

ACTION B23

# ÉTUDE HYDRAULIQUE ET TRANSPORT SOLIDE DE L'EMBROYE



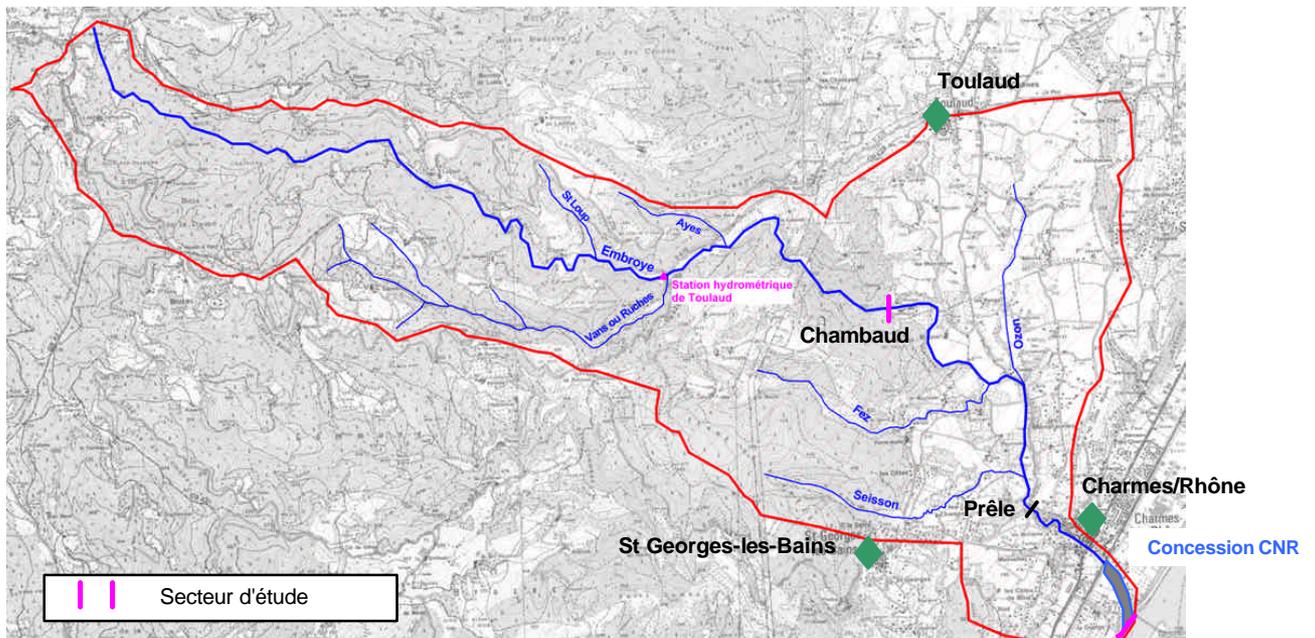
## SYNTHESE

05.B.7.3.200/5

MAI 2006

# 1. LE BASSIN VERSANT DE L'EMBROYE

L'Embroye est un affluent de la rive droite du Rhône. Elle draine un bassin versant de 25 km<sup>2</sup>, forestier en amont du lieu-dit "Chambaud", rural en amont de Prêle puis urbanisé sur sa partie aval.

