

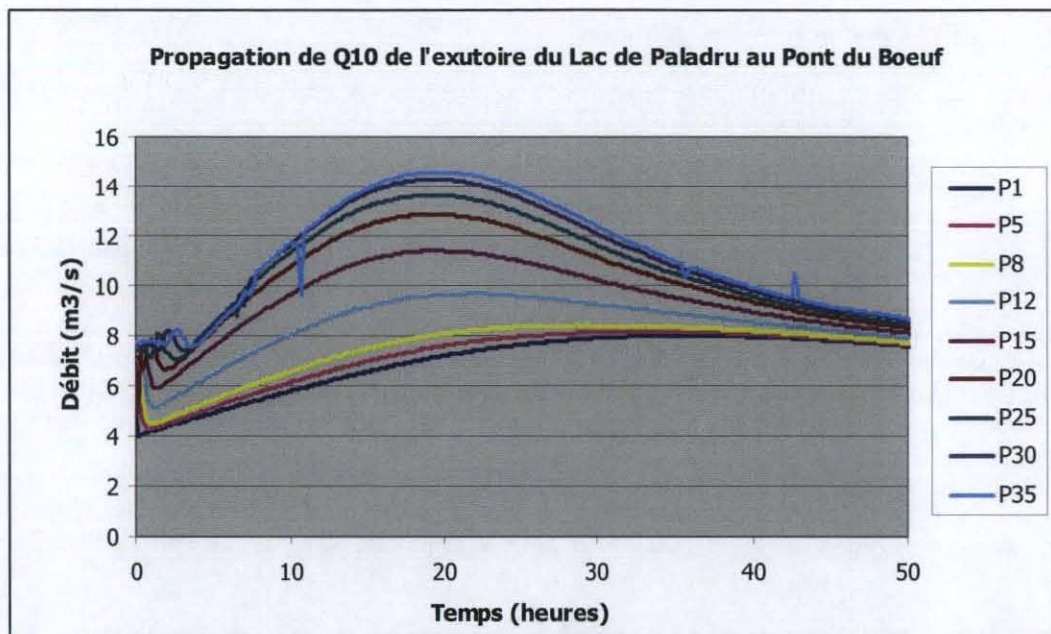


Figure 88 : Propagation des hydrogrammes de la crue décennale du Lac de Paladru au Pont du Boeuf

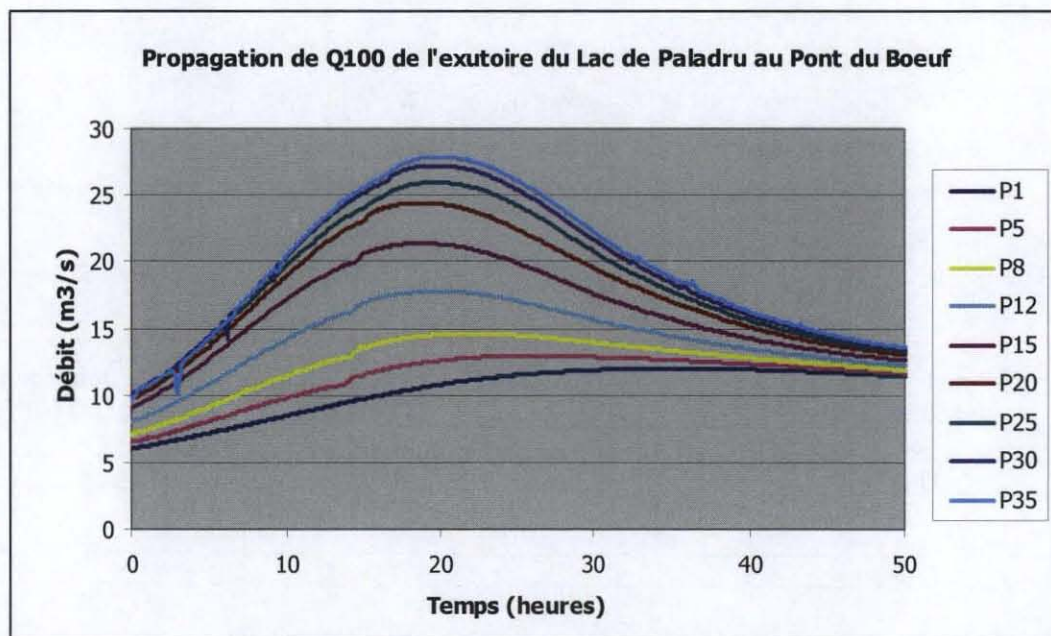


Figure 89 : Propagation des hydrogrammes de la crue centennale du Lac de Paladru au Pont du Boeuf

7.6.2 Effets des zones d'expansion

Les principales zones d'expansion de la Fure depuis l'exutoire du Lac de Paladru jusqu'au Pont du Bœuf sont les suivantes :

- Les prairies et champs cultivés entre la STEP Arjo Wiggins et la STEP de Charavines (~ 7 ha),
- Les prairies humides et peupleraies entre Bonpertuis et la Ravignhouse (~ 6 ha),
- Les prairies humides et forêts alluviales entre Planche Cattin et le Rivier d'Apprieu (~10 ha),
- Les prairies humides et forêts alluviales entre le Rivier d'Apprieu et le Pont du Bœuf (~16 ha).

Afin d'évaluer l'influence de ces zones d'expansion sur l'écroulement des crues nous avons étudié l'évolution des hydrogrammes de crue entre l'amont et l'aval des zones d'expansion. Cette analyse montre que les zones d'expansion ne sont pas assez étendues pour avoir un effet notable sur l'écroulement des débits de pointe.

En effet, le volume disponible pour le stockage en lit majeur est faible en comparaison au volume transité au cours de la crue (~ 50 000 m³ de stockage en lit majeur disponible contre un volume transité supérieur à 500 000 m³ pour la crue décennale et à 1 300 000 m³ pour la centennale au niveau du Pont du Bœuf).

7.6.3 Identification des points noirs hydrauliques

Les points noirs hydrauliques liés à la Fure, depuis les Vannes du Lac jusqu'au Pont du Bœuf, correspondent aux points où les sections d'écoulements au sein du lit mineur sont réduites (passages couverts sous bâtiments, ouvrages de franchissement).

On peut lister les points noirs suivants :

- Passage couvert sous un ancien bâtiment à Charavines (Fb1),
- Passage couvert sous les anciennes usines du Guillermet (Fb2),
- Ouvrage à l'aval de la STEP de Charavines (Ff9),
- Passage couvert sous une voie communale et une maison à Planche Cattin (Fb4),
- Passage couvert sous l'usine SVAM (Fb5).

Tableau 57: Caractéristiques des points noirs hydrauliques

Points noirs hydrauliques	Capacité (m ³ /s)	Débit de débordement pour Q10 (m ³ /s)	Débit de débordement pour Q100 (m ³ /s)
Fb1	8	0	5
Fb2	7	3	6
Ff9	13	0	5
Fb4	12	4	15
Fb5	9	3	13

7.7 Hydraulique de la Fure en aval du Pont du Boeuf

7.7.1 Etude des écoulements

7.7.1.1 Architecture du modèle

Le modèle réalisé entre le pont du Bœuf et la confluence Fure-Morge se compose de :

- 43 profils en travers de la Fure,
- 19 ouvrages de franchissements,
- 10 passages sous bâtiments,
- 20 ouvrages de prélèvement.

Le linéaire modélisé s'étend sur 13,5 km.

7.7.1.2 Fonctionnement des ouvrages

Les ouvrages de franchissement modélisés correspondent aux ouvrages ayant un impact sur la ligne d'eau de la Fure en période de crue.

Sur les 19 ouvrages de franchissement modélisés, 11 ouvrages sont débordants pour la crue centennale dont 2 pour la crue décennale. 8 passages couverts sur les 10 modélisés sont limitants pour la crue centennale, dont 2 pour la crue décennale (Fb14 et Fb15).

7.7.1.3 Description des enveloppes d'inondation

Du Pont du Bœuf à la Poype

Au niveau des étangs en aval du Pont du Bœuf, l'enveloppe d'inondation de la crue centennale est relativement contenue (de l'ordre de 40 mètres de large). Une zone de débordement préférentiel apparaît en rive droite en amont de la prise d'eau Grande Chute de M.Lyonnet (Fp22). L'enveloppe d'inondation de la crue centennale atteint une largeur de l'ordre de 100 mètres dans ce secteur. En aval de cet ouvrage de prélèvement, la Fure est relativement encaissée et l'enveloppe de crue est réduite (~ 20 m pour Q10 et 30 m pour Q100).

Au droit de la prise d'eau Petite Chute (Fp24) dans le secteur de la Poype, la Fure est largement débordante pour la crue centennale. Des déversements se produisent en rive gauche en amont de la retenue générant l'inondation d'un chemin et des maisons du secteur. L'ouvrage de franchissement Ff22, directement en aval du seuil de la prise d'eau Fp24, est submergé par la crue centennale. La Fure regagne son lit mineur quelques dizaines de mètres en aval de cet pont.

De la Poype au centre de Rives

Le lit de la Fure est encaissé jusqu'à la propriété de M.Lyonnet. Au sein de la propriété, la Fure emprunte un passage couvert de 30 mètres de long sous un ensemble de bâtiments désaffectés. L'ouvrage d'entrée, limitant dès la crue décennale, génère des débordements au sein des bâtiments d'une ampleur considérable pour la crue centennale (plus de 13 m³/s déversé dans les bâtiments).

A la sortie du passage couvert, la Fure déborde dans le près en rive gauche dès la crue décennale. La Fure reste ensuite cantonnée en fond de vallée jusqu'à l'entrée dans le bourg de Rives. Le seul secteur où l'enveloppe de crue est conséquente est celui du gros seuil Fp27 (~50 mètres pour Q100).

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 215

Du centre de Rives à la papeterie Arjo Wiggins Rives

L'ouvrage de franchissement Ff24 à l'entrée dans le bourg de Rives est largement limitant pour la crue centennale. Des débordements s'effectuent préférentiellement en rive droite en direction d'un jardin et du parking d'une zone habitée.

La Fure regagne son lit au passage de l'ouvrage Ff25, suffisamment dimensionnée pour la crue centennale. A l'aval de ce pont, un ancien ouvrage (Fp28 constitué de 3 vannes en travers de la Fure) est la cause de débordements de grande ampleur en rive droite pour la crue centennale, générant l'inondation d'une cour et de plusieurs habitations. Le passage couvert sous un bâtiment partiellement détruit (Fb7), situé 50 mètres en aval de Fp28, est également limitant pour Q100. Des débordements se produisent en rive droite aggravant les inondations précédemment décrites.

La Fure regagne son lit lors du passage sous le franchissement Ff26. L'enveloppe d'inondation reste réduite jusqu'au passage sous le site des papeteries Arjo Wiggins de Renage. Le passage couvert sous la papeterie est dimensionné pour admettre le débit d'une crue centennale.

De la papeterie Arjo Wiggins Rives à la Chapelle de Renage

A l'aval du site Arjo Wiggins de Renage, les débordements sont généralisés sur les 2 rives dès la crue décennale (enveloppe atteignant 120 m de large pour Q100). L'enveloppe se réduit progressivement à l'approche du site de SOCAMEL, où la Fure est très encaissée. En crue centennale, le pont directement à l'aval du site de SOCAMEL est limitant et génère des débordements en rive droite.

A l'aval de la prise d'eau Centrale des Forges, la Fure s'écoule dans un canal perché par rapport au fond de vallée. La Fure retrouve son écoulement en fond de vallée suite à une chute d'eau de l'ordre de 15 m de haut. En crue centennale, les déversements par-dessus la digue du canal, où s'écoule la Fure, sont généralisés.

Au droit du site Revex, la Fure inonde en rive droite les bâtiments de l'usine pour la crue centennale. Ces débordements résultent d'une insuffisance du lit mineur et d'ouvrages limitants (Ff31, Ff32 et Fb9).

Le passage couvert sous le bâtiment désaffecté (Fb10), à l'amont de la Chapelle de Renage, est également limitant pour la crue centennale. Le bâtiment est submergé par les eaux de la crue centennale. La Fure est à nouveau largement débordante dans le secteur de la chapelle de Renage pour la crue centennale (insuffisance du lit mineur et du passage sous la chapelle).

De la Chapelle de Renage au barrage d'Hurtières

A l'aval de la chapelle de Renage, le passage sous le site de la Grande Fabrique (Fb12) est limitant pour la crue centennale. Les débordements s'effectuent en rive gauche, les eaux s'écoulant préférentiellement le long du chemin rejoignant les bâtiments de la SPA, 150 mètres en aval.

Au droit de l'ouvrage des anciennes papeteries de Renage (Fp37), la Fure déverse pour Q100 sur toute la largeur de la retenue. Ces déversements entraînent l'inondation des bâtiments de l'ancienne papeterie, propriété actuelle de M. Blanc-Coquant. La présence d'une passerelle au-dessus du déversoir de surverse constitue un obstacle pour l'évacuation des crues et peut représenter un enjeu majeur en cas de rupture.

A l'aval du site des anciennes papeteries, l'enveloppe de crue se réduit considérablement, la Fure devenant très encaissée. A l'amont du château d'eau de Renage, la Fure déborde en rive droite préférentiellement générant l'inondation de quelques habitations en crue centennale.

La Fure s'écoule ensuite dans une zone naturelle jusqu'au barrage d'Hurtières. Au droit du barrage d'Hurtières, les eaux de la Fure se déversent en aval sur toute la largeur de l'ouvrage.

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 216

Du barrage d'Hurtières à la voie ferrée

En aval du barrage d'Hurtières, la Fure regagne progressivement le fond de vallée. Le passage sous la RD 45 (Ff39) est dimensionné pour admettre le débit d'une crue centennale.

Le passage couvert sous un ensemble d'anciens bâtiments d'usines (Fb14) représente en revanche un point noir hydraulique. Le passage est limitant dès la crue décennale et le risque de création d'embâcles sous le bâtiment est fort. Les débordements au droit de ce site sont donc généralisés.

La Fure est à nouveau largement débordante au niveau du site Plastul et des papeteries de Fures pour la crue centennale. Les débordements s'effectuent préférentiellement en rive gauche par insuffisance du lit mineur et du passage couvert sous les habitations du centre bourg de Fures (Fb15).

Directement en aval de la RN 92, le passage couvert (Fb16) sous un site industriel (Fures Electricité, etc.) ne permet pas l'écoulement d'une crue centennale. L'enveloppe d'inondation dans ce secteur atteint 80 mètres de largeur pour Q100. Les écoulements en rive droite suivent le tracé de la route menant au site Paraboots. La Fure s'écoule à nouveau dans son lit mineur lors du passage sous la voie ferrée comportant 2 ouvrages de décharge.

De la voie ferrée à la confluence avec la Morge

Dans la plaine de l'Isère, l'enveloppe de crue est très large pour la crue centennale (largeur moyenne ~ 200 m). Les digues de protection s'avèrent en certains endroits efficaces pour éviter les débordements d'une crue décennale, mais largement insuffisante pour contenir la crue centennale.

