est pas urgente.

TB2

En aval du pont du C.D. 2, une érosion des berges est liée à des terrassements récents. Un confortement de berge par des techniques mixtes doit être prévu.

Il s'agit d'une intervention de seconde urgence.

Vallée entre la Bâtie et St André

Cette zone n'est pas uniquement située sur le territoire de la commune de Thorame Basse, mais présente une forte unité. Les recommandations ci-dessous concernent donc toutes les communes riveraines de l'Issole.

Sur l'ensemble de la vallée, la nature des menaces pour le C.D. 2 (érosion ponctuelle du remblai de la chaussée) conduit à valider les interventions actuelles (renforcement ponctuel en cas de dégradation).

D'autres enjeux (captages d'eau par exemple) doivent profiter du même type de protection.

Deux principes doivent être retenus :

- Ménager un lit aussi large que possible et éviter la concentration des écoulements. Etant donnée la faible largeur de la vallée, l'emploi d'épis est à proscrire, au bénéfice de protections longitudinales.
- Favoriser les protections mixtes, les enrochements ayant une hauteur par rapport au fil d'eau limitée à 1.5 mètres

4. L'ENTRETIEN DES BOISEMENTS ET LA GESTION DES EMBACLES

4.1. Principes d'élaboration du plan

Le plan d'entretien proposé définit un niveau d'entretien souhaitable tout au long des différents cours d'eau étudiés. Ces niveaux ont été établis en fonction d'une part des effets à attendre de l'entretien et d'autre part des enjeux locaux existants. Ces niveaux correspondent à plusieurs fréquences et types d'interventions possibles, l'une sur les boisements riverains, l'autre sur le bois mort (embâcles).

Quatre niveaux d'entretien différents sont proposés :

- **niveau 0 : pas d'entretien régulier.** Compte tenu de l'absence d'intérêt pour la collectivité dans l'entretien de ces secteurs, aucune intervention n'est proposée. On remarquera que ces secteurs représentent des linéaires importants sur le haut bassin versant du Verdon, où le fonctionnement naturel des cours d'eau a été largement préservé.
- **niveau 1 : gestion sélective des embâcles.** Sur ces secteurs, l'intérêt de l'entretien est limité, les interventions proposées sont donc minimales. Elles ne concernent que le bois mort présent dans la bande active ou les chenaux de crue. Seuls les embâcles pouvant présenter des risques hydrauliques seront éliminés. Les autres débris ligneux seront conservés car ils peuvent présenter de nombreux intérêts écologiques. Il s'agira donc souvent d'intervenir de manière ponctuelle pour éviter par exemple qu'un embâcle se forme ou qu'un talus routier soit érodé.
- **niveau 2 : gestion sélective des embâcles et entretien régulier des boisements riverains.** Situés dans des secteurs à enjeux plus importants que les précédents (zones plus ou moins urbanisées, zones agricoles), les cours d'eau doivent être entretenus régulièrement. La ripisylve sera entretenue mais le bois mort ne sera pas éliminé systématiquement (voir niveau 1).
- **niveau 3 : élimination systématique du bois mort et entretien très régulier des boisements riverains.** L'entretien présente des intérêts hydrauliques et paysagers importants (zones urbaines, ouvrages,...). Les interventions doivent être fréquentes. Les boisements seront entretenus très régulièrement et le bois mort éliminé de manière systématique.

4.2. Définition d'un plan d'entretien

Les différents niveaux d'entretien sont présentés sur les fiches descriptives des tronçons homogènes et sur des cartes couleurs au 1/15000 (voir les annexes). On obtient les linéaires suivants à entretenir :

niveau d'entretien	entretien de la ripisylve	enlèvement des embâcles	linéaire concerné
0	non	non	54,8 km
1	non	sélectif	7,5 km
2	régulier	sélectif	15,5 km
3	très régulier	systematique	16,4 km
Total bassin versant			94,2 km

Ce plan général est également présenté sur la carte ci-après et appelle les commentaires suivants :

le Verdon

Entre Allos et Colmars, l'entretien doit être plus ou moins régulier et intense selon les secteurs (voir le plan détaillé).

Dans les secteurs très encaissés et peu accessibles, entre la Foux et Allos en amont, et entre le pont Clot et le pont du Brec en aval, la ripisylve est peu développée et il n'y a pas de risque de formation d'embâcles. Le cours d'eau ne nécessite aucun entretien régulier.