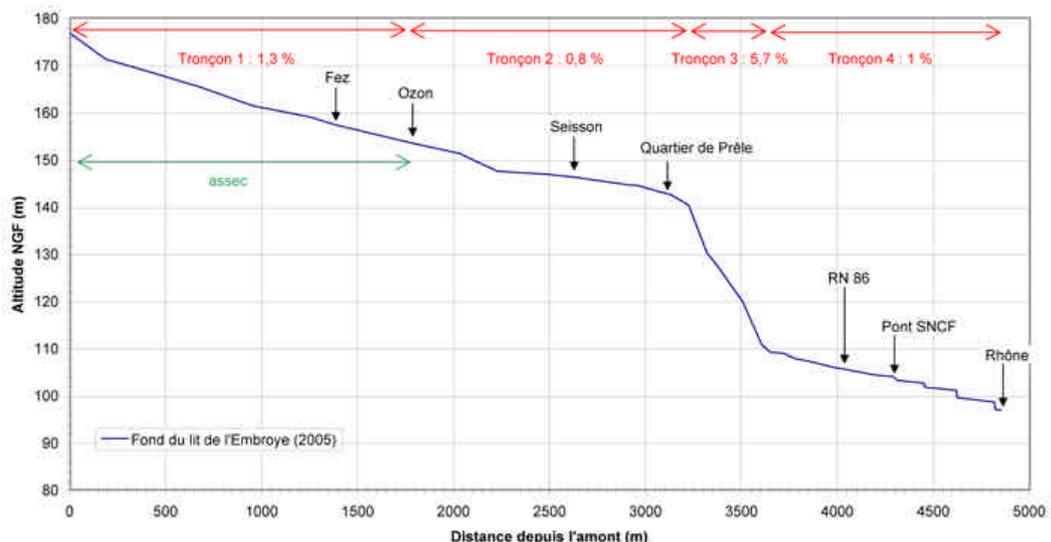


Le bassin versant de l'Embroye s'étend sur 4 communes : Charmes/Rhône, St Georges-les-Bains, Toulaud et Gilhac et Bruzac.

Les principaux affluents sont le ruisseau St Loup, le ruisseau des Vans ou des Ruches, le ruisseau des Ayes, la Fez, l'Ozon et le Seisson.

Le profil en long de l'Embroye, à l'aval de Chambaud, est le suivant :

Profil en long de l'Embroye entre Chambaud et le Rhône (2005)



En amont de la confluence avec l'Ozon, le ruisseau est non pérenne. En aval, le débit d'étiage est soutenu par l'Ozon et par la source de Prêle.

Les débits de crue calculés aux exutoires des différents bassins versants sont les suivants :

Bassin	Superficie (km <sup>2</sup> )	Temps de concentration	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>1937</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Embroye à Chambaud	14,3	2,4 h	21,4	63,2	109,8
Embroye à Charmes	25,0	3,4 h	33,1	109,4	190,0
Fez	2,2	1,0 h	5,2	19,7	34,2
Ozon	3,7	1,9 h	7,6	28,4	49,3
Seisson	1,7	1,0 h	4,3	17,2	29,9

Remarques :

- Le temps de concentration correspond à la durée mise par une goutte d'eau tombée à l'extrémité du bassin pour parvenir à son exutoire.
- La crue de 1937 est la crue la plus forte jamais enregistrée.

## 2. ÉTAT DES LIEUX ET ANALYSE DE L'EMBROYE AVAL

### 2.1 HISTORIQUE DES CRUES

- 1937 : débit de 190 m<sup>3</sup>/s estimé à la confluence avec le Rhône. Ce fut une crue exceptionnelle (période de retour de l'ordre de 1 000 ans).
- 21 août 1958 : débit estimé à 83 m<sup>3</sup>/s sous le pont de la RN86.
- 30 septembre 1960 : débit estimé à 120 m<sup>3</sup>/s.
- Depuis 1963 (aménagement CNR avec création de la chute de Beauchastel), aucune crue majeure n'a été observée en aval des gorges.

### 2.2 AMÉNAGEMENTS CNR

La chute de Beauchastel a été mise en service en 1963. L'aménagement est constitué d'un barrage sur le Rhône situé au droit de Charmes/Rhône et d'une usine hydroélectrique située à Beauchastel. L'Embroye se jette dans le canal d'amenée de cette usine.

Dans le cadre de cet aménagement, la Compagnie Nationale du Rhône a recalibré le lit de l'Embroye à l'aval du pont SNCF. La capacité actuelle de l'Embroye aval est de 300 m<sup>3</sup>/s. Ces aménagements se sont traduits pour l'Embroye par la mise en place d'un plan d'eau dont la cote maximale est de 104,40 mNGF (débit minimum du Rhône). En cas de crue du Rhône, les vannes du barrage sont ouvertes et la ligne d'eau du Rhône, à la confluence avec l'Embroye, s'abaisse.

### 2.3 OUVRAGES

Tout au long de l'Embroye aval, on dénombre 11 ponts, 1 passage à gué et 5 seuils. Ces ouvrages ont ou ont eu différentes utilités :

- Pont canal et son seuil de prise d'eau en amont :



*Seuil de prise d'eau*

*Remarque : ces aménagements sont actuellement remis en état par un cabinet d'architectes*



*Pont canal*

- Franchissement de rivière :



*Passerelle de Prêle ou pont Neuf*



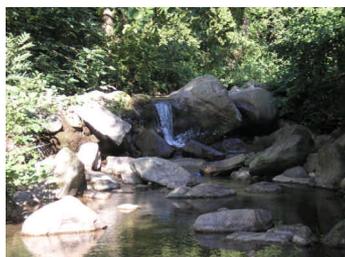
*Gué de Prêle*

- Passage de canalisation d'irrigation :



*Canalisation d'irrigation à Chambaud*

- Seuils d'alimentation d'anciennes prises d'eau :



*Seuil en aval du pont du Moulin*

Globalement, tous les ouvrages sont en bon état. On n'observe aucun problème de déstabilisation des ponts. Certains ont toutefois été renforcés par des protections en enrochements de part et d'autre des culées. Enfin, certains seuils présentent des problèmes d'infiltration mais qui n'engendrent pas de risque de déstabilisation.