7.7.2 Identification des points hydrauliques sensibles

Depuis le Pont du Bœuf jusqu'à la confluence Fure-Morge, on peut lister les points sensibles suivants :

- Prise d'eau Petite Chute à la Poype (Fp24),
- Passage couvert sous les bâtiments désaffectés de M.Lyonnet (Fb6),
- Ouvrage de franchissement à l'entrée de Rives (Ff24),
- Ancienne prise d'eau dans le bas Rives (Fp28),
- Passage couvert sous un bâtiment partiellement détruit dans le bas Rives (Fb7),
- Passage couvert sous un bâtiment de l'usine Revex (Fb9),
- Passage couvert sous un bâtiment désaffecté à l'amont de la chapelle de Renage (Fb10),
- Passage couvert sous le site de la Grande Fabrique (Fb12),
- Passage couvert sous le site des anciennes papeteries de Renage (Fb13),
- Passage couvert sous des bâtiments d'usines désaffectées à Hurtières (Fb14),
- Passage couvert sous des bâtiments habités du centre bourg de Fures (Fb15),
- Passage couvert sous un site industriel (Fb16).

Tableau 58: Caractéristiques des points noirs hydrauliques

Point noir hydraulique	Capacité (m ³ /s)	Débit de débordement pour Q10 (m ³ /s)	Débit de débordement pour Q100 (m ³ /s)
Fp24	30	0	6
Fb6	24	1	13
Ff24	32	0	2
Fp28	25	0	14
Fb7	37	0	2
Fb9	30	0	14
Fb10	35	0	12
Fb12	43	0	5
Fb13	48	0	2
Fb14	9	19	43
Fb15	15	14	38
Fb16	30	0	23

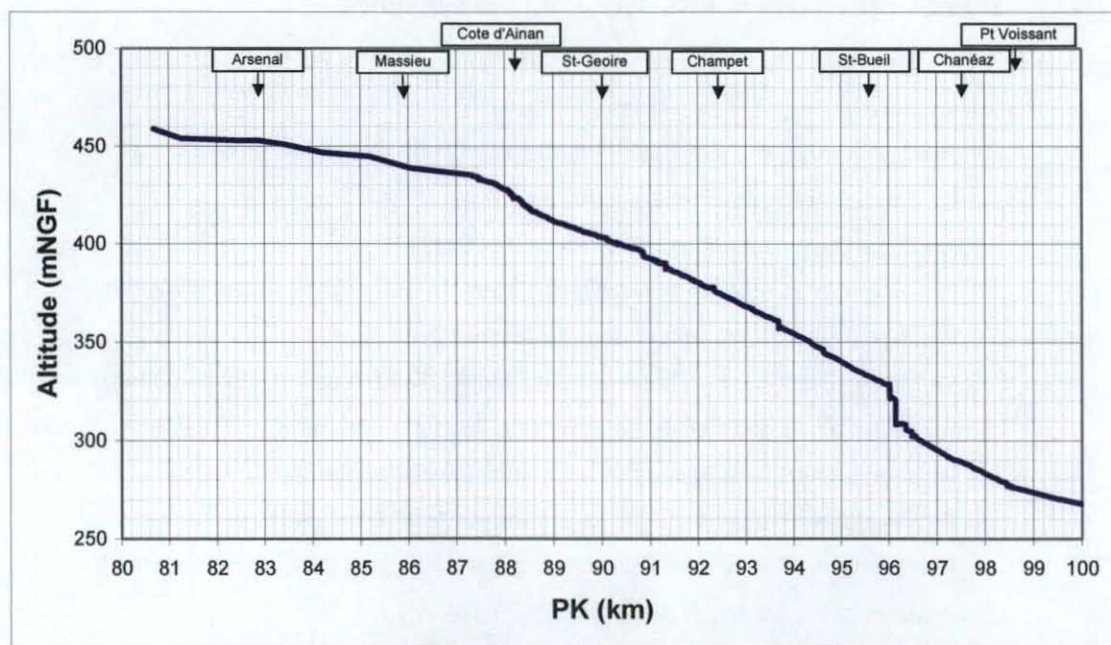


Figure 90 : Morphodynamique – Profil en long de l'Ainan

7.8 Dynamique fluviale

7.8.1 Le transport solide

Cette partie ne vise pas à diagnostiquer précisément les fonctionnements morphodynamiques de la Fure et de ses affluents mais vise à identifier globalement ces fonctionnements et leur rôle par rapport aux risques hydrauliques, ainsi que leur lien vis-à-vis de la qualité des milieux aquatiques.

La dynamique fluviale d'un cours d'eau peut être analysée selon 3 composantes qui déterminent d'une part les risques aggravants en cas de crue (transport solides, risques d'obstruction) et la dynamique de régénération des formes de la rivière (morphologie fluviale) qui vient compléter la qualité des habitats étudiées en partie 6.3.3.

Ces composantes sont :

- **L'énergie spécifique** développée par le cours d'eau : le cours d'eau a-t-il suffisamment d'énergie pour remobiliser en crue les matériaux de son lit ?
- **Le transport solide**, en tête de bassin versant, depuis ses affluents et depuis les versants (en cas de glissement de terrain) et dans le cours d'eau lors des crues ;
- **L'érodabilité des berges** : les berges sont-elles fragiles ou au contraire résistantes car compactes vis-à-vis des phénomènes d'érosion ?;

Profil en long

La pente moyenne globale de la Fure entre le Lac de Paladru et la Morge est de 1,1%. Dans le détail, la pente de la Fure présente un profil en long très particulier puisque, hormis un point dur local à Renage lié à la présence d'un affleurement molassique, la pente moyenne glissante (sur quelques centaines de mètres) affiche une valeur très peu variable et quasi constante à 1-1,5%, en particulier entre le Guillermet et Rives (1,2 %) (cf. Figure 91).

Ce profil en long est donc différent des profils en long hyperboliques (pentes fortes en amont, faibles en aval) caractéristiques des cours d'eau en général. Il est difficile d'expliquer une telle configuration, mais la dernière époque glaciaire semble avoir joué un rôle important à cause des retraits du glacier de l'Isère par l'aval et du glacier du Rhône par l'amont qui ont favorisé la sédimentation et plus particulièrement la formation du Lac de Paladru. Un tel fonctionnement a pu entraîner la mise en place d'une pente plus forte en aval et plus faible en amont que ne l'aurait construit une érosion naturelle. L'Ainan, qui est un cours d'eau voisin et qui a subi les mêmes phénomènes glaciaires, illustre bien ce phénomène, avec une pente plus forte en aval qu'en amont.

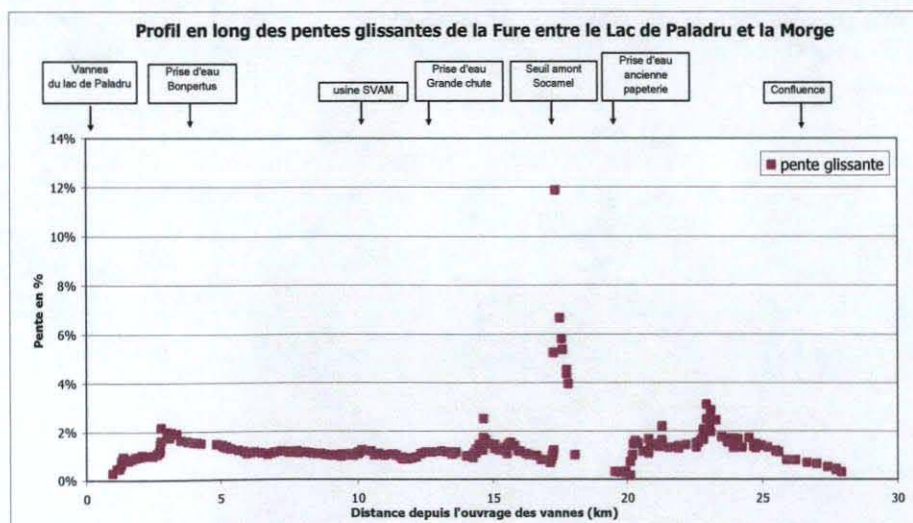
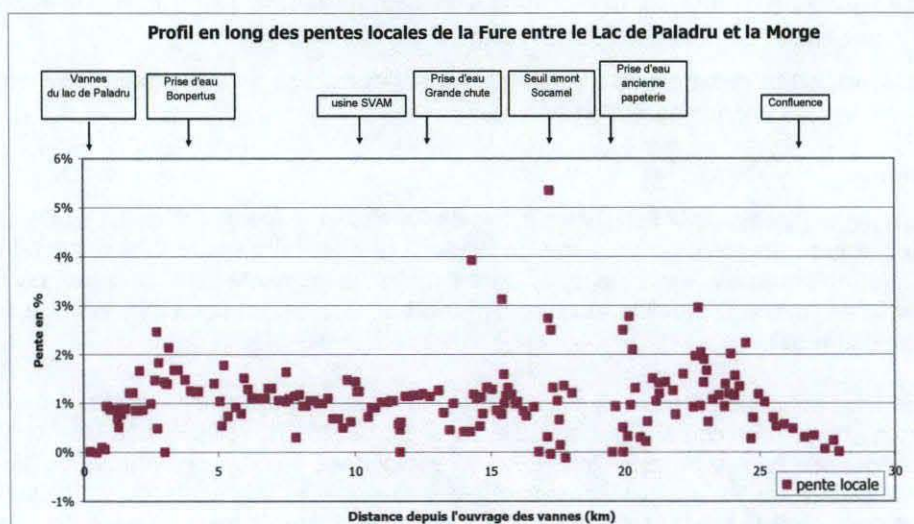
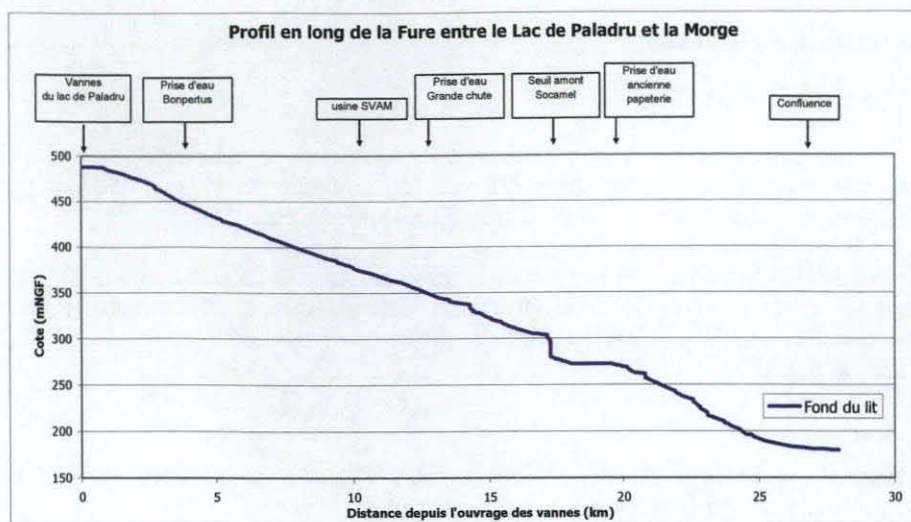


Figure 91 : Morphodynamique – Profil en long des pentes de la Fure

L'énergie spécifique

L'énergie potentielle spécifique qui décrit l'énergie développée par le cours d'eau est donnée par l'équation suivante :

$$EPS = \gamma \cdot Q_{pb} \cdot S \cdot w^{-1}$$

Avec :

EPS	Energie potentielle spécifique (W/m ²)
γ	Poids volumique de l'eau ($\gamma = \rho \cdot g = 9\,810 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-2}$)
Q_{pb}	Débit de plein bord (m ³ /s)
S	Pente de la vallée (m/m)
w	largeur du lit à plein bord (m)

L'énergie potentielle spécifique calculée est au maximum de l'ordre de 10 W/m² pour un débit de plein bord équivalent à une crue biennale (Q2) et au maximum de 15 W/m² pour une crue décennale.

Ces valeurs sont à rapprocher des valeurs seuils déterminées par plusieurs études qui ont été synthétisées par Boitec & Malavoi (2006). Il est admis qu'il existe un seuil de réversibilité d'aménagement de cours d'eau, c'est-à-dire un seuil au-delà duquel la rivière, sans nouvelle contrainte, est capable de régénérer son faciès naturel à plus ou moins long terme. Ce seuil n'est pas parfaitement défini car il dépend de caractéristiques physiques propres à chaque rivière, mais il est de l'ordre de 25 à 35 W/m².

Aussi, d'après Biotec & Malavoi :

- au-delà de 35 W/m², la plupart des rivières sont capables d'ajuster leurs caractéristiques morphométriques et retrouvent, par exemple, une partie de leur sinuosité après une rectification ;
- en dessous de 25 W/m², les rivières disposent de trop peu d'énergie pour engendrer une réponse morphodynamique aux aménagements ;
- entre ces deux valeurs, la réversibilité de l'aménagement dépend des aménagements réalisés et du type de cours d'eau, en particulier de la cohésion des berges.

L'énergie de la Fure n'est donc pas suffisante en théorie pour activer la dynamique de son lit lors de crues courantes. Toutefois, lors d'un événement important, des remobilisations de matériaux sont possibles car :

- La pente globale de la Fure est de 1,1% et se trouve proche des caractéristiques de torrents¹ ;
- Localement, les pentes peuvent atteindre 2 à 6 % : les seuils d'énergies précédents peuvent être dépassés et un fonctionnement torrentiel à charriage peut se déclencher.

Le transport solide

Le transport solide des cours d'eau se décompose généralement en transport solide par charriage et transport solide par suspension. Le charriage renvoie à la charge de fond (sable, graviers, galets, blocs) qui peut être remobilisée en cas de hautes eaux ou crues en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement. Le transport par suspension renvoie aux fines (limons, argiles) qui sont mobilisées en hautes eaux, pour des débits bien inférieurs à ceux que nécessite le charriage (eaux opaques ou boueuses).

Le transport solide par charriage est en apparence très faible sur la Fure car les bancs d'alluvions déposés sont quasi-inexistants. Cependant, comme évoqué dans la partie précédente, la Fure peut présenter localement un caractère torrentiel qui conduirait à un charriage non négligeable sur des crues supérieures à la crue décennale. Les matériaux seraient vraisemblablement mobilisés sur de faibles distances, pour quelques dizaines de m³, toutefois avec des quantités suffisantes pour venir obstruer un canal, un pont, un bâtiment ou une prise d'eau sous dimensionnée.

¹ Un cours d'eau à hydrologie similaire possède un fonctionnement torrentiel marqué lorsque la pente dépasse 2% environ.

Le transport solide de la Fure est également limité par les apports externes. En effet, les affluents de la Fure et du Lac de Paladru ne charrient pas de matériaux. Tout au plus peut-on constater que le Ruisseau de Courbon présente quelques phénomènes d'engravement (sables, graviers) liés à des phénomènes d'érosion très localisés, ce qui pénalise essentiellement la qualité des habitats aquatiques. Le Réaumont et le Ruisseau du Pin ne peuvent pas faire transiter des matériaux en quantité du fait de la présence de plans d'eau.

Par contre, les versants raides de la vallée de la Fure sont des sources potentielles de matériaux en cas de glissement de terrain. Pour la crue de 1856, nous n'avons pas retrouvé de document qui atteste de tels phénomènes. Il nous a été mentionné que lors de l'année 1960, très humide (1800 mm de cumul annuel de pluviométrie), des glissements de terrain sont venus obstruer la Fure. Actuellement, il existe un petit glissement de terrain actif au droit de la Centrale de l'Usine de la Poype, qui obstrue partiellement le tronçon court-circuité de la Fure et qui pourrait se développer plus amplement en cas de pluviométrie exceptionnelle. Des petits glissements sont localement observés dans les canaux installés à flanc de coteaux (canal de Bonpertuis, canal de la Grande Chute de la Poype, etc.).

Les risques de glissements de terrain sont connus sur les versants de la Fure à travers les cartes d'aléas multirisques communales.

Le transport solide sur la Fure et ses affluents est donc essentiellement un transport par suspension de fines qui conduisent notamment à des phénomènes d'envasement. Ce volet est traité par la suite (cf. § 7.8.3).