Sur le Verdon en aval de Beauvezer et en dehors des gorges, des travaux réguliers ne sont pas non plus justifiés.

Dans ces secteurs où le Verdon peut largement divaguer, les surfaces à entretenir pour apporter des améliorations significatives à l'écoulement des crues sont trop vastes pour envisager de les entretenir régulièrement. Par ailleurs, le bois mobilisé par les crues est essentiellement lié aux phénomènes érosifs, érosion des terrasses en bordure des bras vifs et glissements de terrain. Un entretien régulier des boisements n'apporterait à ce point de vue aucune amélioration.

Dans une bande active très large comme le Verdon en aval de Colmars, le maintien de la capacité d'écoulement est donc assuré naturellement par les mouvements du lit lors des crues.

La protection d'ouvrages ou de terrains situés dans la bande de divagation peuvent cependant nécessiter quelques interventions pour éviter le blocage de bois sur les zones végétalisées. Mais celles-ci doivent rester ponctuelles et leur opportunité être jugée au cas par cas.

On préférera dans ce cas, faire des éclaircies manuelles et sélectives pour limiter le développement de la végétation arborée, plutôt que pratiquer un essartage mécanique plus bouleversant pour le milieu.

Dans ces secteurs, le niveau d'entretien proposé est donc symbolisé sous la forme "0-1".

l'Issole

Dans la longue vallée étroite de l'Issole en aval de Château Garnier, l'entretien doit rester ponctuel et lié au risque de dégradation du talus routier comme pour le Verdon en aval de Colmars (niveau d'entretien symbolisé "0-1").

4.3. Travaux d'entretien

Les travaux d'entretien doivent préserver les nombreux rôles bénéfiques de la ripisylve dans le fonctionnement général du cours d'eau. Pour cela, les interventions doivent être sélectives et donc manuelles.

Quelques recommandations générales sur la manière de réaliser les travaux d'entretien sont présentées ci-après.

4.3.1. Largeur de rive à traiter

Pour des cours d'eau à fortes capacités érosives comme sur le haut bassin du Verdon, il est indispensable de traiter la berge sur une largeur importante si on veut obtenir une certaine efficacité hydraulique par ce type de travaux.

Pour éviter la chute d'arbres dans le lit et les risques d'embâcles conséquents, les interventions doivent donc être réalisées sur une large bande riveraine d'au moins 3-5 m. Pour la même raison, tous les bras existants et les chenaux de crue² doivent aussi être dégagés des obstacles éventuels.

On doit également éviter de couper trop systématiquement la végétation située au contact immédiat berge/lit et favoriser au maximum le développement d'une végétation basse arbustive et buissonnante sur le premier mètre de berge.

En effet, les branches basses, les arbustes et buissons situés à proximité du lit participent à la diversité des habitats près ou dans l'eau, sont une source de nourriture importante pour les poissons (nombreux insectes) et apportent un ombrage diversifié. En cas de crue, cette végétation souple apporte une grande résistance à l'arrachement et si elle est finalement arrachée représente peu de risque pour l'aval (volume de bois faible, peu encombrant). Elle a donc tout intérêt à être préservée au maximum.

4.3.2. Sélectivité des interventions

Pour être efficace et limiter les impacts éventuels des travaux sur le fonctionnement écologique du cours d'eau, toutes les interventions doivent être définies au préalable et répondre à des objectifs précis.

De manière générale, les travaux d'entretien des boisements visent par des coupes sélectives à :

- éviter la chute d'arbres dans le lit. Les abattages concernent alors des arbres affouillés ou en mauvais état sanitaire et susceptibles de créer des embâcles. Ils s'appliquent aussi en priorité aux essences très sensibles à l'arrachement (peupliers, résineux).

² bras préférentiels d'écoulement des eaux en zones ouvertes ou boisées.

- favoriser les écoulements en crue. Les éclaircies concernent essentiellement la strate arborée, principal frein aux écoulements.
- renforcer l'état sanitaire de la ripisylve. Il s'agit de techniques forestières classiques (élagage, recépage,...) pour maintenir un bon état sanitaire des peuplements tout en préservant ou favorisant leur diversité au niveau des strates, âges et espèces présentes.
- valoriser le potentiel paysager représenté par le cours d'eau et ces espaces riverains. Les éclaircies peuvent concerner toute la strate végétale pour permettre une meilleure perception du cours d'eau.