Presque tous les ouvrages sont suffisamment dimensionnés pour laisser passer une crue centennale. Seuls le gué de Prêle (limitant aussi le transport de matériaux) et la passerelle de Prêle ont une section limitante.

## 2.4 OCCUPATION DU SOL ET ENJEUX

L'occupation du sol se répartit en 3 zones :

- De Chambaud à Prêle : les rives de l'Embroye sont occupées principalement par des terres agricoles (vergers, céréales,...). L'habitat est dispersé, on trouve cependant des habitations proches du lit mineur : Chambaud, Mirabel, le centre équestre, Prêle.
- De Prêle au pont du Moulin : zone de gorges. Pas d'enjeux particuliers.

- Du pont du Moulin au Rhône : zone fortement urbanisée avec la commune de Charmes/Rhône en rive gauche et de St Georges-les-Bains en rive droite. Globalement, les habitations en bordure de rivière ont leurs surfaces habitables situées à partir du premier étage. D'autres habitations sont protégées par des murs. Les zones d'activités sont assez éloignées du lit de l'Embroye.

## 2.5 USAGES DE L'EAU

Sur l'Embroye aval, on recense trois types d'usages :

- Intérêt piscicole : En amont du pont SNCF, l'Embroye est un cours d'eau de 1<sup>ère</sup> catégorie (présence, entre autres, de truite fario, goujon, vairon, chevesne, barbeau méridional). En aval, il s'agit d'un cours d'eau de 2<sup>ème</sup> catégorie (loche franche, goujon, perche, brochet, anguille, etc.). Des aménagements piscicoles (seuils, caches,...) ont été réalisés par l'AAPPMA "la Truite de l'Embroye et du Turzon" (environ 1 200 pêcheurs) afin d'améliorer la qualité piscicole. Les derniers aménagements réalisés datent de juillet 2006 avec la mise en place de seuils piscicoles, de déflecteurs et de blocs pour diversifier le milieu en amont du gué de Prêle.



*Mise en place de seuils à intérêt piscicole en amont du pont Sarzier*

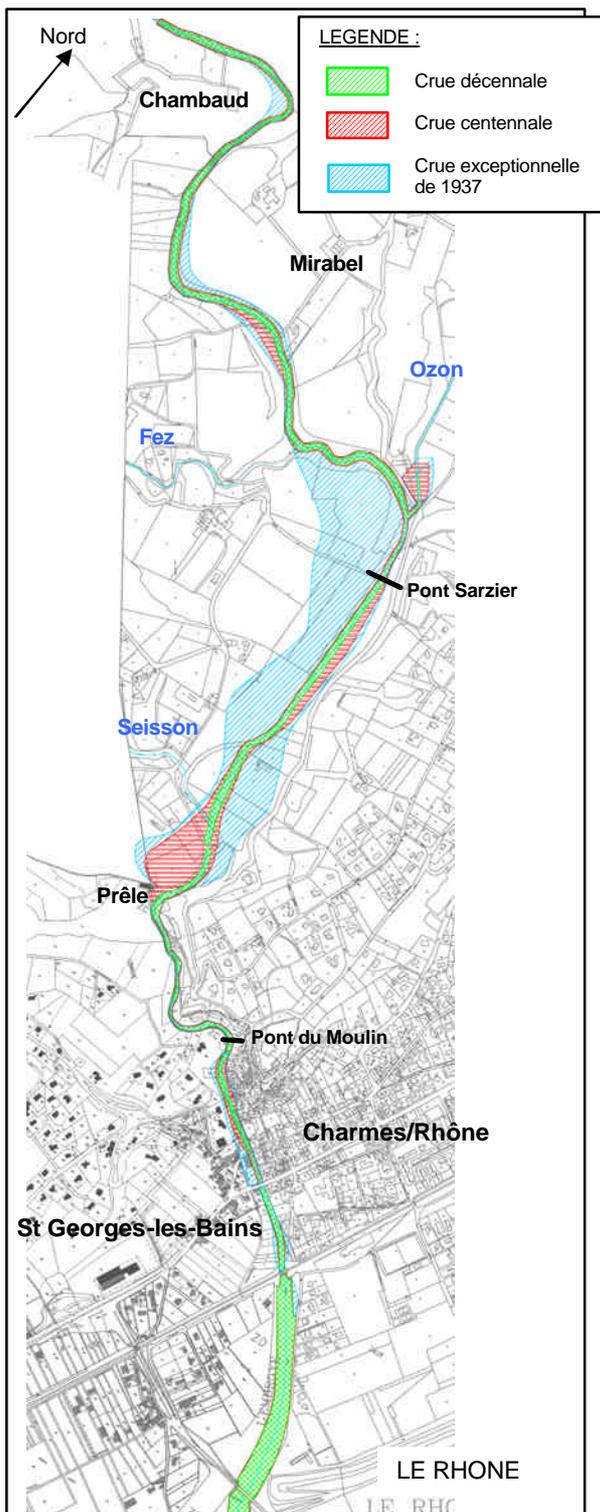
- Loisirs : Le plan d'eau situé en aval du pont SNCF a été aménagé en port de plaisance.