L'érodabilité des berges

Nous ne disposons pas d'informations précises sur la texture des matériaux de berge car ceux-ci sont rarement visibles (présence continue de végétation, absence de phénomène d'érosion de berge) et n'ont pas fait l'objet d'analyses. Cependant, l'origine glaciaire de la vallée et la présence d'anciennes moraines laissent à penser que les matériaux des berges et versants sont plutôt grossiers et peu cohésifs, ce qui est favorable à l'érosion et aux glissements de terrain.

Synthèse

Aussi, on retiendra que pour des fonctionnements courants (débits moyens, hautes eaux, petites et moyennes crues inférieures à la crue décennale), la Fure et ses affluents ne présente pas de phénomène notable en matière de transport solide. Par contre, sur des événements de crue supérieurs à la crue décennale, ces phénomènes peuvent se déclencher et se cumuler avec le transport de flottants (cf. partie suivante), pouvant conduire ainsi à des risques d'obstruction d'ouvrages : ponts, bâtiments, barrages, prise d'eau, etc.

Les embâcles ainsi formés peuvent être à l'origine de débordements dévastateurs en direction d'enjeux situés dans le lit majeurs (habitations, usines, etc.). Par ailleurs, un embâcle peut relever le niveau d'eau en amont et céder sous la pression de l'eau, entraînant ainsi une onde de débit supplémentaire en aval et des aléas aggravés. Ce type de phénomène a pu se produire lors de la crue de 1856, sur le cours de la Fure, mais également, en sortie de lac de Paladru en l'absence de vannes de contrôle (embâcle à l'exutoire cédant sous la pression de l'eau et libérant une vague de submersion dévastatrice).

7.8.2 Le transport de flottants

La végétation des berges de la Fure et de ses affluents est généralement bien stabilisée par une ripisylve (aulnes, frênes, saules, etc.) dont la densité varie du simple cordon de végétation à une large forêt alluviale. La présence d'une telle ripisylve est très favorable en matière de réduction des risques hydrauliques (tenue de berge, ralentissement des crues) et de qualité écologique (autoépuration de l'eau, habitats pour la faune, etc.).

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 222

Cependant, plusieurs facteurs amènent à identifier que le transport de flottants (bois mort, branches, etc.) et la formation d'embâcles sont potentiellement important en cas de crue forte (supérieure à la crue décennale) :

- Sur une forte crue, les arbres composant la ripisylve et plus particulièrement les plus sensibles à l'érosion (peupliers, acacias, etc.) peuvent être déchaussés et emportés par les écoulements ;
- L'entretien des boisements de berge n'est pas réalisé systématiquement par les riverains des cours d'eau, malgré le devoir qui leur incombe (Code Rural), ce qui accroît les risques d'embâcles. Actuellement, les collectivités n'ont pas souhaité se substituer aux riverains pour assurer l'entretien des berges ;
- En cas de glissement de terrain de versant, de nombreux arbres seraient emportés et entraînés par le cours d'eau ;
- Le nombre d'ouvrages en travers du lit est très important sur la Fure, avec des capacités parfois réduites, ce qui augmente le risque d'obstruction.

A partir de notre parcours de terrain, il a été possible d'identifier les secteurs les plus propices à la production de flottants. Ces secteurs correspondent à des zones où les berges et/ou versants de la vallée sont boisés, peu entretenus et abrupts.

Les secteurs que nous avons évalués comme potentiellement les plus productifs en flottants sont les suivants :

- Secteur des côtes du Furens à l'amont du Guillermet,
- Secteur à l'amont du captage de Côte Gagère,
- Secteur de Planche Cattin à l'amont de la prise d'eau de M.Collomb Fils,
- Secteur de l'étang de Côte Manin,
- Secteur de PASTIÈRES à l'amont du Pont du Bœuf,
- Secteur des étangs de Rives jusqu'à la Poype,
- Secteur du Bas Rives jusqu'au site de la papeterie Arjo Wiggins,
- Secteur de la SPA de Renage jusqu'à la retenue des anciennes papeteries de Renage,
- Secteur des prises d'eau Petite Hurtières à Grande Hurtières,
- Secteur d'Hurtières aux papeteries de Fures à Tullins-Fures,

Il est important de noter que des travaux d'entretien des berges ont été réalisées par le SIVU de la Fure dans le cadre du Contrat de Bassin Paladru-Fure.

7.8.3 Analyse des phénomènes d'envasement

Le transport solide sur la Fure et ses affluents a lieu essentiellement (hors crue rare) sous forme suspensive (transport de fines). Ce phénomène a plusieurs conséquences qui sont développées indépendamment par la suite, compte tenu de leurs origines diverses :

- Envasement du Canal de la Fure à l'exutoire du Lac de Paladru ;
- Envasement des canaux et retenues de barrages ;
- Colmatage du lit de la Fure et de ses affluents.

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 223

Envasement du canal de la Fure

L'envasement du Canal de la Fure à exutoire du Lac de Paladru, c'est-à-dire entre la plage de Charavines et les vannes, mérite une attention particulière car ce phénomène a été un facteur aggravant de la situation de crise de 2003 qui a vu la rupture d'alimentation en eau de la Fure depuis le Lac de Paladru.

Pour mieux comprendre ce phénomène, un profil en long du canal et des ouvrages a été réalisé entre la Plage de Charavines et le seuil jaugeur à partir de données topographiques levées dans le cadre de la présente étude (ouvrage RD50, pont-vanne) et de données anciennes retranscrites dans le système actuel.

D'amont en aval, on dénombre les éléments suivants le long du canal de la Fure :

- Plage de Charavines, propriété de la commune de Charavines ;
- Pont de la RD50, créé dans les années 1970, et propriété du Conseil Général. Cet ouvrage comprend deux sections ovoïdes dont le fil d'eau de la buse la basse est calé à la cote 489,37 mNGF (- 3,00 m)
- Pont-vanne, créé dans les années 1940, et destiné à rehausser le niveau du lac au-delà de ce que permettait les vannes principales. Cet ouvrage à rubans métalliques n'est plus fonctionnel. La vanne est bloquée en position intermédiaire, ce qui lui permet de laisser passer une partie des débits sous l'ouvrage, sous la cote 489,15 mNGF (- 3,22 m) ;
- Le siphon qui franchit l'ouvrage de la RD50, monte à la cote 489,55 mNGF (-2,82 m) devant le pont-vanne, puis 490 mNGF en son point haut, avant une restitution à la cote 488,60 mNGF ;
- Déversoir des vannes, calé à la cote 492,37 mNGF (cote 0) ;
- Chambre des vannes ;
- Seuil jaugeur, calé à la cote 489,27 mNGF.

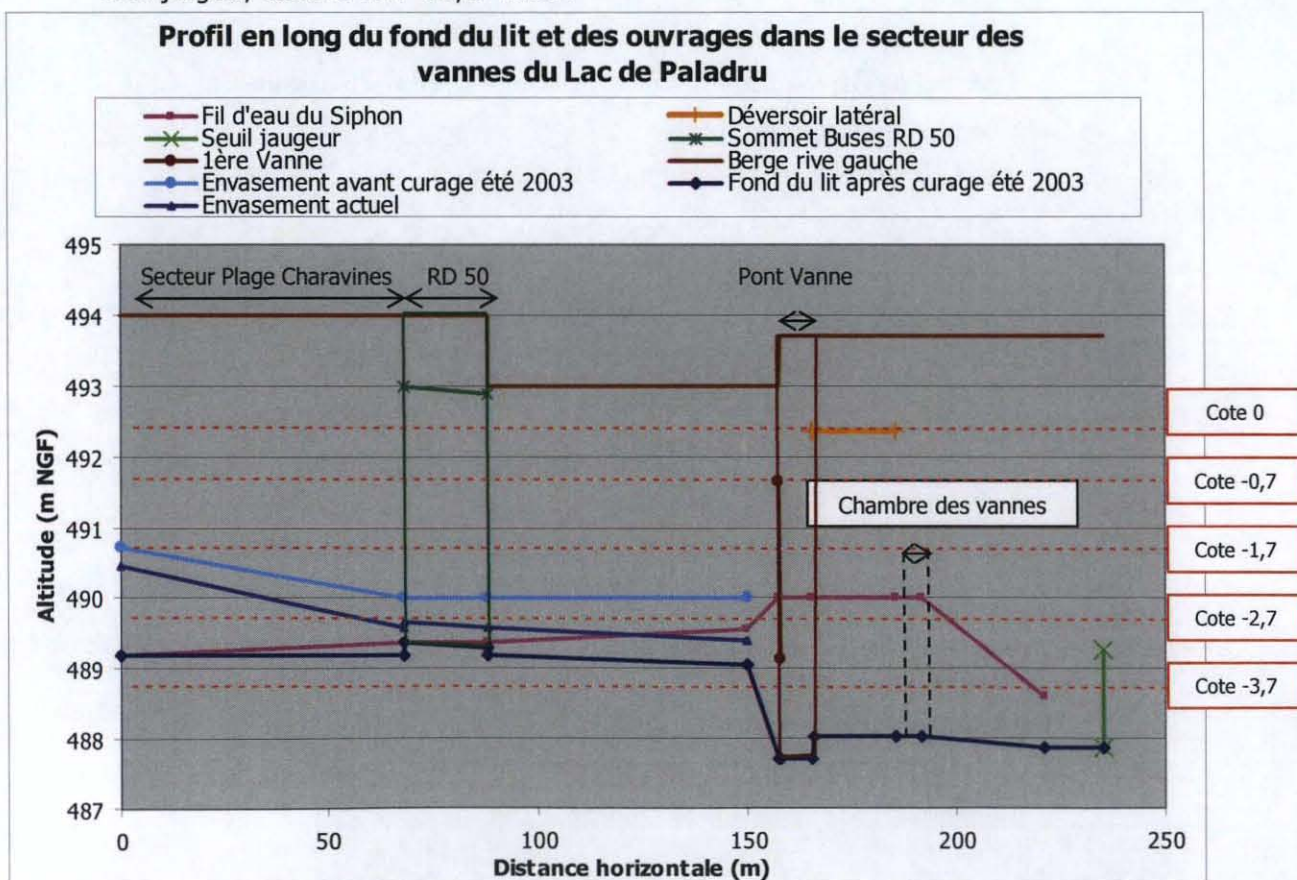


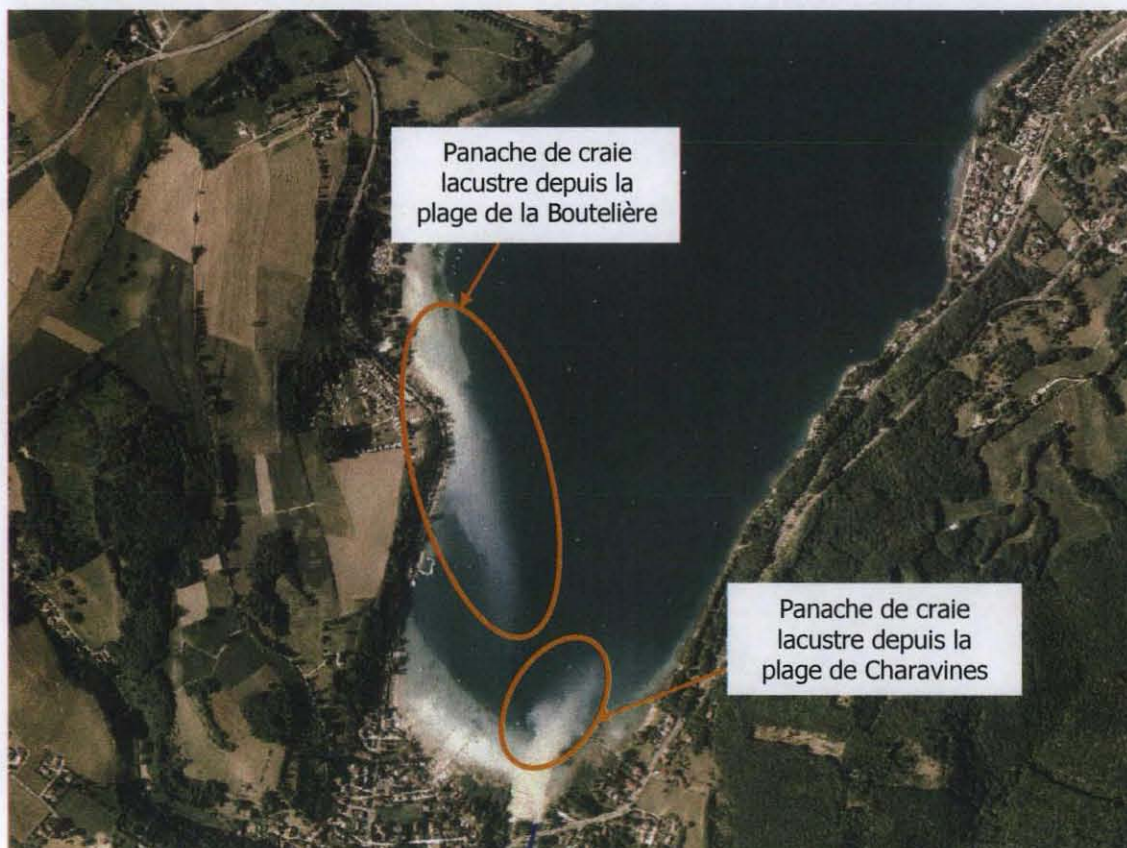
Figure 92 : Profil en long dans le secteur des vannes du Lac de Paladru

La figure précédente montre les niveaux d'envasement en 2003 avant curage, le fond du lit en 2003 après curage et le fond du lit actuel. Le curage de 2003 a conduit à curer entre 0,80 et 1 m de vases/limons sur la longueur du canal en amont des vannes. Depuis 2003, l'envasement s'est partiellement reconstitué et atteint aujourd'hui 0,40 m environ ; il est situé en moyenne 0,40 m sous le niveau d'envasement maximal de 2003.

L'envasement s'est donc très rapidement constitué depuis 2003 : le volume stocké depuis 2003 peut être estimé à 300 m³ au minimum, soit 75 m³/an environ. Ceci atteste d'une part que des matériaux (limons, vases, craie lacustre, sables) arrivent dans le canal, et que d'autre part ces matériaux sont tout au moins en partie bloqués. Enfin, une cause hydrologique n'est pas à écarter (déficit de forts débits). Ces 3 causes potentielles sont analysées.

L'origine de la charge sédimentaire est d'abord locale. Elle provient de la plage de Charavines dont la fréquentation en période estivale met en suspension la craie lacustre. Les matières en suspension peuvent ensuite être entraînées vers le canal de la Fure et s'y déposer à la faveur d'une vitesse d'écoulement très lente. L'image aérienne (cliché d'été 1998) ci-dessous montre que la fréquentation estivale peut entraîner la formation d'un panache de craie lacustre qui diffuse également vers l'intérieur du lac.

La charge sédimentaire peut également provenir d'autres secteurs de plages qui comporte de la craie lacustre ou des limons facilement remis en suspension. La même photographie aérienne montre un panache issu de la plage de la Boutelière, qui semble se diriger vers le canal de la Fure par entraînement par les vents et les courants.



Plusieurs points de blocages le long du canal de la Fure favorisent le dépôt des fines et freinent leur entraînement avec l'écoulement vers l'aval.