Remarque : L'importance de la fonction paysagère du cours d'eau et de ses espaces a déjà été évoquée précédemment. Cet aspect est pour l'instant insuffisamment pris en compte au cours des chantiers. Sur certains sites, une valorisation paysagère du cours d'eau aurait pu être particulièrement bénéfique.

4.3.3. Devenir du bois et des rémanents

Les travaux d'entretien lorsqu'ils n'ont jamais été faits ou n'ont plus été faits depuis longtemps, produisent une grande quantité de bois.

Actuellement, le bois débité en morceaux et les rémanents issus des chantiers sont fréquemment abandonnés sur les berges (difficultés pour faire des feux).

L'abandon de ce bois présente les inconvénients suivants :

- le bois entreposé ainsi sera repris et entraîné plus en aval par les crues. Les volumes non négligeables produits par ces chantiers ne sont pas sans risque et peuvent provoquer des bouchons au niveau de pont ou de zone étroite par exemple. La situation actuelle la plus critique est sans doute sur le Bouchier, où beaucoup de bois a été entreposé à l'intérieur d'un coude juste en amont d'une zone très sensible aux inondations (caserne des pompiers).
- le bois déposé sur les rives étouffe les jeunes rejets qui doivent assurer le renouvellement de la ripisylve.
- l'amoncellement de bois mort dévalorise l'image du cours d'eau dans les secteurs à enjeux paysagers. Exemple : l'Issole en amont de Thorame Basse près de la route et du chemin de randonnée, le Bouchier près des zones aménagées en espace de loisir (jeux pour enfants, passerelle piétonne), la Chasse à Villars-Colmars, etc...

Le bois produit par les chantiers doit donc obligatoirement soit être placé hors d'atteinte des eaux en crue, soit être éliminé ou évacué.

Pour cela, la solution consiste à évacuer le bois valorisable vers des zones de stockage, situées hors d'atteintes des crues et facilement accessibles par les riverains. Un tracteur et une remorque sont indispensables pour réaliser cela correctement.

Les rémanents (branches, déchets végétaux divers,..) doivent soit être brûlés sur place en respectant la législation concernant les feux, soit être déplacés dans des secteurs plus éloignés du lit mineur où, mis à plat, ils pourront se décomposer plus rapidement. Cette dernière solution est envisageable dans tous les secteurs forestiers où les boisements sont larges, alors que le brûlage est indispensable dans les secteurs plus fréquentés ou plus étroits.

Remarque : Sur plusieurs secteurs, les riverains câblent des troncs d'arbres contre la berge puis remblaient avec des matériaux divers, espérant ainsi assurer une bonne protection de la berge. Il s'agit en fait d'un moyen de fortune peu adapté à la protection permanente de la rive. En effet, elle ne permet pas une revégétalisation rapide de la berge, et crée des courants transversaux, susceptibles d'attaquer la berge opposée. Par ailleurs, la fixation des troncs sur le haut de la rive s'avère parfois insuffisante et ceux-ci peuvent alors être arrachés.

4.4. Programmes de travaux à engager

4.4.1. Définition et localisation des interventions

L'entretien des cours d'eau débute par une phase de travaux relativement intenses, appelée classiquement programme de restauration. Celui-ci couvre un certain nombre de secteurs où l'état actuel ne correspond pas aux niveaux d'entretien souhaitables définis précédemment.

Ces secteurs sont présentés sur des cartes au 1/15000 (annexe) et sur la carte et le tableau de synthèse ci-après. Ils représentent 21,8 km de cours d'eau.

Des fiches détaillées décrivent précisément le type d'interventions sur chacun des secteurs à restaurer. Elles comprennent :

- un descriptif du secteur à traiter (le n° du secteur renvoie à la carte)
 - le type d'interventions à réaliser
 - des recommandations spécifiques
 - un ordre de priorité de l'intervention en fonction des enjeux locaux liés à celle-ci
 - le linéaire concerné et la localisation (limite amont et aval)
 - le ou les objectifs des interventions sur le secteur à restaurer.
1. Le rétablissement du gabarit du cours d'eau lorsque celui est encombré et la limitation des phénomènes érosifs liés aux embâcles présents
 2. La réduction du risque de formation d'embâcles en crues
 3. L'amélioration de l'état sanitaire de la ripisylve, afin de renforcer les systèmes racinaires qui assurent la tenue des berges et une partie de l'épuration des eaux.
 4. La mise en valeur paysagère du site

La définition de ces objectifs oriente les interventions pour éviter un traitement trop uniforme des berges :