- Irrigation : tout au long de l'Embroye, on trouve différents points de pompage pour l'irrigation agricole.

### 3. INONDABILITÉ ET TRANSPORT SOLIDE

#### 3.1 INONDABILITÉ



La modélisation des écoulements a été réalisée à l'aide du logiciel ISIS Flow.

63 profils en travers de la rivière et des ouvrages ont été levés par un géomètre-expert et par la CNR.

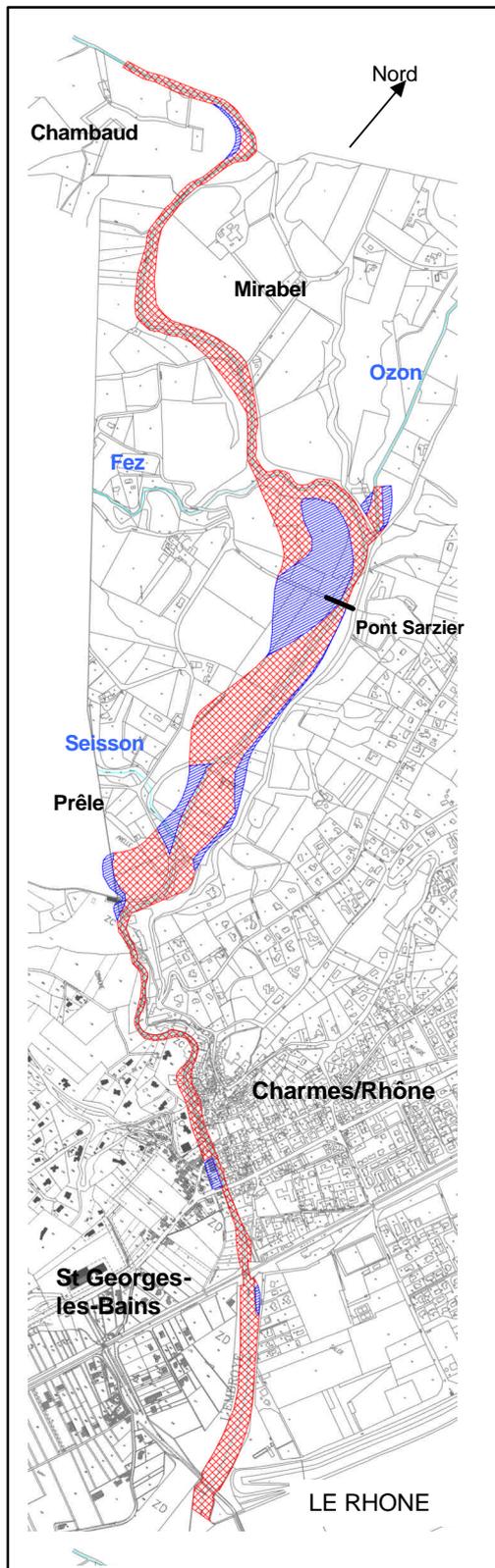
La modélisation a été faite avec la condition limite aval la plus préjudiciable, à savoir une cote de 104,4 mNGF pour le plan d'eau.

Le calage du modèle a été réalisé à partir des cotes relevées lors des crues passées.

#### Résultats de la modélisation :

- Globalement, pour la crue décennale, on observe peu de débordement. Au droit du gué de Prêle, en rive droite, on a un débordement de l'ordre de 10 cm.
- Pour la crue centennale, les débordements sont plus importants :
  - Ozon : débordements de part et d'autre pouvant atteindre 1 m.
  - Aval du pont Sarzier : débordement en rive gauche, jusqu'à 70 cm d'eau.
  - Secteur de Prêle inondé sous 30 à 50 cm d'eau.
  - Aval du pont du Moulin : débordement atteignant les 70 cm.
- Pour la crue exceptionnelle (1937), l'Embroye déborde en rive droite dès la confluence avec la Fez et jusqu'à Prêle. Les hauteurs d'eau atteignent 60 cm à 1 m. À l'aval du pont Sarzier, les terrains en rive gauche sont inondés sous 1 m d'eau. Enfin, à l'aval du pont du Moulin, les débordements (en rive droite et gauche) peuvent atteindre 1,5 m.

## 3.2 ALÉA



A partir des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement, une carte de l'aléa pour la crue exceptionnelle (1937) a été réalisée.

La détermination de l'aléa suit les critères suivants :

		Vitesse d'écoulement $v$ en m/s		
		$v < 0,5$	$0,5 \leq v < 1,0$	$v \geq 1,0$
Hauteur d'eau $h$ en m	$h \geq 2,0$	aléa fort	aléa fort	aléa fort
	$1,0 \leq h < 2,0$	aléa fort	aléa fort	aléa fort
	$h < 1,0$	aléa faible	aléa fort	aléa fort

Au vu des hauteurs d'eau et des vitesses, l'ensemble du lit mineur est situé en aléa fort.

Dans le lit majeur, de nombreuses zones sont situées en aléa fort : Prêle, rive droite à l'aval du pont Sarzier. Cela est dû aux fortes vitesses d'écoulement, supérieures à 0,5 m/s.

Dans le centre-ville, les hauteurs d'eau et surtout les vitesses importantes dues à l'étranglement de l'Embroye place le secteur en aléa fort.

### 3.3 MORPHODYNAMIQUE

#### a. Évolution du lit de l'Embroye

L'évolution du lit de l'Embroye a été déterminée à partir de données cartographiques établies en 1890 et en 2005. La seule modification du lit de l'Embroye est une coupure de méandre réalisée dans les années 1970, au droit de la confluence du Seisson.

Cet aménagement de l'Embroye a entraîné un phénomène d'érosion régressive. En effet, on observe, en amont de la confluence avec le Seisson, non seulement une érosion des berges mais aussi un enfoncement du lit de 1 à 2 m par rapport au thalweg de 1890.



*Érosion de la berge rive gauche, au droit du centre équestre*

#### b. Extraction dans le lit mineur

Les seuls travaux d'extraction dans le lit mineur de l'Embroye sont effectués par la CNR à l'aval du pont SNCF (en moyenne tous les 10 ans).

Les volumes de matériaux mis en jeu sont les suivants, d'après la chronique des curages :

- Sur 270 m à l'aval du pont SNCF, apport de 360 m<sup>3</sup>/an de graviers provenant de l'Embroye.
- Jusqu'au pont de la RD11, apport de 1 000 m<sup>3</sup>/an de matériaux limoneux apportés par l'Embroye.
- En aval du pont de la RD11, apport de 3 000 m<sup>3</sup>/an de matériaux limoneux provenant du Rhône.

#### c. Dysfonctionnements observés

Sur tout le linéaire de l'Embroye, on observe plusieurs zones d'érosion de berge, et en particulier :

- entre le pont Sarzier et le quartier de Prêle. Cette érosion de berge et l'enfoncement du lit associé sont dus à la coupure de méandre réalisée en aval, dans les années 1970. Cet aménagement a eu pour conséquence de modifier la pente d'équilibre que l'Embroye avait atteint sur ce secteur. La rivière cherche maintenant à restaurer cette pente en arrachant des matériaux en amont : phénomène d'érosion régressive. Toutefois, jusqu'à présent, aucun phénomène de déstabilisation d'ouvrage n'est observé.

- la falaise de Carcavel : un sapement du pied de berge par l'Embroye et les infiltrations d'eau dans le sol limoneux de la falaise entraînent un effondrement progressif de la falaise dans le lit de l'Embroye. Cependant, il s'agit de matériaux fins facilement emportés par la rivière.



*Falaise de Carcavel*

On ne trouve que très peu d'atterrissements dans le lit de l'Embroye. Le seul secteur concerné est l'amont du gué de Prêle. Le transport solide à l'amont de cet ouvrage est bloqué du fait des faibles dimensions de celui-ci.

### 3.4 TRANSPORT SOLIDE

L'apport de matériaux se fait soit par l'érosion à l'amont du bassin versant (chutes de blocs, glissement de terrain,...) soit par l'érosion directe par l'Embroye (érosion des berges, enfoncement du lit,...).

Trois mesures granulométriques ont été réalisées dans le lit de l'Embroye afin de déterminer les volumes transportés annuellement par l'Embroye.

Le débit de début d'entraînement des matériaux, débit à partir duquel les matériaux de diamètre moyen commencent à être charriés, correspond au débit morphogène, c'est-à-dire le débit considéré comme le plus efficace du point de vue morphologique. Il correspond, dans le cas de l'Embroye, aux plus hautes eaux annuelles. Les valeurs au droit de Chambaud et à Prêle sont :

SITE	Chambaud	Prêle
$Q_0$	6 m <sup>3</sup> /s	10 m <sup>3</sup> /s

A partir de ces valeurs et des caractéristiques physiques des 2 sites étudiés, on a estimé les volumes de matériaux charriés annuellement par l'Embroye et dans le cas des crues (formules de Meyer-Peter et Lefort). On obtient les valeurs suivantes :

Tronçon	Volume charrié annuellement	$V_{10}$	$V_{100}$	$V_{1937}$
1 : Chambaud-Ozon	~ 300 m <sup>3</sup>	~ 500 m <sup>3</sup>	~ 3 000 m <sup>3</sup>	~ 6 500 m <sup>3</sup>
2 : Ozon-Prêle	~ 300 m <sup>3</sup>	~ 400 m <sup>3</sup>	~ 2 500 m <sup>3</sup>	~ 5 500 m <sup>3</sup>

Pour le volume charrié chaque année, on retrouve la même valeur que celle estimée par la CNR à savoir 360 m<sup>3</sup>/an en aval du pont SNCF.

### 3.5 CONCLUSION

- Les problèmes d'inondation ont surtout lieu sur le secteur de Prêle, en rive droite et dans le village, en aval des gorges, où ils concernent l'étage inférieur des habitations.
- On observe des problèmes d'érosion de berges et d'enfoncement du lit sur le secteur Sarzier-Prêle dus à la coupure d'un méandre réalisée dans les années 1970 et d'autre part, en face de Mirabel avec l'effondrement de la falaise de Carcavel.
- Le gué de Prêle fait obstacle au transport solide. Il se retrouve rapidement obstrué, ce qui accentue le problème d'inondation.

## 4. AMÉNAGEMENTS

Afin de résoudre les quelques problèmes existants sur le bassin versant aval de l'Embroye, des aménagements et préconisations sont proposés :

- Recalibrage du gué de Prêle afin qu'il permette le passage d'une crue biennale mais surtout qu'il ne fasse pas obstacle au passage des matériaux,
- Surveillance de la falaise de Carcavel. Coupe des arbres en travers mais maintien des souches pour la stabilisation du pied de berge,
- Surveillance des berges entre Sarzier et Prêle mais pas d'action pour l'instant afin de maintenir l'apport solide de l'Embroye,
- Protection de l'ancien hôtel de St-Georges-les-Bains, en rive droite en amont du pont de la RN86, avec mise en place de systèmes étanches sur les ouvertures les plus basses ou expropriation des habitants de l'appartement le plus bas.
- Maintien des zones inondables sans enjeux (amont de Prêle) afin de protéger les zones à enjeux plus forts (centre-ville).

Enfin, une charte de gestion des milieux aquatiques pourra être validée et appliquée. Elle sera le cadre à toute opération qui touche de près ou de loin les eaux du bassin versant aval de l'Embroye. Elle servira aux collectivités, aux agriculteurs, aux riverains, aux acteurs de la rivière en général, de vade-mecum pour la gestion des eaux de ce bassin versant. Les préconisations données par cette charte concernent la politique d'urbanisation et la gestion des eaux en milieu urbain (limiter l'imperméabilisation, entretien des digues, ...), l'aménagement rural (assainissement agricole, entretien des berges,...) et les infrastructures.



Bourg-de-Péage, le 25 juillet 2006  
Pour GEOPLUS  
**Bénédicte MANGEZ**  
*Service Hydraulique et Environnement*