Le profil en long montre qu'il existe 3 obstacles au transit sédimentaire :

1. Le pont de la RD50 a un fond calé 1,30 m au-dessus du fond de la vanne du pont-vanne et au moins 0,68 m au-dessus du fond de la chambre à vannes ; cet ouvrage favorise la sédimentation, mais l'état actuel de sédimentation dans l'ouvrage (environ 0,3 m) et la pente du fond actuel montrent qu'il ne s'agit pas de la principale cause d'envasement ;
2. Le pont-vanne présente une ouverture en fond a créé un affouillement mais la vanne béton fait obstacle aux écoulements et rend les vitesses très faibles et très favorables à la sédimentation ;
3. Le siphon crée un angle droit devant le pont-vanne et présente une section opposée directement aux écoulements. Cependant, le siphon n'obstrue qu'une fraction de la section totale d'écoulement et il est positionné à la même cote que la partie bétonnée du pont-vanne, c'est-à-dire qu'il ne fait pas obstacle a priori aux principales lignes d'écoulement.

Le fonctionnement hydrologique du canal a évolué depuis 2003 puisque la lecture de débit de la Fure est réalisée au seuil jaugeur et non plus directement au niveau des vannes. Le débit restitué intègre donc le débit du siphon, ce qui entraîne une diminution proportionnelle du débit transitant par les vannes. Par exemple, pour un débit réglementaire de 650 l/s : avant 2003 ce débit était restitué à travers les vannes et il se cumulait à celui des siphons (par exemple 250 l/s), soit 900 l/s au total dans la Fure. Depuis 2003, le même débit est restitué aux vannes (400 l/s) et au siphon (250 l/s). Le débit transitant par le canal est donc de 400 l/s contre 650 l/s auparavant.

Ces conditions peuvent amener globalement à faciliter le dépôt de fines (moindres vitesses dans le chenal), et à limiter le transport vers l'aval (vitesses d'entraînement atteintes moins fréquemment). Ces conditions favorisent également le colmatage des grilles de la chambre à vannes et donc l'efficacité des vannes, ce qui peut expliquer certaines variations dans les débits restitués.

En conclusion, l'envasement dans le Canal de la Fure est un phénomène complexe dont les origines sont multiples. On retiendra cependant que l'ouvrage du pont-vanne semble jouer un rôle plus important que le siphon et le pont de la RD50, et la prise en compte des débits du siphons dans le règlement d'eau a aggravé la situation en réduisant la part des débits dans le canal de la Fure.



Photo 6 : Pont vanne en situation normale et après le curage de 2003

Envasement des canaux et retenues de barrages

Le transport solide par suspension (fines, limons) concerne également les canaux de dérivation et les retenues de barrages.

Dans le deux cas, la faiblesse des pentes d'écoulement favorise le dépôt de fines et de limons qui proviennent généralement : du ruissellement dans les versants ; des apports sédimentaires des affluents (essentiellement sous forme suspensive également) ; des rejets de STEP (impact faible des rejets domestiques du fait des faibles concentrations en MES) ; de l'érosion des berges, bien que peu active ; des particules du lit remises en suspension lors des hautes eaux.

Jusqu'en 2003, les propriétaires assuraient l'entretien de leurs canaux et barrages par des éclusées ou des lessivages hydrauliques. L'opération était généralement réalisée au mois d'août de chaque année pour limiter les conséquences potentielles sur la qualité de l'eau et les usages de l'eau en aval (papeteries, etc.). L'opération n'a plus été réalisée depuis car elle a été conditionnée à la réalisation d'une demande d'autorisation de type Loi sur l'Eau.

8 - Bilan de la concertation

8.1 Liste des acteurs rencontrés

Dans les années 1860, les pouvoirs publics ont décidé d'aménager la Fure pour réguler son débit, assurer aux usiniers qui utilisaient la force hydraulique un débit le plus constant possible, et prévenir les risques d'inondations en utilisant le lac comme un réservoir. Aujourd'hui, alors que les besoins de production d'énergie perdurent tout en ayant évolué, de nouveaux paramètres sont à prendre en considération : obligation de protéger les milieux naturels fragiles, surtout les milieux humides, changement climatique et modification du régime des eaux, changements économiques et développement du tourisme, dynamique démographique et nouveaux besoins en alimentation et en assainissement, exigences plus fortes de prévention des risques naturels.

Pour mener à bien l'élaboration d'un diagnostic partagé, toutes les parties intéressées ont été entendues, pour faire un bilan des attentes, pour tenter d'établir les points d'accord et de désaccord et pour redéfinir l'intérêt général. Il s'agissait d'entendre, chacune des parties concernées et d'en extraire les éléments d'enjeu.

La procédure d'entretien visait à faire s'exprimer les interlocuteurs sur les problèmes et les satisfactions qu'ils rencontraient en relation avec la gestion des eaux du lac et de La Fure. L'auditeur, se présentant comme un tiers mandaté pour une étude par le SIBF, avait pour objectif d'établir la confiance, et rapporter les propos du mieux possible échangés dans le cadre d'un entretien semi directif. Une grille assez large permettait d'aborder les mêmes questions chez tous les interlocuteurs pour les laisser ensuite exprimer des préoccupations particulières.

La plupart des entretiens ont eu lieu sur rendez-vous. Quelques-uns ont été traités par téléphone. Tous ont fait l'objet d'une fiche de compte-rendu non diffusée.

L'entretien a été mené selon la grille suivante :

- Présentation et référence à l'étude et à la commande du SIBF ;
- Confidentialité stricte des propos (les comptes-rendus ne seront pas remis aux commanditaires) ;
- Les propos sont libres et n'engagent leurs auteurs qu'auprès des bureaux d'étude ;
- La discussion a porté sur :
 - un descriptif du travail ou des actions de l'interlocuteur,
 - une présentation des difficultés qu'il rencontre,
 - des propositions d'amélioration,
 - une évocation des enjeux majeurs,
 - une évocation libre d'autres questions.

Parfois, nos interlocuteurs nous ont fait visiter les sites qu'ils évoquaient. Il leur était demandé de remettre des copies de documents pouvant être utiles à l'étude.

La concertation a été menée auprès de l'ensemble des acteurs du bassin versant dont la liste figure dans le tableau ci-joint.

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 228

ORGANISMES ET PERSONNES RENCONTRES DANS LE CADRE DE LA CONCERTATION

1- Institutions
2- Services d'Etat
3- Usagers

TOT	CLS	C	ORGANISME	NOM - Prénom du contact	Fonction
1	1	1	Sous Préfecture de la Tour du Pin	Christian AVAZERI	Sous-Préfet
1	1	1	Région Rhône Alpes	Luisa ALZATE	Chargée de Mission
1	1	1	CG38	Roland GOUDISSARD	Service EDD
1	1	1	SIBF	Maurice MARRON	Président
		1		Cédric ROSE	Chargé de mission
1	1	1	CAPV	Blandine POURRAT	Responsable service assainissement
1	1	1	SIERA Apprieu	M. Bernard VIAL	Président
1	1	1	SIE des Abrets	J-Martial FILHON	Directeur
1	1	1	SAUR ou SDEI	M. TEPAZ	Responsable Eau
1	1	1	SMEA Haute Bourbre	Louis PELERIN	
1	1	1	MAIRIE DE TULLINS	Maurice MARRON	Maire - Président SIBF
		1		Guy BAUSSART	Directeur Services Techniques
1	1	1	MAIRIE DE RENAGE	Robert Du BESSET	Maire
		1		Gilbert HARDY	Délégué SIBF
		1		Philippe NIOGRET	Délégué SIBF
		1		M. VIDAL	Responsable Services Techniques
1	1	1		Jean-Jacques BOULON	Directeur des Services Techniques
		1	MAIRIE DE RIVES	Marie-Evelyne BOULANGER	Délégué SIBF
		1		Jean Pierre ROULET	Délégué SIBF
		1		Alain DEZEMPT	Maire
1	1	1	MAIRIE DE ST BLAISE DU BUIS	Joël SOULARD	Maire
		1		Gérard JACOLIN	Délégué SIBF
1	1	1	MAIRIE D'APPRIEU	M. VIAL	Maire Apprieu + président SIERA
		1		M. PITET	Adjoint au Maire
		1		Paul CROCE	Délégué SIBF
		1		Michel RATEL	Délégué SIBF
1	1	1	MAIRIE DE CHARAVINES	Jean PAPAÏT	Maire et délégué SIBF
		1		Michel DESCHAUX-BEAUME	Délégué SIBF
1	1	1	MAIRIE DE BILIEU	Jacques MERCATELLO	Maire
1	1	1	MAIRIE DE LE PIN	Jean Paul BRET	Maire
		1		Yves PETILLOT	Adjoint
1	1	1	MAIRIE DE PALADRU	Xavier FAIVRE-PIERRET	Maire
		1		M. REYNAUD	Adjoint
1	1	1	MAIRIE DE MONTFERRAT	Thierry LEHNEBACH	Maire
1	1	2	Agence de l'Eau RM&C	Benoît MOTTET	
1	1	2		Franck GILBERT	
1	1	2	DDAF	Jean-Luc CORBET	Service EPN
		2		Jacques FORT	Service EPN - prélèvements
		2		Thierry CLARY	Service EPN - prélèvements
		2		Jérôme BIJU DUVAL	Service EPN - ES
		2		Bertrand PEDROLETTI	Milieux naturels
1	1	2	DDASS	Sylvette ENTRESSANGLE	Technicienne secteur CAPV
		2		Muriel MOTTET	Technicienne, secteur Tour du Lac
1	1	2	DDE	Mme WAMBEKE	Direction Générale des Energies et Matières Premières
1	1	2	DIREN	Michel DELPRAT	
1	1	2	DDJS	Bruno BETHUNE	
1	1	2	DRAC Rhône-Alpes	Philippe BOURRET	Directeur
1	1	2	Conservateur Chef Patrimoine Isère	Eric VERDEL	Ingénieur
1	1	2	ONEMA	Mr J-L MATHERON	Chef de Brigade
		2		Lionel MATHERON	Garde Fure
		2		Yves BIDAUD	Garde Lac de Paladru
1	1	3		Mme MATHERON	Gérante SCI
		3	SCI du Lac de Paladru	M. MATHERON	Membre de la SCI
		3		M. LOVATO	Gardien de la propriété du lac de Paladru
1	1	3	Syndicat de la Fure	M. BLANC COQUAND	Président
		3		M. GARAMPONT	Gardien des vannes
1	1	3	Yves COLLOMB		
1	1	3	André Ernest COLLOMB		

RGR00050-01/A17843/CGRZ070296

JD/FLA - XB - GBO

07/07/2009

Page : 229

1		3	Nouvelles Chutes de la Poype	Franck LYONNET	
1		3	ETS EXPERTON-REVOLIER	M. CERIOLO	Directeur Revex Forges et Clotex
1		3	ECO ENERGIE	M. BLANC COQUANT	
1		3	ARJO WIGGINS	Denis VIAL	Bureau d'Etudes Arjo Wiggins Rives et Charavines
		3		Cécile MERCURI	
1		3	Aciéries BONPERTUIS	M. GUITTON	Directeur
		3		M. BESSON	Resp. Maintenance
		3		M. MABIL	Resp. Environnement
1		3	Papeteries GUELY	M. MAFFEY	
1		3	ASA Irrigation Collines du volonnais	Dominique ROYBON	Agriculteur Renage
		3		M. ROSSET	Agriculteur Chamècles
		3		Raymond VITTET	Agriculteur Renage
1		3	SATESE (service Conseil Général)	M. BARTOLI	
		3	VEOLIA Eau / Générale des Eaux	M. Philippe FORTUNE	Assainissement
1		3	SDEI Pont de Beauvoisin	François GAILLARD	Chef de secteur
1	1	3	Fédération de Pêche de l'Isère	Bernard KURZAWA	Président
		3		Géraldine BOURLET	Chargée de Mission
1		3	AAPPMA du Lac de Paladru	Bernard KURZAWA	Président
1		3	AAPPMA "Gaule de la vallée de la Fure"	Michel QUICHANTE	Président
1		3	SPAC (Sports Plein Air Charavines)	M. CHABOUD-CROZAT	Directeur
1	1	3	AVENIR	Roger MARCIAU	Responsable Scientifique
		3		Jean-Luc GROSSI	Coordinateur Etang de Mai
1	1	3	FRAPNA	Eric PESSARELLI	
1		3	GENTIANA	Frédéric GOURGUE	Chargé de mission
1		3	LPO	Jean-Marc TAUPIAC	Directeur
1	1	3	Chambre d'Agriculture	Marie Dominique MONTIXI	Chargée de Mission
1	1	3	Chambre de Commerce et d'Industrie	Bernard GIROUSSE	Directeur
1	1	3	Association des Ayants-droits de Colletière	Mireille REPELLIN	Présidente
1	1	3	Association "Lac Nature"	Eric PESSARELLI	Président
1		3	Association Pic-Vert	Jean François NOBLET	Secrétaire adjoint
		3		Annie DIPAOLO	Ancienne présidente
		3		Martial BOTTON	Permanent
1		3	SeauS Environnement	Mme QUEYRON	Présidente
1		3	APEA (Agir pour l'Environnement d'Apprieu)	Alain WIEDENHOFF	
1		3	Riverains	M. RIVAL	Riverain Fure commune Charavines
1		3	Riverains	Mme PRUDON	
1		3	Riverains	Pierre TERSEN	Riverain Fure Tullins Paraboos
1		3	Riverains	Geneviève LEVAIN	Riveraine Fure Planche Cattin
1		3	Ancien Ingénieur DDE	Jean Michel BONE	

Figure 93 : Liste des organismes et personnes rencontrés dans le cadre de la concertation

Au total, le travail de concertation a amené à rencontrer :

- 3 collèges : institutions, services étatiques, usagers ;
- 60 organismes différents, dont 30 font partie de la Commission Locale de Suivi ;
- 97 personnes différentes ;

8.2 Synthèse de la concertation

Pour le bilan de la concertation :

- ont été considérées comme consensuelles les réflexions énoncées par quelques-uns et n'ayant pas fait l'objet de réflexions opposées ou contradictoires ;
- ont été considérées comme non consensuelles les réflexions opposées ou contradictoires à d'autres et n'ayant pas encore été discutées ;
- Enfin, ont été considérées comme susceptibles d'aboutir à un consensus, les réflexions de certains que les bureaux d'études pensent pouvoir être partagées à condition qu'elles soient exprimées.

8.2.1 Ce qui fait consensus

- **Mieux gérer la ressource en eau**

L'eau est un enjeu pour tout le territoire. Tous les interlocuteurs du bassin Paladru-Fure sont conscients que la gestion de l'eau doit être repensée pour tenir compte des nouveaux besoins, des nouveaux usages et des aléas sur la ressource. Mais cette unanimité sur le constat ne signifie pas unanimité sur les réponses à apporter. La préparation d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est rarement évoquée, mais une démarche du même genre est assurément la bonne pour nombre d'interlocuteurs.

La gestion quantitative de l'eau est une préoccupation partagée tant par les industriels, les producteurs d'énergie, que les collectivités territoriales. La ressource est abondante, mais son gaspillage n'est plus de mise, il est nécessaire d'économiser l'eau. A ce titre, les collectivités signalent souvent les efforts portés sur les réseaux d'AEP, leur rénovation pour réduire les fuites et leur interconnexion. Plusieurs types d'interlocuteurs (industriels, mais aussi collectivités ou autres usagers) mentionnent que les besoins des usages industriels et microcentraliers sont à adapter au plus près des ressources.

Il semble nécessaire à de nombreux interlocuteurs d'améliorer la prévision de la ressource disponible. Plus particulièrement, le débit de la Fure est fortement affecté par les pertes d'eau dans la nappe et ces phénomènes doivent être anticipés. Les variations climatiques doivent être prises en considération pour anticiper sur les évolutions.

- **Mieux gérer les usages de l'eau**

Tous nos interlocuteurs sont conscients que beaucoup d'entreprises sont dépendantes de la ressource en eau. Elles ne sont pas toutes importantes, mais assurent des emplois et la vie des petites communes. Le réseau que constituent ces entreprises est fragile. Les entreprises qui créent le plus d'emploi sont souvent utilisatrices de l'eau pour des besoins industriels : lavage, refroidissement, etc. qui ne consomment pas de grandes quantités. Les entreprises de production d'énergie hydroélectriques créent peu d'emploi et utilisent de grande quantité d'eau, mais elles participent à la production d'énergies renouvelables. Une perte de droits d'usage, même minime, pourrait déstabiliser une petite activité, et à terme affecter l'ensemble de la vitalité économique du secteur (effet papillon).

La gestion des vannes semble manquer d'une part de précision (absence de mesures de débits) et d'autre part d'explication (le règlement de 1866 est méconnu, et son application ne correspond à l'ensemble des usages). En période de crise, il n'existe pas de système permettant une capacité de réaction et de décision pour la gestion des vannes, ce qui pourrait passer par la création d'une commission d'alerte, de gestion et d'anticipation des décisions, constituée d'un petit groupe de personnes.

8.2.2 Ce qui ne fait pas consensus

- **La gestion de la ressource**

La préservation du milieu naturel du Lac de Paladru n'est pas une préoccupation partagée. De nombreux interlocuteurs méconnaissent les enjeux liés aux évolutions des usages autour du lac et les impératifs de bonne gestion d'un milieu naturel.

D'autres contestent qu'il y ait dégradation parce qu'ils considèrent que le site est encore en bon état et qu'il n'y a pas lieu de s'alarmer. La plupart des interlocuteurs liés directement au Lac de Paladru (propriétaires, pêcheurs, les communes, associatifs) demande une meilleure gestion des niveaux du lac. Il faut préserver les milieux naturels du lac et aux alentours et préserver la qualité des eaux. En opposition, les exploitants et industriels usagers de l'eau font référence au règlement d'eau actuel dont ils assurent l'application. Ces interlocuteurs semblent inquiets des exigences toujours plus fortes, relatives au niveau du lac, aux débits réservés, à la qualité des rejets d'eau par les industries.

- **Les débits réservés**

C'est un des enjeux majeurs de la gestion de La Fure. En période de pénurie, certains industriels disent ne pas pouvoir respecter le débit réservé, d'autres exploitants contestent systématiquement ce débit réservé. Parallèlement, les pêcheurs considèrent que le débit de la Fure court-circuitée est insuffisant. Le calcul du débit en sortie du lac, le rôle de la nappe phréatique, l'apport des affluents, les pertes d'eau dans les canaux de dérivation, les prélèvements pour l'eau potable, etc. tous ces points sont discutés et contestés sans que des données objectives puissent être apportées.

8.2.3 Ce qui pourrait aider à faire consensus

- **Mieux gérer les canaux**

L'entretien de certains canaux est souhaité par des industriels, mais ceux-ci ont cru percevoir une interdiction ferme de la part des services administratifs depuis 2003. Cependant, l'administration n'interdit pas l'entretien des canaux, seulement cela se fait en vertu d'application de textes de loi (loi sur l'eau notamment) et du respect de la réglementation pour préserver les milieux aquatiques. Une demande d'autorisation s'avère nécessaire.

Une politique concertée entre propriétaires et pouvoirs publics devrait permettre de trouver une conjonction d'intérêt et aboutir au moins à une meilleure coordination, et au mieux à une programmation des interventions.

- **Mieux vendre l'énergie**

La vente d'énergie à EDF est rentable si la production est continue et en périodes de pointe de consommation, c'est-à-dire en hiver. Il faudrait pouvoir adapter la production d'énergie hydraulique à la ressource, sans pénaliser le chiffre de production. L'Etat, les producteurs, les élus, etc. sont conscients du problème. Soit la réglementation sur les tarifs d'achats serait à réviser, ce qui n'est pas simple à obtenir. Soit un accord serait à conclure entre producteurs, gestionnaires du territoire et acheteurs d'énergie pour améliorer l'hydrologie, ou améliorer les équipements ou réviser les contrats, ou l'ensemble de ces mesures conjointement.

- **Mieux évoluer**

Le territoire évolue, avec une vocation touristique toujours plus forte autour du Lac de Paladru, et l'extension d'un habitat résidentiel en relation avec les bassins d'emplois de Voiron et Grenoble. Certains interlocuteurs ne ressentent pas l'utilité des documents de planification régionale (SCOT, schéma de la ressource en eau). Il existe une demande pour que le développement démographique soit être mieux anticipé et se traduise dans les projets d'aménagement et d'équipement (protection des zones naturelles fragiles, alimentation en eau, déchets, services, loisirs, etc.).

On assiste à une demande de développement des sports de pleine nature. Le territoire a du potentiel, mais parfois contrarié par l'absence d'équipement ou les autres usages des ressources naturelles. La mise en valeur du patrimoine industriel de la vallée de la Fure est également un point clé dans le développement touristique du territoire et c'est un point auquel les différents acteurs du bassin versant (collectivités, riverains, micro-centraliers, industriels, etc.) sont attachés.

- **Mieux prévenir les risques naturels**

La prévention des risques naturels passe par plus de prévention des risques, d'un point de vue sensibilisation, information et organisation. L'élaboration d'un PPRI pourrait être envisagée, mais tous les interlocuteurs n'en voit pas l'utilité. Dans un secteur où le régime des eaux façonne les activités et a marqué l'histoire, il semble que cette question doive être développée.

8.2.4 Perspectives

La Directive n° 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE) doit être mise en œuvre pour atteindre un bon état de l'eau.

On constate deux problématiques générales qui attisent des contradictions :

- les intérêts des usagers à l'aval, dans la vallée de La Fure, sont souvent présentés comme opposés aux intérêts des usagers à l'amont, autour du lac de Paladru et vice-versa (exploitation énergétique vs préservation de la ressource naturelle, besoins industriels vs exploitation touristique) ;
- les intérêts traditionnels (activités industrielles, agricoles et touristiques) doivent s'adapter au contexte nouveau (préservation des milieux naturels et de la biodiversité, perturbations climatiques, développement démographique dans un bassin d'emplois lié à Grenoble-Voirion).

Les objectifs de méthode pour rechercher des accords pourraient être :

- Réduire les distances aval/amont par une concertation plus développée ;
- Mieux comprendre et partager les évolutions du territoire ;
- Définir la gestion de la ressource en eau d'intérêt général.

9 - Synthèse des enjeux

9.1 Volet A – Partage de la ressource en eau et gestion des milieux

Le diagnostic a montré que le partage de la ressource en eau présentait des enjeux à la fois sur le Lac de Paladru et sur le linéaire de la Fure et de ses affluents. Ces enjeux peuvent se décliner comme suit :

- Sur le Lac de Paladru
 - Frai des espèces piscicoles,
 - Milieux naturels riverains représentés synthétiquement par les roselières,
 - Loisirs : plages et activités nautiques,
 - Culturel : fouilles archéologiques.
- Sur la Fure et ses affluents
 - Process industriel,
 - Hydroélectricité,
 - Risques naturels sur la Fure.

Les conditions optimales de niveaux et de débits ont donc été analysées en fonction des besoins pour chacun des usages précédents.

9.1.1 Conditions optimales de niveaux pour le Lac de Paladru

9.1.1.1 Conditions optimales pour la faune et la flore

Les enquêtes auprès des principaux acteurs agissant pour la protection de la faune/flore du Lac de Paladru (AVENIR, FRAPNA, AAPPM, SCI du Lac de Paladru, etc.) ont permis d'aboutir aux observations suivantes :

- Le niveau du Lac de Paladru doit être au plus haut à la fin de l'hiver et début du printemps (mars-avril) pour la période de fraie du poisson et pour la santé des roselières ;
- Le niveau du lac doit être maintenu au dessus de la cote -1,30 m durant la période estivale afin d'éviter le piétinement des roselières ;
- La cote minimale du lac (-1,30 m) doit être atteinte à la fin de l'été de façon à exonder les roselières et assurer une oxygénation des vases.

Les cotes optimales suivantes pour le milieu naturel du Lac de Paladru sont suggérées :

- -0,40 m au début du printemps ;
- -1,30 m à la fin de l'été ;
- -0,60 m à la fin de l'année.

9.1.1.2 Conditions optimales pour les plages, bases nautiques et ports

Les rives du Lac de Paladru attirent les plagistes et les pratiquants de voile de début mai à fin septembre. Le pic d'affluence est généralement constaté de début juillet à mi août. La fréquentation touristique de l'ensemble du Lac de Paladru représente près de 300 000 visiteurs durant la saison chaude, dont près d'un tiers pour la baignade.

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 234

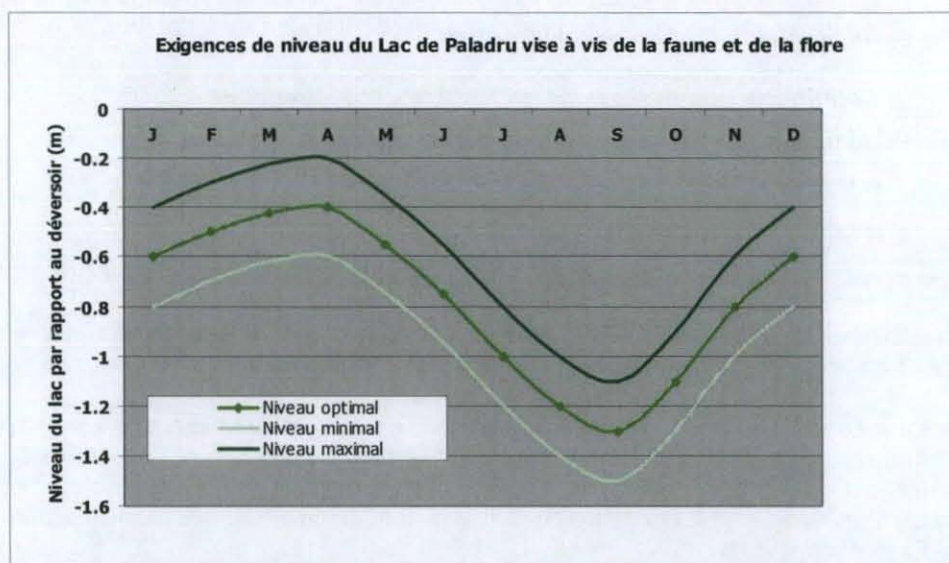


Figure 94 : Exigences de niveau du Lac de Paladru vis-à-vis de la faune et de la flore

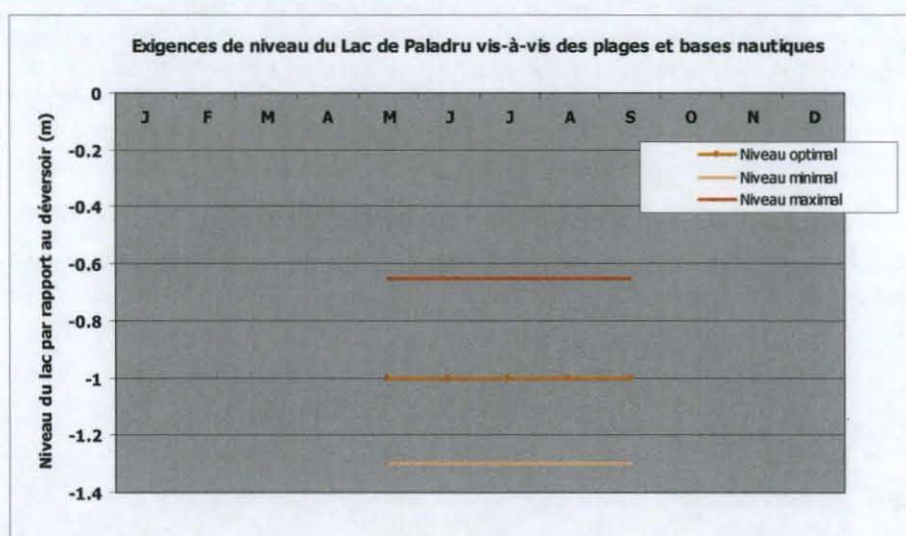


Figure 95 : Exigences de niveau du Lac de Paladru vis-à-vis des plages et bases nautiques

Le niveau du Lac de Paladru durant cette période d'affluence doit être suffisamment haut pour que les baigneurs et les pratiquants de sports nautiques accèdent à l'eau sans marcher dans les matériaux vaseux. Les plages concernées par cette exigence sont les plages communales de Charavines et Montferrat et les plages des bases nautiques (SPAC, YCGC). Après discussion avec les acteurs concernés (communes, centres nautiques), nous avons conclu que le niveau du lac doit se situer au dessus de la cote -1,30 m, afin de permettre un accès aisé à l'eau pour les baigneurs et aux différents appointements et amarrages pour les embarcations.

Le niveau du Lac de Paladru doit également être suffisamment bas pour permettre une étendue de plage suffisante sur le pourtour du Lac de Paladru. Lors de l'étude SAFEGE (SAFEGE, 1994), les profils en long des

plages avaient été levés de façon à apprécier l'impact du niveau du lac sur la largeur de la plage. Le niveau optimal avait été défini à -1 m sous la crête du déversoir.

9.1.1.3 Conditions optimales pour les fouilles archéologiques

Sur le Lac de Paladru, on dénombre plusieurs sites archéologiques :

- Village néolithique des baigneurs (fouilles arrêtées depuis 1986) ;
- Habitat médiéval fortifié à Charavines (fouilles en cours) ;
- Habitats médiévaux d'Ars à Le Pin et des Grands Roseaux à Montferrat (fouilles en cours).

Depuis 1976, différentes périodes d'étiages sévères ont mis en péril la conservation des vestiges. Le site médiéval de Charavines, se situant à faible profondeur, est le plus vulnérable aux baisses de niveau d'eau.

Pour assurer une conservation correcte des vestiges, le lac ne doit pas se situer à un niveau inférieur à -0,7 m. En outre, il faut que le lac soit suffisamment haut pour assurer le déroulement des fouilles durant la période estivale. Le niveau du lac doit idéalement se situer dans la tranche 0/-30 cm pour permettre les fouilles subaquatiques. Il est à noter que l'exigence de niveau pour le déroulement des fouilles sera levée en 2009, le chantier de fouilles prenant fin.

9.1.1.4 Conditions optimales vis-à-vis des risques hydrauliques

L'analyse de l'impact du niveau initial sur les débits de pointe le long de la Fure montre qu'il est bénéfique de maintenir une revanche d'au moins 30 cm par rapport au déversoir afin de limiter les débits le long de la Fure. Le maintien d'une telle revanche permet de réduire le débit de pointe de la crue centennale de 8% dans le bas Rives et de 5% à Fures par rapport à une situation où le lac est initialement plein.

Le maintien d'une revanche supérieure à 30 cm ne permet pas un gain plus important sur la réduction des débits de pointe, le pic de débit provenant essentiellement des apports par ruissellement et non des apports à l'exutoire du lac.

9.1.1.5 Synthèse des exigences de niveau du Lac de Paladru

La figure ci-dessous synthétise les exigences de niveau du Lac de Paladru vis-à-vis des milieux naturels, des différentes activités liées au Lac de Paladru (activités nautiques, fouilles archéologiques) et vis-à-vis des risques hydrauliques.

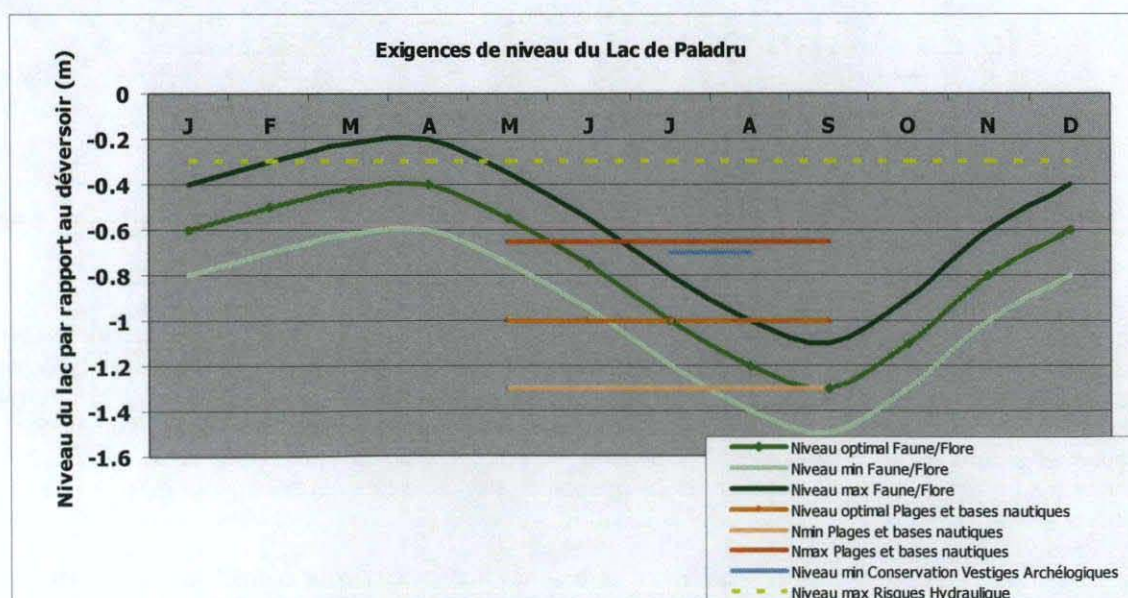


Figure 96 : Synthèse des Exigences de niveau du Lac de Paladru

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 236

Les exigences de niveau vis-à-vis de la faune et de la flore sont compatibles avec le maintien d'une revanche de 30 cm pour le laminage des crues et la diminution des risques hydrauliques le long de la Fure. Les exigences du milieu naturel sont également compatibles avec celles des plages et bases nautiques. Seules les activités liées aux fouilles archéologiques ont des exigences incompatibles avec celles du milieu naturel, des activités nautiques et le maintien d'une revanche de 30 cm pour écrêter les crues éventuelles.

9.1.2 Conditions optimales de débits pour la Fure

9.1.2.1 Conditions optimales pour le process industriel

Les débits nécessaires dans les canaux de dérivations des différentes industries sont rappelés ci-dessous. Le débit réservé de la Fure a été calculé comme étant le $1/10^{\text{ème}}$ du module interannuel, règle qui sera appliquée en 2014.

Entreprise	Besoin dans le canal	Débit réservé à l'aval de la prise d'eau	Débit nécessaire à l'amont de la prise d'eau	Débit nécessaire à l'exutoire du Lac de Paladru
Arjo Wiggins Charavines	40 l/s	110 l/s	150 l/s	150 l/s
Aciéries Bonpertuis	250 l/s	120 l/s	370 l/s	370 l/s
Arjo Wiggins Renage	100 l/s	160 l/s	260 l/s	
Papeterie de Fures	200 l/s	180 l/s	380 l/s	

Un débit de 300 l/s en sortie du Lac de Paladru permet de satisfaire l'ensemble des besoins des industriels tout en respectant le débit réservé actuel, égal au $1/40^{\text{ème}}$ du module, dans le tronçon de la Fure court-circuité. Pour le respect du débit réservé égal au $1/10^{\text{ème}}$ du module, débit réglementaire à partir de 2014, un débit de 400 l/s est nécessaire à l'exutoire des vannes du lac de façon à satisfaire les besoins pour le process industriel et les milieux naturels.

9.1.2.2 Conditions optimales pour l'hydroélectricité

La production hydroélectrique des microcentrales est maximale lorsque le débit turbiné correspond au débit d'équipement de l'installation. Ce débit d'équipement varie entre 1 et 4 m^3/s selon les microcentrales.

Au sein des microcentraliers, il est important de distinguer ceux qui utilisent l'énergie produite pour leur propre consommation de ceux qui la revendent à EDF.

Pour la producteurs d'électricité à titre privé, les débits d'équipement sont relativement faibles (1,5 m^3/s au maximum). Pour les producteurs fournissant l'électricité à EDF, les débits équipés des installation sont plus forts (1 à 4 m^3/s). Ces microcentraliers souhaitent avoir le débit le plus proche du débit équipé, car le rendement décroît rapidement avec le débit. Un débit en sortie du Lac de Paladru supérieur ou égal à 1 m^3/s est optimal pour la production d'énergie hydroélectrique de l'ensemble des microcentrales le long de la Fure. Cette exigence de débit fort est privilégiée actuellement pour les microcentraliers durant la période hivernale, période durant laquelle le prix de vente du KWh est élevé (Tarifs 2007 : 8,146 c€/KWh du 1^{er} novembre au 31 mars contre 3,275 c€/KWh du 1^{er} avril au 31 octobre).

Toutes les microcentrales de la Fure peuvent fonctionner avec un débit de 500 l/s au droit de l'installation. Les campagnes de débit ont montré que le débit de la Fure a tendance à diminuer des vannes du lac jusqu'au pont du Bœuf. Le fonctionnement des microcentrales sur ce premier tronçon exige donc un débit supérieur à 500 l/s en sortie du Lac de Paladru.

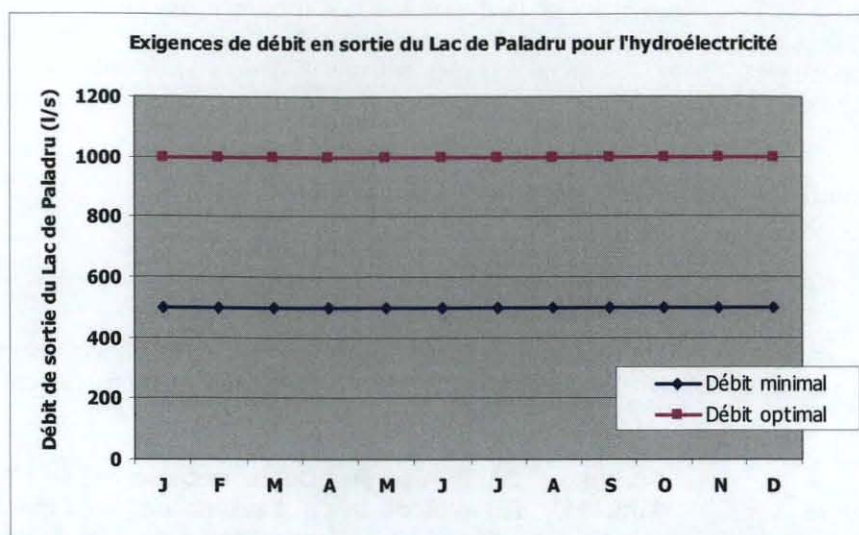


Figure 97 : Exigences de débit a l'exutoire du Lac de Paladru pour l'hydroélectricité

Le graphique précédent indique les bornes supérieures et inférieures pour l'usage hydroélectrique. Cependant, on pourrait imaginer, en concertation avec les exploitants, des périodes de faible débit privilégiant le remplissage du lac et des périodes de débit plus élevé, de façon à assurer une production hydroélectrique fiable et régulière.

9.1.3 La fiabilité des débits délivrés à la Fure

Actuellement les débits de la Fure sont mesurés au niveau d'un seuil jaugeur, mis en place en 2003 dans le cadre du Contrat de Bassin Paladru-Fure, situé en aval de l'ouvrage des vannes et du rejet du siphon. Le débit mesuré inclut donc bien les 2 types d'alimentation : alimentation par les vannes et alimentation par le siphon.

Les campagnes de jaugeages réalisées au cours de la présente étude ont permis de vérifier le tarage du seuil jaugeur dans la gamme de débit 200-700 l/s.

L'intégration du débit du siphon dans la mesure du débit de la Fure depuis 2003 a entraîné une diminution du débit transitant par les vannes. Ainsi, pour un débit réglementaire de 650 l/s : avant 2003 ce débit était restitué à travers les vannes et se cumulait à celui des siphons (par exemple 250 l/s), soit 900 l/s au total dans la Fure. Depuis 2003, le même débit est restitué aux vannes (400 l/s) et au siphon (250 l/s). Le débit transitant par le canal est donc de 400 l/s contre 650 l/s auparavant.

Ces conditions peuvent amener globalement à faciliter le dépôt de fines (moindres vitesses dans le chenal), et à limiter le transport vers l'aval (vitesses d'entraînement atteintes moins fréquemment). Ces conditions favorisent également le colmatage des grilles de la chambre à vannes et donc l'efficacité des vannes, ce qui peut expliquer certaines variations dans les débits restitués.

9.1.4 La qualité des habitats

L'étude des habitats aquatiques a montré l'impact des dérivations de débit (tronçons court-circuités) et de l'artificialisation des lits de la Fure. Trois enjeux semblent aujourd'hui prioritaires :

- Les débits minima biologiques : deux types de situation se présentent :
 - Soit les usages de la prise d'eau sont liés à un usage économique, auquel cas les débits restitués à la Fure sont réglementairement égaux au 1/40^e du module. Cette valeur, jusqu'à environ 1/20^e du module, est insuffisante pour constituer des habitats favorables aux poissons, à leur reproduction et à leur développement. L'analyse montre que le passage au 1/10^e du module, obligatoire à partir de 2014 devrait permettre de doubler la surface des habitats potentiels ;
 - Soit les usages de la prise d'eau n'ont pas d'intérêt économique (agrément, négligence), auquel cas la réglementation est la même (1/40^e du module actuellement, 1/10^e du module à partir de 2014), mais on peut légitimement se poser la question de l'opportunité de restituer à la rivière la totalité du débit ;
- Le niveau d'artificialisation du lit de la Fure est pénalisant pour la qualité des milieux. Bien que la Fure soit classée Masse d'Eau Fortement Modifiée et que l'objectif de la DCE ne soit pas le bon état écologique, mais le bon potentiel, la restauration physique du cours d'eau semble prioritaire ;
- La franchissabilité des ouvrages en travers du lit (seuils, barrages) n'est pas une obligation réglementaire. Elle serait cependant opportune pour 9 ouvrages identifiés dans le PDPG et confirmés par cette étude, notamment de façon à garantir l'accès à des zones de frayères intéressantes.

9.2 Volet B – Inondabilité

9.2.1 Risques d'inondation

9.2.1.1 Secteurs à enjeux soumis aux aléas de la Fure

Dans le tableau ci-dessous sont synthétisés les zones à enjeux (habitations, sites industriels, équipements) soumis à l'aléa inondation de la Fure.

Commune	Secteurs concernés	Enjeux en crue	Aléa en crue centennale	Cause des inondations
Charavines	Amont pont de la caserne (Ff4)	Jardins d'une habitation totalement inondés pour Q100	Aléa moyen	Débordement de la Fure en rive gauche par insuffisance du lit mineur et mise en charge de l'ouvrage Ff4
	Aval pont de la caserne (Ff4)	Habitation inondée pour Q100	Aléa moyen	Déversements de la Fure par dessus un chemin-digue en rive droite
	Moulin du Guillermet	Habitation inondée pour Q100	Aléa fort	Débordement de la Fure en rive droite par insuffisance du lit mineur
	Ancien site industriel du Guillermet	Habitations et friche industrielle inondées pour Q100	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb2
	STEP Charavines	STEP partiellement inondée pour Q100	Aléa fort	Débordements de la Fure en rive gauche par insuffisance du lit mineur et de l'ouvrage Ff9
Apprieu	Aciéries Bonpertuis	Jardins des habitations inondés dès Q10. Quelques habitations inondées pour Q100.	Aléa moyen à fort	Déversements de la Fure en rive droite par-dessus une digue
	Usine basse des aciéries de Bonpertuis	Usine basse inondée pour Q100	Aléa moyen	Submersion de la digue de protection en rive gauche
	Captage de Côte Gagère	Captage inondé pour des débits inférieurs à Q10 (seuil d'alerte : 2,6 m³/s à l'exutoire du Lac de Paladru)	Aléa moyen	Débordements de la Fure en rive droite depuis l'amont par insuffisance du lit mineur
	Planche Cattin	Magasin de bateaux totalement inondé pour Q100.	Aléa moyen	Débordements de la Fure en rive droite depuis l'amont aggravés par la présence de l'ouvrage Ff15 (3 buses de capacité < Q10)
		Déversement sur la voirie dès Q10. Inondation d'une maison pour Q100.	Aléa fort	Insuffisance du passage couvert Fb4
	Usine SVAM	Débordements dans l'usine dès Q10	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb5

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296

JD/FLA - XB - GBO

07/07/2009

Page : 240

Rives	La Poype	Débordement vers un chemin et des habitations pour Q100	Aléa moyen	Déversement de la Fure en rive gauche en amont de la prise d'eau Petite Chute Fp24
	Propriété M.Lyonnet	Submersion des bâtiments désaffectés dès Q10	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb6
	Entrée dans le Bas Rives	Inondation de jardins dès Q10 et d'un parking et d'habitations pour Q100	Aléa moyen à fort	Débordement de la Fure en rive gauche par insuffisance du lit mineur et insuffisance du franchissement Ff24 pour Q100
	Bas Rives	Inondation d'une cour et d'habitations pour Q100	Aléa moyen	Débordements de la Fure en rive droite aggravés par la présence de vannes en travers de la Fure (Fp28) et insuffisance du passage couvert Fb7
Renage	Site Revex	Légers débordements pour Q10 Inondation des bâtiments de l'usine pour Q100	Aléa moyen à fort	Insuffisance du lit mineur et du passage couvert Fb9
	Site Chapelle Renage	Submersion d'un bâtiment désaffecté et inondation de la chapelle pour Q100	Aléa moyen	Insuffisance des passages couverts Fb10 et Fb11
	Site la Grande Fabrique	Inondation des bâtiments du site pour Q100	Aléa moyen	Insuffisance du lit mineur et du passage couvert Fb12
	Site des anciennes papeteries de Renage	Inondation des bâtiments du site pour Q100	Aléa faible à moyen	Déversement par-dessus l'ouvrage Fp37 et insuffisance du passage couvert Fb13
	Amont château d'eau	Inondation de jardins pour Q10 et de quelques habitations pour Q100	Aléa moyen à fort	Débordement de la Fure en rive droite par insuffisance du lit mineur
Tullins-Fures	Site des taillanderies	Submersion de bâtiments désaffectés dès Q10 et inondation de plusieurs habitations pour Q100	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb14 et du lit mineur
	Site Plastul et papeteries de Fures	Inondations des bâtiments du site pour Q100	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb15 et du lit mineur
	Centre bourg de Fures	Inondation de la voie publique (VC + RN92) dès Q10 et de plusieurs habitations pour Q100	Aléa moyen à fort	Insuffisance du passage couvert Fb15
	Site industriel Fures Electricité, etc.	Inondation des bâtiments du site pour Q100	Aléa moyen	Insuffisance du passage couvert Fb16
	Plaine de l'Isère	Inondation d'une vingtaine d'habitations isolées pour Q100	Aléa moyen	Insuffisance du lit mineur (pente d'écoulement réduite ~ 2‰)

9.2.1.2 Secteurs à enjeux soumis aux aléas des canaux

Dans le tableau ci-dessous sont synthétisés les enjeux soumis à l'aléa crue rapide des canaux de la Fure en crue centennale.

Commune	Secteurs concernés	Enjeux en crue	Aléa en crue centennale	Cause de la submersion
Charavines	Ancien site industriel du Guillermet	Habitations et friche industrielle	Aléa moyen à fort	Insuffisance de la capacité de 2 canaux (prises d'eau Fp6 et Fp7)
	Papeterie Arjo Wiggins	Locaux de la papeterie	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp9)
		STEP	Aléa fort	Insuffisance de la capacité du canal et fragilité de la digue (prise d'eau Fp10)
	STEP de Charavines	STEP de Charavines	Aléa fort	Insuffisance de la capacité du canal et fragilité de la digue (prise d'eau Fp10)
Apprieu	Aciéries Bonpertuis	Site industriel et habitations	Aléa moyen à fort	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp10)
	Planche Cattin	Captage de Côte Gagère, magasin de bateaux et 2 maisons	Aléa fort	Insuffisance de la capacité du canal et fragilité de la digue (prise d'eau Fp14)
	Le Rivier d'Apprieu	Maison de M.Collomb Fils	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp16)
	Fond du Rivier	Maison	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp18)
	Site industriel de PASTIÈRES	Locaux de l'usine	Aléa fort	Insuffisance de la capacité du canal et fragilité de la digue (prise d'eau Fp19)
Renage	Papeterie Arjo Wiggins	Locaux de la papeterie	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp30)
	Site la Grande Fabrique	Quelques bâtiments	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp36)
Tullins-Fures	Site des tallanderies	Friche industrielle et habitations	Aléa fort	Insuffisance de la capacité du canal Allibe et fragilité de la digue (prise d'eau Fp42)
	Centre bourg de Fures	Une trentaine d'habitations, Ecole, papeterie Guély	Aléa moyen à fort	Insuffisance de la capacité du canal Allibe et fragilité de la digue (prise d'eau Fp42)
	Site Richard Pont Vert	Locaux de l'usine	Aléa moyen	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp42)
	Saint Jean de Chépy	Quelques habitations et voie communale	Aléa faible	Insuffisance de la capacité du canal (prise d'eau Fp44)

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296

JD/FLA - XB - GBO

07/07/2009

Page : 242

9.2.2 Risques d'embâcles

Malgré une végétation des berges de la Fure et de ses affluents généralement bien stabilisée, plusieurs facteurs amènent à identifier que le transport de flottants (bois mort, branches, etc.) et la formation d'embâcles sont potentiellement important en cas de crue forte (supérieure à la crue décennale).

Les secteurs que nous avons évalués comme potentiellement les plus productifs en flottants sont les suivants :

- Secteur des côtes du Furens à l'amont du Guillermet,
- Secteur à l'amont du captage de Côte Gagère,
- Secteur de Planche Cattin à l'amont de la prise d'eau de M.Collomb Fils,
- Secteur de l'étang de Côte Manin,
- Secteur de PASTIÈRES à l'amont du Pont du Bœuf,
- Secteur des étangs de Rives jusqu'à la Poype,
- Secteur du Bas Rives jusqu'au site de la papeterie Arjo Wiggins,
- Secteur de la SPA de Renage jusqu'à la retenue des anciennes papeteries de Renage,
- Secteur des prises d'eau Petite Hurtières à Grande Hurtières,
- Secteur d'Hurtières aux papeteries de Fures à Tullins-Fures,

9.2.3 Risques de pollution

9.2.3.1 *Pollutions par des effluents industriels*

Des pollutions accidentelles peuvent se produire en période de crue au droit de certaines industries de la vallée de la Fure. Ces pollutions peuvent résulter de l'inondation de zones de stockage de produits polluants et du déversement du contenu des fûts dans le cours d'eau (fuel, produits chimiques, etc.). Toutefois, la vulnérabilité des sites et les produits polluants potentiellement impliqués n'ont pas fait l'objet d'une analyse précise.

Les sites à risques majeurs sont les suivants :

- Site Arjo Wiggins à Renage ;
- Site Revex à Renage ;
- Site Clotex à Renage ;
- Site des Papeteries de Fures à Tullins-Fures.

Lors des crues, un risque d'érosion de sols pollués est également à prendre en considération. Il peut s'agir de pollutions très anciennes résultant des activités industrielles passées, l'histoire industrielle de la vallée de la Fure datant de plusieurs siècles.

Par ailleurs l'usine REXOR représente une source de pollution potentielle pour les eaux du Lac de Paladru, une pollution ayant déjà eu lieu il y a quelques années.

9.2.3.2 Pollutions par les eaux usées

Les principaux sites pouvant être à l'origine d'une pollution par déversement d'eaux usées sont les suivants :

- Poste de relevage à proximité de l'exutoire du Courbon entraînant occasionnellement une pollution par déversement des eaux usées dans le marais de la Véronnière (observée en moyenne 1 à 2 fois par an selon Avenir) ;
- Station de relevage de la commune de Biliou située dans le Lac de Paladru ;
- STEP de Charavines (déversement des eaux usées dans la Fure dès un léger coup d'eau) ;
- Connexion entre la STEP de Renage et le collecteur intercommunal relié amenant les eaux usées jusqu'à la STEP de Tullins.

9.3 Enjeux communs aux volets A et B

9.3.1 Éléments pour l'analyse du devenir des ouvrages de prises d'eau

Afin de pouvoir statuer sur le devenir des ouvrages de prise d'eau situés dans le lit de la Fure, il est important de définir précisément les rôles que jouent ces ouvrages vis-à-vis des composantes physiques et écologiques ainsi que pour les usages. Les composantes physiques et écologiques considérées sont les suivantes :

- Le fonctionnement hydraulique de la Fure en période de crue ;
- La morphodynamique de la rivière ;
- Les milieux naturels ;
- La faune piscicole.

9.3.1.1 Méthodologie

• Nomenclature

Pour chacune des composantes énoncées précédemment, ainsi que pour les usages, le rôle de l'ouvrage est évalué selon la nomenclature ci-dessous.

	Pour les composantes physiques / écologiques	Pour les usages
++	Rôle très positif	Rôle très fort
+	Rôle positif	Rôle fort
=	Rôle neutre	Rôle nul
-	Rôle négatif	-
--	Rôle très négatif	-

- **Rôle hydraulique en crue**

Rôle hydraulique de l'ouvrage en crue

Les ouvrages le long de la Fure peuvent jouer des rôles variés vis à vis des enjeux en période de crue.

Le rôle hydraulique de l'ouvrage est qualifié de « positif » s'il permet d'augmenter le volume de stockage des crues dans le lit majeur sans aggraver la vulnérabilité des biens et des personnes. Ces zones de stockages contribuent au laminage de l'onde de crue et assure ainsi la réduction des débits de pointe en aval.

A l'opposé, le rôle est considéré comme « négatif » si l'élévation de la ligne génère l'inondation de zones à enjeux ou si la configuration de l'ouvrage est propice à la création d'embâcles. En effet, un embâcle peut relever le niveau d'eau en amont et céder sous la pression de l'eau, entraînant ainsi une onde de débit supplémentaire en aval et des aléas aggravés.

Rôle hydraulique de l'élément de dérivation en crue

L'élément de dérivation (canal, conduite forcée) peut jouer un rôle positif en période de crue s'il assure un délestage de la Fure, préservant ainsi des inondations les enjeux situés le long du tronçon court-circuité. En revanche, les canaux peuvent jouer un rôle négatif en cas de rupture de digues. Les risques de rupture de digue des canaux peuvent être appréhendés à partir des caractéristiques de ces digues relevés lors du parcours de terrain (hauteur des digues, largeur en crête, état, etc.).

- **Rôle morphodynamique**

Un ouvrage joue un rôle positif sur le plan morphodynamique s'il permet de maintenir le profil en long de la rivière en un point stratégique du profil en long de la Fure.

Son rôle est qualifié de « négatif » s'il n'assure pas le rôle précédent ou si la présence de l'ouvrage entraîne un piégeage important des matériaux solides entraînant un colmatage du lit.

- **Rôle pour les milieux naturels**

Rôle de l'ouvrage pour les milieux naturels

L'ouvrage joue un rôle positif vis-à-vis des milieux naturels s'il assure le maintien d'une zone humide en amont de celui-ci. Toutefois, si l'ouvrage en travers de la Fure est à l'origine d'une répartition de débit, entre la Fure mère et l'élément de dérivation, pénalisante pour les milieux de la Fure mère, le rôle de l'ouvrage est qualifié de négatif. Pour les ouvrages dont les éléments mobiles sont manœuvrables (vannes essentiellement), le rôle de l'ouvrage n'est pas qualifié de « négatif » en période d'étiage car une manœuvre de vanne est possible pour assurer le débit minimum biologique à la Fure mère.

Rôle du canal pour les milieux naturels

Le canal de dérivation joue un rôle positif pour les milieux naturels dans le cas où la zone de confluence Fure-canal génère des milieux intéressants pour la faune piscicole (création de zone de recirculation, de chenaux multiples, etc.).

- **Rôle pour la faune piscicole**

L'ouvrage joue un rôle négatif vis à vis de la faune piscicole si celui-ci est infranchissable. La franchissabilité d'un ouvrage dépend de différents paramètres : hauteur de l'ouvrage, fosse d'appel suffisante, lame d'eau sur la crête de l'ouvrage, etc.

- **Rôle pour les usages**

Le rôle de l'ouvrage est qualifié de « fort » vis-à-vis des usages si le canal est exploité pour l'irrigation ou pour l'alimentation d'étangs. Le rôle est qualifié de « très fort » lorsque l'usage des eaux de l'élément de dérivation (canal, conduite forcée) est économique (hydroélectricité, process).

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 245

9.3.1.2 Résultats

Les résultats de l'évaluation du rôle des ouvrages de prise d'eau de la Fure, vis-à-vis des principales composantes physiques et écologiques du cours d'eau et des usages, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 59 : Rôles des ouvrages de prise d'eau de la Fure

N°Ouvrage	Rôle hydraulique de l'ouvrage en crue	Rôle hydraulique du canal en crue	Rôle morphodynamique de l'ouvrage	Rôle de l'ouvrage pour les milieux naturels	Rôle du canal pour les milieux naturels	Rôle piscicole	Rôle du canal pour les usages
Fp1	=	=	=	=	+	--	=
Fp2	=	+	=	=	+	-	+
Fp3	=		=	=		=	
Fp4	=	=	=	-	+	-	+
Fp5	=		=	=		-	
Fp6	-	=	-	-	+	--	=
Fp7	-	-	=	=	=	=	=
Fp8	-	-	?	=	=	?	=
Fp9	=	=	-	=	=	--	++
Fp10	=	-	-	=	=	-	++
Fp11	-		-	=		--	
Fp12	=	+	=	=	=	=	=
Fp13	=	+	=	=	+	-	++
Fp14	=	-	=	=	=	-	=
Fp15	=	=	=	-	=	=	++
Fp16	=	+	-	-	=	=	++
Fp17	-		=	=		=	
Fp18	=	-	-	+	+	--	+
Fp19	=	=	-	=	=	--	++
Fp20	-	-	=	=	=	-	+
Fp21	=	=	-	=	=	-	=
Fp22	=	=	-	=	=	--	++
Fp23	=		--	+		--	
Fp24	-	=	--	=	=	--	++
Fp25	=	=	-	=	=	--	++
Fp26	=	=	-	=	=	--	++
Fp27	=		--	+		--	
Fp28	--		=	=		=	
Fp29	=		=	=		--	
Fp30	=	=	-	=	=	--	++
Fp31	=		-	++		--	
Fp32	-	=	-	=	=	-	++
Fp33	=	-	-	=	=	--	++
Fp34	-		=	=		=	
Fp35	=	=	=	=	=	-	++
Fp36	=	=	-	=	=	--	+
Fp37	-	=	--	=	=	--	++
Fp38	-	=	?	=	=	?	++
Fp39	=		-	+		--	
Fp40	=	=	--	=	=	--	++
Fp41	=	=	-	-	=	--	=
Fp42	=	--	-	=	=	--	++
Fp43	=	=	-	=	=	--	+
Fp44	=	+	-	=	=	--	++
Fp45	=	+	-	=	+	--	++

BIBLIOGRAPHIE

ADAPRA-SRAE-CSP (1990)	Inventaire piscicole des Lacs Rhônalpins
Alp'Géorisques (2003)	Carte des aléas de la commune de Tullins
Alpes-Géo-Conseil (2005)	Carte des aléas de la commune de Charavines
APEA (2005)	N'acceptons plus de boire l'eau de la Fure !!!
AScA (2006)	Collecte et analyse de données techniques et socio-économiques pour alimenter le processus de désignation des masses d'eau fortement modifiées au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Etude de cas Fure.
AVENIR (1998)	Plan de gestion du marais de la Véronnière
AVENIR (2000)	Etude hydrogéologique de trois paléoméandres de l'Isère Rapport de stage sous pilotage d'AVENIR et du SIBF
AVENIR (2000)	Etude hydrogéologique de trois paléoméandres de l'Isère
AVENIR (2000)	Plan de gestion des anciens méandres de l'Etang de Mai et de la Boucle des Moïles (communes de Tullins et Vourey)
AVENIR (2003)	Notice de préconisation de gestion du Marais de Bavonne (commune de Chirens)
BIOTEC & MALAVOI (2006)	Retour d'expérience d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes, menées sur le bassin RM&C
BOIVASSI, D. (1992)	Etude des roselières du Lac de Paladru
BURGEAP (2006)	Etude hydrologique de la Fure. DDAF de l'Isère.
BURGEAP (2006)	Etude des usages hydrauliques de la Fure. DDAF de l'Isère.
CAPOLINI, J. et SCHRAMBACH, A. (2002)	La crue de 1856 dans la vallée de la Fure – Conséquences d'une très grosse crue à prévoir au XXI ^e siècle
CAPOLINI, J. et SCHRAMBACH, A. (2002)	Le bassin versant du lac de Paladru – Etude de son environnement hydraulique
CEDRAT (1994)	Etude de la restauration et de la mise en valeur de la Fure
CEDRAT (1994)	Etude de mise en valeur des affluents du Lac de Paladru
CEMAGREF (1988)	Diagnose rapide des milieux lacustres. Lac de Paladru.
CSP (1999)	La Fure du Lac de Paladru à sa confluence avec le ruisseau du Réaumont

	Etat des peuplements piscicoles – Qualité physique du milieu aquatique – Définition des priorités de restauration de la circulation pour la Truite Fario
CSP (2001)	La Fure du bas Rives à sa confluence avec la Morge – Diagnostic de l'état physique du milieu aquatique - Propositions de réaménagement Rapport de stage sous pilotage du CSP et du SIBF
DDAF Isère, 1974	Sauvegarde et régénération de la qualité des eaux du Lac de Paladru
DDAF Isère, 2000	Etude Globale Milieu-Usages
DDAF Isère, 2007	Schéma départemental de la ressource en eau Territoire Fure-Morge-Paladru
DEHAYS, H. (1980)	Paléomorphologie et circulations des eaux souterraines – Etude hydrogéologique des ressources en eau de la haute vallée de la Fure et de ses relations avec les bassins de Paladru et de l'Ainan
DENIAU, 2004	Délimitation du Lac de Paladru - Mémoire d'ingénieur ESGT
DIREN (1999)	Détermination des modules interannuels dans le bassin de la Fure
FAIVRE PIERRET (1997)	Etude des mécanismes générant la régression des roselières du Lac de Paladru – Prélèvements et analyses de sédiments
FAIVRE PIERRET (1997)	Etude des mécanismes générant la régression des roselières du Lac de Paladru – Analyse des eaux du ruisseau du Pin
FDAAPPMA de l'Isère (2007)	Dossier Loi sur l'Eau des aménagements de diversification du lit du Courbon à Montferrat
GAY Environnement (2002)	La Fure et ses affluents - Qualité physico-chimique et hydrobiologique
GAY Environnement (2004)	Réseau de suivi de la qualité des eaux des principaux cours d'eau du Pays Voironnais
GAY Environnement (2005)	Réseau de suivi de la qualité des eaux des principaux cours d'eau du Pays Voironnais
GAY Environnement (2006)	Etude Bilan de la qualité physico-chimique du Lac de Paladru.
G Environnement (2004)	Etude hydrogéologique du Marais de la Véronnière à Montferrat.
INPG Entreprise SA (1996)	Impact de la dérivation des eaux usées sur la production des usines hydroélectriques
MOYNE, J-P. ; PARENT, J-F. ; ROUGIER, H. et SCHRAMBACH, A. (1994)	La naissance d'une vallée industrielle en Dauphiné
Observatoire de l'Energie (2004)	La production d'électricité en France et dans les régions : statistiques de 2000 à 2003
SCHRAMBACH, A., VERDEL, E. (2002)	Aspects de la vie économique dans le Val d'Ainan depuis le Moyen Age
MILLON, E. (1951)	Le Lac de Paladru

PARDE (1925)	Le régime du Rhône, tome 2 (étude hydrologique)
PARENT, J-F. (1999)	La Fure, une vallée singulière
Ponts et Chaussées (1870)	Plans généraux et profils en long de la Fure
SAFEGE (1991)	Etude préalable à la réhabilitation de la Fure – Diagnostic général
SAFEGE (1994)	Etudes préalables et élaboration du dossier de candidature du Contrat de Bassin Paladru-Fure – 6 – Gestion des débits
SAFEGE (1994)	Etudes préalables et élaboration du dossier de candidature du Contrat de Bassin Paladru-Fure – 6 – Gestion des débits – Annexe juridique
SAFEGE (1995)	Le lac de Paladru : étude de la gestion des débits à l'exutoire – Bilan hydrologique et modèles de gestion
SAFEGE (1995)	Fonctionnement des ouvrages actuels de régulation
SCHRAMBACH, A. (1999)	Une situation conflictuelle : la gestion de l'eau dans la vallée de la Fure du XVIème siècle à nos jours
SCHRAMBACH, A. (2002)	Etude hydrologique de la Fure et du Réaumont
UFRST Besançon (2006)	Evaluation de la qualité biologique du Lac de Paladru par application de l'indice biologique lacustre
VALLIER, G. (1852)	Le Vallon de la Fure. Cité dans Millon (1951).

TABLEAUX

Tableau 1 : Occupation des sols sur le bassin versant	19
Tableau 2 : Occupation des sols à l'échelle des sous bassins versants	20
Tableau 3 : Evolution de la population des communes du bassin versant de la Fure	24
Tableau 4 : Structures intercommunales et compétences	25
Tableau 5 : SDAGE – Objectifs DCE pour les masses d'eau de la Fure	39
Tableau 6 : SDAGE – Description du bassin versant de la Fure	43
Tableau 7 : Documents communaux de prévention et gestion des risques	47
Tableau 8 : Dates de création des captages du bassin de la Fure	50
Tableau 9 : Dates de mise en service des STEP du bassin de la Fure	51
Tableau 10 : Recensement des postes pluviométriques	62
Tableau 11 : Recensement des stations DIREN	72
Tableau 12 : Modules estimés par la DIREN au droit des stations	72
Tableau 13 : Modules estimés par la DIREN au niveau de points non jaugés	73
Tableau 14 : Modules de référence pour le Syndicat de la Fure	73
Tableau 15 : Débit d'étiage de référence QMNA5 déterminé par la DIREN	74
Tableau 16 : Synthèse des résultats des campagnes de jaugeage sur la Fure	78
Tableau 17 : Principaux prélèvements sur le territoire de la Fure	83
Tableau 18 : Prélèvements AEP importés au sein du bassin de la Fure	85
Tableau 19 : Prélèvements AEP exportés du bassin de la Fure	85
Tableau 20 : Synthèse des usages hydroélectriques	86
Tableau 21 : Synthèse des usages pour le process industriel	87
Tableau 22 : Synthèse des usages pour l'AEP	87
Tableau 23 : Synthèse des usages pour l'irrigation	88
Tableau 24 : Rejets des STEP du bassin versant de la Fure	88
Tableau 25 : Effectif des industries utilisant les eaux de la Fure pour leur process	90
Tableau 26 : Recensement des rejets industriels et domestiques le long de la Fure	97
Tableau 27 : Résultat du bilan hydrologique annuel à l'exutoire du Lac de Paladru	105
Tableau 28 : Résultat du bilan hydrologique annuel au centre bourg de Fures	105
Tableau 29 : Termes du bilan hydrologique du Lac de Paladru en année moyenne	110
Tableau 30 : Qualité de l'eau – Classes de qualité et altérations du SEQ Eau	119
Tableau 31: Qualité de l'eau – Classes de qualité du SEQ Bio	119
Tableau 32 : Qualité physico-chimique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005	121
Tableau 33 : Qualité hydrobiologique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005	121
Tableau 34 : Répartition des types de berge par commune	127
Tableau 35 : Bilan des emprises des roselières du Lac de Paladru	131

Tableau 36 : Espèces protégées du Marais de la Véronnière	142
Tableau 37 : Qualité – Sectorisation de la Fure	151
Tableau 38 : Qualité – Descripteurs relevés pour l'application de la Méthode CSP	152
Tableau 39 : Qualité – Système de notation des composantes de la Méthode CSP	153
Tableau 40 : Milieux – Priorisation des obstacles à la libre circulation (CSP, 1999)	154
Tableau 41 : Milieux – Ouvrages prioritaires pour la libre circulation des poissons	155
Tableau 42 : Milieux – Localisation des frayères à truite potentielles	156
Tableau 43 : Qualité – Intérêt piscicole des affluents	157
Tableau 44 : Qualité – Résultats de la Méthode CSP	158
Tableau 45: Liste des dégâts occasionnés lors de la crue de Novembre 2002	179
Tableau 46: Principales caractéristiques physiques des bassins versants élémentaires	183
Tableau 47: Temps de concentration des sous bassins versants	185
Tableau 48: Surface du lac pour différents niveaux d'après SAFEGE	189
Tableau 49: Débits de pointe à Fures et Saint Jean de Chépy	193
Tableau 50: Temps de concentration (Tc) théoriques et calé et temps de stockage (Ts) calé	195
Tableau 51 : Temps de propagation dans les différents biefs calés avec le modèle hydrologique	196
Tableau 52: Différents scénarii possibles	200
Tableau 53: Débits de pointe retenus (m³/s)	201
Tableau 54: Caractéristiques des canaux longeant la Fure	204
Tableau 55: Grille pour la cartographie de l'aléa inondation de la Fure	209
Tableau 56: Grille pour la cartographie de l'aléa crue rapide des canaux	209
Tableau 57: Caractéristiques des points noirs hydrauliques	214
Tableau 58: Caractéristiques des points noirs hydrauliques	218
Tableau 59 : Rôles des ouvrages de prise d'eau de la Fure	246

FIGURES

Figure 1 : Périmètre d'étude	12
Figure 2 : Schéma d'alimentation de la nappe de Planche-Cattin (DEHAYS, 1980)	14
Figure 3 : Contexte – Etapes du retrait des glaciers de l'Isère et du Rhône	16
Figure 4 : Alimentation de la nappe de la fure depuis l'Ainan à Chirens	17
Figure 5 : Tracé de la nappe du sillon de la Fure d'après l'étude géophysique	17
Figure 6 : schéma de principe des relations nappe – Lac de Paladru	18
Figure 7 : Plan parcellaire dans le secteur des vannes du Lac de Paladru	30

Figure 8 : SDAGE – Masses d’eau DCE du bassin versant de la Fure	39
Figure 9 : Risques – Documents de prévention des risques	45
Figure 10 : Schéma d’une prise d’eau en L sur la Fure	48
Figure 11 : Activités industrielles de la vallée de la Fure du XIV au XX^e siècle	49
Figure 12 : Extrait du plan général de la Fure au ravier d’Apprieu	51
Figure 13: Historique des canaux au niveau du Rivier	52
Figure 14: Historique des canaux au Bas Rives	52
Figure 15: Vue en plan du siphon proche de l’exutoire du Lac de Paladru	54
Figure 16: Siphon vu depuis le pont en amont des vannes	55
Figure 17: Siphon lors du curage de l’été 2003	55
Figure 18: Localisation des postes pluviométriques	63
Figure 19 : Précipitations moyennes mensuelles à Charavines	63
Figure 20 : Evolution du cumul annuel des précipitations à Charavines	64
Figure 21 : Précipitations moyennes mensuelles à Charavines	65
Figure 22 : Courbe annuelle d’évolution du niveau du Lac de Paladru	70
Figure 23 : Courbe annuelle d’évolution du débit à l’exutoire du Lac de Paladru	70
Figure 24 : Moyennes mensuelles des niveaux du Lac de Paladru	71
Figure 25 : Moyennes mensuelles des débits à l’exutoire du Lac de Paladru	71
Figure 26 : Profil en long des débits de référence d’après les données existantes	76
Figure 27 : Profil en long des valeurs actuelles des 1/40 de module	76
Figure 28 : Profil en long des débits mesurés le long de la Fure	77
Figure 29 : Vérification de la courbe de tarage du seuil jaugeur des vannes	78
Figure 30 : Corrélation entre les débits à l’exutoire du Lac de Paladru et les débits à l’amont de la prise d’eau « Centrale de l’Usine »	80
Figure 31 : Profils en long des débits d’étiage et module de la Fure	82
Figure 32 : Plan de circulation pour la pratique de l’aviron	93
Figure 33 : La flotte du SPAC et YCGC	94
Figure 34 : Bilan hydrologique mensuel à l’exutoire du Lac de Paladru - Année moyenne	106
Figure 35 : Bilan hydrologique mensuel au centre bourg de Fures - Année moyenne	107
Figure 36 : Bilan hydrologique mensuel à l’exutoire du Lac de Paladru – Année 2003	108
Figure 37 : Bilan hydrologique mensuel au centre bourg de Fures - Année 2003	109
Figure 38 : Evolution du débit disponible pour l’alimentation de la Fure	111
Figure 39 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l’année 2002	115
Figure 40: Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l’année 2003	115
Figure 41 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées au cours de l’année 2004	116
Figure 42 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l’année 2005	116
Figure 43 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l’année 2006	117

Figure 44 : Exemples de colonne de température du Lac de Paladru	125
Figure 45 : Exemples de profils thermiques du Lac de Paladru	126
Figure 46 : Phragmites au bord du Lac de Paladru	128
Figure 47 : Coupe type d'une roselière naturelle du lac (d'après million, 1951)	129
Figure 48 : Coupe type d'une roselière dans l'état actuel	129
Figure 49 : Exemple de remblaiement dans le Lac de Paladru sur la commune de Charavines	135
Figure 50 : Chaîne alimentaire type d'un lac et phytoplancton vu au microscope	136
Figure 51 : Illustrations des principaux poissons remarquables du Lac de Paladru	139
Figure 52 : Milieux naturels - Forte densité de Renouée du Japon à Hurtières	145
Figure 53 : Milieux naturels - Bilan des mosaïques de milieux naturels sur la Fure	146
Figure 54 : Milieux naturels - Bilan des mosaïques de milieux naturels sur les affluents	148
Figure 55 : Qualité – Les composantes de la qualité des habitats	151
Figure 56 : Qualité – Profil en long de la qualité des habitats (résultats bruts)	159
Figure 57 : Qualité – Profil en long de la qualité des habitats (résultats interprétés)	160
Figure 58 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 1 à 4	161
Figure 59 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 5 à 8	163
Figure 60 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 9 à 16	164
Figure 61 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 17 à 24	166
Figure 62 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 25 à 31	167
Figure 63 : Qualité – Habitats aquatiques des tronçons 32 à 35	168
Figure 64 : Qualité – Principes de la méthode des micro-habitats (EVHA)	169
Figure 65 : Qualité – Application de la méthode ESTIMHAB	170
Figure 66 : Etat des peuplements piscicoles de la Fure en amont d'Apprieu (CSP, 1999)	172
Figure 67 : Etat des peuplements piscicoles de la Fure en aval d'Apprieu (CSP, 1999)	173
Figure 68 : Etat des peuplements piscicoles de la Fure à Renage (CSP, 2002)	174
Figure 69 : Rapport des pluies mensuelles du mois de Mai 1856 par sa moyenne (50 ans)	176
Figure 70 : Hyétogrammes lors de l'épisode pluvieux de novembre 2002	177
Figure 71 : Courbes HDF à Charavines pour des durées de pluie de 1 à 10 jours	187
Figure 72: Courbes HDF à Tullins pour des durées de pluie de 1 à 10 jours	187
Figure 73: Modèle HEC-HMS du bassin versant de la Fure	188
Figure 74: Lois de remplissage et de vidange du réservoir sous HEC-HMS	188
Figure 75: Interpolation de la loi Surface-Niveau du lac	189
Figure 76 : Variation de volume (dV) correspondant à une variation de niveau (N1-No)	189
Figure 77 : Calage à la station du ruisseau du Pin lors de la crue de novembre 2002	191
Figure 78: Calage des niveaux du lac de Paladru lors de la crue de novembre 2002	192

Figure 79 : Calage des hydrogrammes à l'exutoire du lac de Paladru lors de la crue de novembre 2002	192
Figure 80 : Hydrogrammes simulés lors de la crue de novembre 2002	194
Figure 81: Hyétogramme de la pluie décennale de durée 4 jours	196
Figure 82: Profil en long de l'impact du niveau initial du Lac de Paladru sur le débit centennal	197
Figure 83: Impact du niveau initial du Lac de Paladru sur les hydrogrammes de crue centennale	198
Figure 84: Profil en long de l'impact du niveau initial du Lac de Paladru sur le volume écoulé en crue centennale	199
Figure 85 : Hydrogrammes retenus pour Q100	201
Figure 86 : Capacité des ouvrages de franchissement de la Fure	203
Figure 87 : Capacité des passages sous bâtiments le long de la Fure	204
Figure 88 : Propagation des hydrogrammes de la crue décennale du Lac de Paladru au Pont du Boeuf	213
Figure 89 : Propagation des hydrogrammes de la crue centennale du Lac de Paladru au Pont du Boeuf	213
Figure 90 : Morphodynamique – Profil en long de l'Ainan	218
Figure 91 : Morphodynamique – Profil en long des pentes de la Fure	220
Figure 92 : Profil en long dans le secteur des vannes du Lac de Paladru	224
Figure 93 : Liste des organismes et personnes rencontrés dans le cadre de la concertation	230
Figure 94 : Exigences de niveau du Lac de Paladru vis-à-vis de la faune et de la flore	235
Figure 95 : Exigences de niveau du Lac de Paladru vis-à-vis des plages et bases nautiques	235
Figure 96 : Synthèse des Exigences de niveau du Lac de Paladru	236
Figure 97 : Exigences de débit à l'exutoire du Lac de Paladru pour l'hydroélectricité	238

ANNEXES

RGr00050-01/A17843/CGrZ070296	
JD/FLA - XB - GBO	
07/07/2009	Page : 255