- L'objectif 1 pour améliorer l'écoulement indique que le lit principal comme les éventuels chenaux de crue doivent être dégagés du bois formant obstacle, et que la ripisylve doit être éclaircie pour y favoriser les écoulements.
- L'objectif 2 pour éviter la formation d'embâcles indique qu'il faut éliminer le bois mort et couper les arbres en mauvais état pouvant former des embâcles.
- L'objectif 3 pour améliorer l'état sanitaire indique qu'il faut recéper les arbustes endommagés, couper les arbres affouillés, mettre en valeur les jeunes rejets et les repousses (taille de formation, dégagement),...
- Enfin l'objectif 4 paysager indique qu'il faudra pratiquer des éclaircies sélectives pour rendre le cours d'eau plus visible à partir de certains points de vue (route, chemin,...) et donc traiter par exemple les talus routiers.

Deux exemples d'interventions sont présentés ci-après.

A l'issue de ce programme, des travaux moins intenses et plus ou moins réguliers d'entretien doivent alors être engagés. Ils devront suivre le plan d'entretien sectorisé établi précédemment, qui indique pour chaque secteur des niveaux d'entretien souhaitables.

Ce plan n'est cependant pas figé et peut évoluer en fonction de l'apparition de nouveaux enjeux.

4.4.2. Moyens à mettre en oeuvre

a) programme de restauration

Le nombre de journées de travail nécessaire à la réalisation du programme de restauration a été estimé sommairement.

Pour cela, une estimation a été faite sur chacun des secteurs à traiter en fonction de l'intensité des travaux à réaliser et du linéaire à traiter.

On obtient au total environ **270 journées de travail** pour une équipe de professionnels, avec une vitesse d'avancement moyenne de 76-80 m/j³ (pour les deux berges).

En prenant comme hypothèse, un prix de journée de 5000 F HT pour une équipe, le montant des travaux de restauration proposé s'élève donc à 1,36 M.F. H.T.

Pour l'équipe actuelle du SIVU du Haut Verdon, avec l'hypothèse d'un rendement inférieur de 30-35 % (analyse des documents fournis par le chef d'équipe), cela représente environ **400 journées de travail** ou une vitesse d'avancement moyenne de **50-55 m/j**.

b) programme d'entretien

A l'issue du programme de restauration, les travaux d'entretien s'intéresseront à une quarantaine de kilomètres de cours d'eau, dont 32 km pour des travaux réguliers à mener sur les embâcles et les boisements.

Ces secteurs doivent être entretenus avec une périodicité plus ou moins importante selon les secteurs et variant de 3 à 5 ans. Pour maintenir les cours d'eau dans l'état souhaitable proposé sur le plan d'entretien, il faudra donc entretenir à l'issue du programme de restauration 8 à 15 kilomètres par an.

4.4.3. Programmation des travaux sur 5 ans

La logique d'interventions sur le bassin versant pour le programme de restauration est la suivante :

- intervenir d'abord sur les secteurs jugés prioritaires (en amont et dans les secteurs urbains).
- traiter la partie aval des cours d'eau avant de traiter la partie amont.
- regrouper les différents secteurs géographiquement proches.
- enfin prendre en compte les conditions météorologiques qui peuvent rendre les travaux plus difficiles à certaines périodes (neige, montée d'eau,...). La programmation suivante ne prend pas en compte cet aspect et pourra donc être modifiée en fonction de ces contraintes.

³ ce rendement moyen ne correspond pas à des vitesses réelles, celles-ci peuvent en effet varier du simple au triple selon les secteurs et le travail à réaliser.

La prise en compte de ces différents éléments aboutit à la programmation suivante :

Rivière	N° sect.	Commune	Linéaire	Priorité	Durée prévis.	Mois début
Issole	8	St-André	1200 ml	1	20 j	M0
Ivoire	1	Allons	1400 ml	1	13 j	M1
Ivoire	2	Allons	1400 ml	3	28 j	M2-M3
Ivoire	3	déjà réalisé				
Bouchier	1	Allos	400 ml	1	20 j	M4
Bouchier	2	Allos	250 ml	1	3 j	M4
Bouchier	3	Allos	450 ml	1	2 j	M4
Chadoulin	1	Allos	800 ml	1/2	14 j	M5
Chasse	1	Villars-Colmars	600 ml	1	17 j	M5-M6
Chasse	2	Villars-Colmars	600 ml	1	4 j	M6
Issole	4	Thorame Basse	900 ml	1	9 j	M6
Estelle	1	Thorame Basse	1100 ml	1	16 j	M7
Issole	6	Thorame Basse	80 ml	1	2,5 j	M7
Issole	3	Thorame Basse	700 ml	1	20 j	M8
Verdon	4	Colmars	1550 ml	2	63 j	M8/M11
Verdon	3	Colmars	1500 ml	2	55 j	M11/M14
Verdon	2	Allos	1500 ml	2/3	15 j	M14
Verdon	1	Allos	240 ml	2	2 j	M15
Issole	7	St-André	400 ml	2	5 j	M15
Issole	5	Thorame Basse	350 ml	2	6 j	M15
Issole	1	Thorame Basse	700 ml	2	6 j	M15
Issole	2	Thorame Basse	1100 ml	2	22 j	M16
Encure	1	Lambruisse	4300 ml	2	50 j	M17-M19
fin du programme de restauration						

La dernière colonne simule l'avancement du chantier de restauration mois par mois. Si on estime qu'il est possible de travailler 180 j par an (= 220 j - 20 j intempéries - 20 j neige), soit 9 mois par année, le chantier de restauration avec 1 seule équipe durera donc 2 ans.

Il faudra alors réaliser des travaux plus légers d'entretien régulier en suivant le plan d'entretien présenté précédemment... on commencera par traiter les secteurs classés en niveau d'entretien 3 (environ 16,5 km), où les enjeux et risques sont les plus importants avec une fréquence triennale voir annuelle si nécessaire. Les secteurs classés en niveau 2 (environ 15,5 km) seront entretenus au moins tous les cinq ans.

Sur les secteurs classés en niveau d'entretien 1 (environ 7,5 km), seuls les embâcles à risque seront éliminés régulièrement et ces opérations ne peuvent être quantifiées par avance.

On obtient ainsi une programmation théorique minimale de :

- Année 3

- secteurs en niveau d'entretien 3 : 5,4 km

- secteurs en niveau d'entretien 2 : 3,1 km

Total = 8,5 km

Durée probable = 60 j ou 3 mois pour une équipe

- Année 4

- secteurs en niveau d'entretien 3 : 5,4 km

- secteurs en niveau d'entretien 2 : 3,1 km

Total = 8,5 km

Durée probable = 60 j ou 3 mois pour une équipe

- Année 5

- secteurs en niveau d'entretien 3 : 5,4 km

- secteurs en niveau d'entretien 2 : 3,1 km

Total = 8,5 km

Durée probable = 60 j ou 3 mois pour une équipe

Cette programmation théorique de l'entretien doit être considérée avec précaution. Une crue importante peut causer d'importants dégâts au niveau des boisements riverains et nécessiter à nouveau des opérations beaucoup plus lourdes d'entretien.

Par ailleurs, cette programmation ne prend pas en compte les secteurs où les embâcles à risque doivent être éliminées.

4.4.4. Contexte législatif et réglementaire des travaux d'entretien

En application de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et du décret 93-1182 du 21 octobre 1993, l'intervention d'une collectivité locale dans le domaine privé est soumise à une procédure administrative préalable à la réalisation des travaux.

Les travaux entrent en effet dans le cadre de l'article 31 de la loi sur l'eau, qui habilite les collectivités territoriales à réaliser des travaux reconnus d'intérêt général du point de vue de l'aménagement des eaux, dans les conditions prévues par les articles L151-36 à L151-40 du nouveau code rural.

Celles-ci prévoient notamment **une enquête publique au titre de la déclaration d'intérêt général**.

Cette procédure permettra notamment d'intervenir sur les terrains privés avec une servitude de passage pour la réalisation du premier programme de travaux, puis pour la réalisation de l'entretien ultérieur.

La loi prévoit également des possibilités pour faire participer financièrement les riverains aux travaux de restauration ou d'entretien ultérieur.

Par ailleurs, le montant des travaux étant supérieur à 1 M.F. mais inférieur à 12 M.F., les travaux seront soumis à déclaration et une demande au titre de la Police des eaux devra être faite (§ 6.1.0. de la nomenclature du décret n°93-743 du 29 mars 1993).

Enfin, la collectivité qui réalise des travaux de restauration s'engage à assurer la pérennité de ces actions, et donc **à assurer un suivi et un entretien satisfaisant** des cours d'eau (article L151-40 du nouveau code rural).

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX