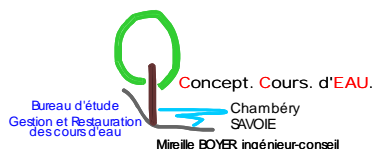




SCHEMA DE RESTAURATION ET DE GESTION DE LA BLEONE ET DE SES AFFLUENTS

ETAT DES LIEUX DIAGNOSTIC : HYDRAULIQUE

JANVIER 2003
N°860070 R3



SOMMAIRE

1. Méthodologie	2
1.1. Repérage des dysfonctionnements.....	2
1.2. Modélisations hydrauliques.....	2
1.2.1. Types de modélisations	2
1.2.2. Données topographiques utilisées	3
1.2.3. Calage des modèles	3
2. Analyse par secteur.....	4
2.1. La Javie: Secteur de la gendarmerie	4
2.2. La Javie : Traversée du village par l'Arigéol	5
2.3. LE VERNEY	8
2.4. Traversée de Digne dans sa partie amont	8
2.5. Traversée de Digne : du pont Beau de Rochas à la STEP	9
2.6. De la STEP de Digne au pont du Chaffaut	11
2.7. Du pont du Chaffaut au barrage de Malijai	11
2.8. Traversée de Malijai	12
ANNEXES CARTOGRAPHIE DU CHAMP D'INONDATION.....	14

1. METHODOLOGIE

1.1. REPERAGE DES DYSFONCTIONNEMENTS

Une reconnaissance de terrain systématique a été réalisée ainsi que des enquêtes auprès des riverains, des usagers des cours d'eau et des différents services techniques et administratifs afin de repérer les enjeux soumis aux risques d'inondation ainsi que les éventuels dysfonctionnements hydrauliques.

Cette première étape a permis de faire ressortir les points à étudier en détail ensuite :

- A la Javie : capacité réduite de l'Arigéol et de la Bléone à la confluence, due à l'exhaussement excessif des lits de ces deux cours d'eau.
- Digne, capacité du lit réduite à l'amont du Grand pont par l'exhaussement du à la construction du seuil,
- Capacité du lit de la Bléone à la traversé de Digne actuellement satisfaisante mais susceptible d'être réduite à l'arrêt des extractions,
- risques à préciser sur l'espace Bléone à Aiglun,
- Inondations du parking de Malijai dues à l'exhaussement du lit mineur au droit du centre ville.
- Risques d'inondation à préciser au Vernet, sur le Bes.

1.2. MODELISATIONS HYDRAULIQUES

Les modélisations hydrauliques ont été utilisées comme outil permettant d'avancer dans la compréhension physique des écoulements. Cependant, nous attirons l'attention sur l'imprécision de cet outil pour l'évaluation de la hauteur des lignes d'eau due sur un cours d'eau à forte pente aux effets d'inertie et de modification du lit en période de crue. L'incertitude sur les hauteurs peut atteindre jusqu'à 50 cm.

1.2.1. TYPES DE MODELISATIONS

Des modélisations hydrauliques locales ont été réalisées à La Javie et Au Vernet. Un modèle hydraulique de la Bléone de Digne à la confluence avec la Durance sur un modèle maillé permettant de représenter les échanges entre le lit mineur et le lit majeur.

Nous avons modélisé les situations suivantes :

- Lit actuel,
- Effacement des digues. Nous n'avons pas choisi de modéliser des ruptures de digues proprement dites, car les résultats des modélisations seraient très dépendants du choix de la localisation des brèches. Or nous n'avons pas les éléments pour définir les points sensibles. Cette modélisation a comme intérêt de visualiser le rôle des digues.

- Lit exhaussé.

1.2.2. DONNEES TOPOGRAPHIQUES UTILISEES

Une campagne topographique a été réalisée au printemps 2002, dans le cadre de cette étude par le cabinet d'experts géomètres Ohnimus sur les zones de La Javie, du Vernet et de la traversée de Digne de Pont Beau de Rochas à la confluence avec le Bes. Ces travaux ont permis de réaliser les modélisations hydrauliques succinctes nécessaires aux études sur La Javie et le Vernet et de compléter les données sur Digne pour prolonger à l'amont la modélisation générale de la Bléone.

Le modèle hydraulique général sur la Bléone a été réalisé à partir d'un plan au 1/5 000ème levé en 2002 par le cabinet Rollin pour le compte de la DDE à partir d'une restitution photogrammétrique de 1999. La précision altimétrique de ce type de document est d'environ 1m avec 50 % des erreurs comprises entre + ou moins 0,30 m.

Les ouvrages de franchissement ont été levés en juin 2002.

1.2.3. CALAGE DES MODELES

Comme nous l'avons vu, l'enquête historique des crues de la Bléone et de ses affluents a donné peu de résultats quantifiés. On y trouve peu d'estimations de hauteurs d'eau ou de débits. Ou si elles existent-elles ne sont pas simultanées. Or un calage nécessite non seulement une estimation de la hauteur d'eau atteinte, mais aussi une évaluation du débit afin de mettre ces deux données en correspondance. Par conséquent les données de calage sont très rares.

Le seul témoignage exploitable est fourni par la hauteur d'eau maximale atteinte sur le parking de Malijai lors de la crue de 1994, estimée à environ 50 cm, pour un débit de pointe évalué à environ 350 m³/s.

Les observations de terrain nous ont cependant amenés à considérer en général les coefficients de rugosité suivants :

Bléone aval :

- Lit mineur : 20
- Lit majeur en cas de modélisation filaire locale : 7

Bléone amont et affluents :

- Lit mineur : 18
- Lit majeur : 7

2. ANALYSE PAR SECTEUR

2.1. LA JAVIE: SECTEUR DE LA GENDARMERIE



En aval du pont de la Javie sur la Bléone, la digue du quartier de la Gendarmerie est particulièrement basse. Le point présentant le plus de risque en cas de débordement se situe au niveau du virage à proximité de la gendarmerie (visible sur la photo).

En ce point, la hauteur de la digue est d'environ 1,6 mètre du côté Bléone et de 1 mètre côté route.

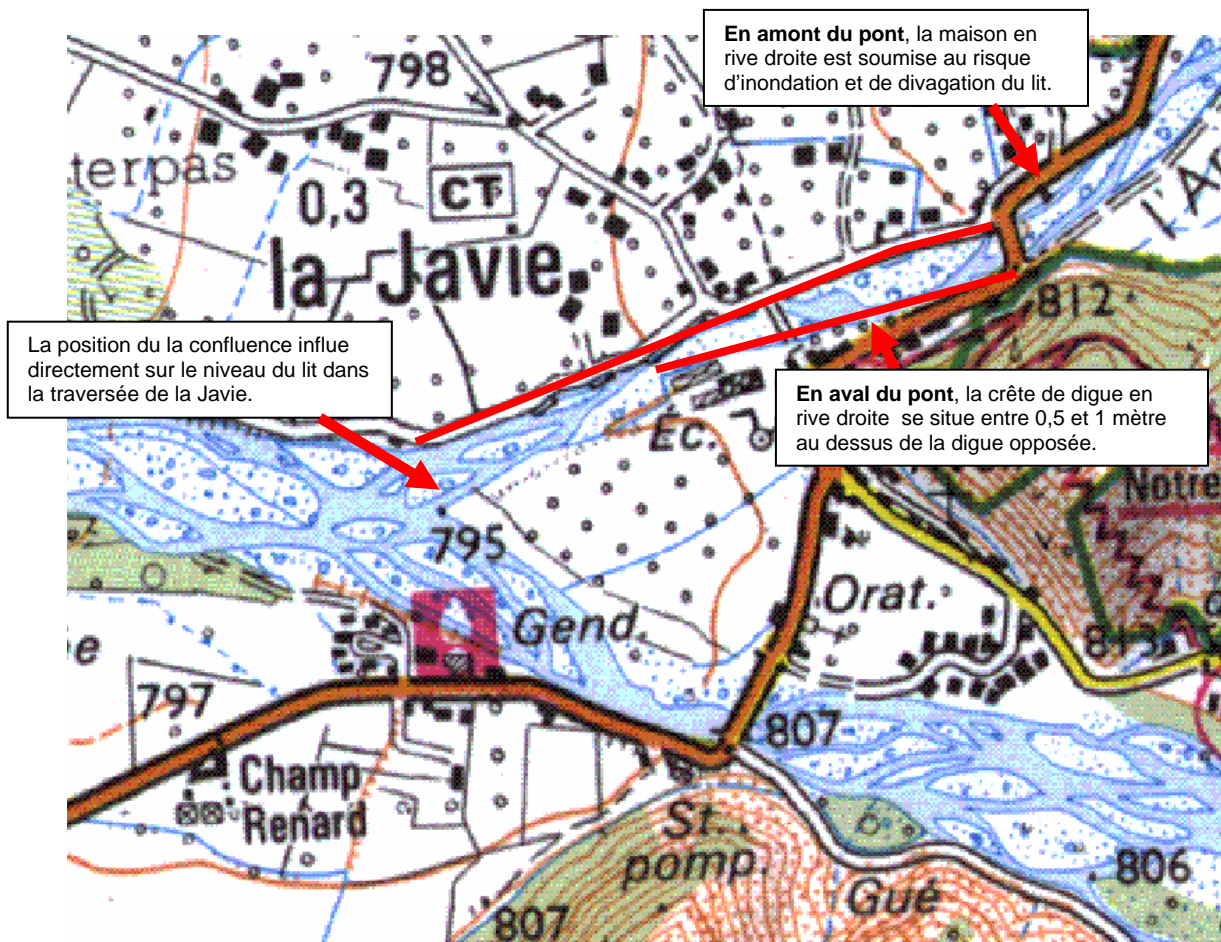
La hauteur d'eau en crue centennale (310 m³/s) est de 1,5 m et le niveau de charge à 2 m. Le risque de surverse en crue centennale est important.

De plus, la digue est actuellement fortement sollicitée par les érosions. Des matériaux inertes ont été déposés pour combler les anses d'érosion mais seront facilement repris dès la prochaine crue.

En cas de surverse, les eaux emprunteraient la chaussée de la D900 et de nombreux bâtiments du quartier de la Gendarmerie seraient inondés.

Il paraît nécessaire de renforcer la digue sur un linéaire de 150 m. (protection contre les affouillements, rehaussement ponctuel.)

2.2. LA JAVIE : TRAVERSEE DU VILLAGE PAR L'ARIGEOL



En amont du pont de la RD 900.



En amont du pont de la route départementale 900, une maison en rive droite se trouve en bordure immédiate du lit. En amont de la maison, le muret de protection fut emporté lors de la crue du 23 novembre 2000. La terrasse sur ce secteur se situe 50 cm au dessus des bords du lit mineur tandis que les hauteurs d'eau attendues en crue centennale sont de l'ordre de 1 mètre. Le secteur amont est donc fortement inondable.

La présence de la maison empêche l'écoulement de ces eaux vers l'aval, l'accumulation des eaux contre celle-ci peut atteindre des hauteurs importantes (de l'ordre du mètre en crue centennale).

Au droit de la maison, la hauteur du muret de protection est d'environ un mètre puis augmente vers l'aval. Le risque d'occurrence d'un débordement est donc moins important qu'en amont mais la hauteur plus importante du muret à l'aval rend difficile le retour des eaux.

Le faible espace disponible entre l'habitation et le lit mineur ne permet pas d'envisager une protection totale contre l'inondation.

Par contre, il est possible de limiter les risques en améliorant la protection de la maison contre les érosions latérales. En effet, dans les conditions actuelles, une érosion de la berge pourrait facilement déstabiliser ses fondations. Une protection de berge permettrait de limiter fortement ce risque.



En aval du pont de la RD 900

Dans la traversée du village, l'Arigéol est endiguée entre deux murets en maçonnerie. Le muret en rive gauche protégeant le centre du village est calé plus haut que la rive droite (environ 40 cm).

Le niveau des terrains sur les abords est proche du niveau du lit. Le risque de basculement du torrent est important en cas de rupture d'un muret.

Les principaux enjeux se trouvent entre le pont de la D900 et la passerelle piéton. En rive gauche, la pente du terrain conduit directement au centre du village.

Sur ce secteur, les hauteurs de digue par rapport au lit sont en moyenne de 1,7 m en rive gauche et 1,3 mètre en rive droite.

En crue centennale (130 m³/s), le niveau d'eau atteint 1 m et le niveau de charge est de 1.40m. Le régime d'écoulement étant fortement torrentiel, il est préférable de considérer le niveau de charge comme référence.

Les fluctuations du fond en forte crue peuvent atteindre une variation moyenne du niveau de l'ordre de 30 cm (voir chapitre transport solide).

Dans l'état actuel, des débordements sont très probables en rive droite pour une crue centennale notamment au niveau du point bas visible sur la photo.

Trois types de mesures sont possibles pour limiter les risques de débordements :

- Rehaussement des digues (accroît le risque en cas de rupture, nécessite des travaux coûteux et une emprise importante)
- Curage (réengrèvement rapide, gestion difficile en raison du caractère imprévisible des crues)
- Déplacement de la confluence (solicitation accrue des digues, effet non-immédiat)

Les différentes solutions seront discutées dans la prochaine phase de l'étude.

2.3. LE VERNEY



Sur toute la traversée de la commune du Verney, le Bès présente un lit relativement étroit (10 m) et profond (entre 2 et 3m) . Le pente du lit est de 1.88 % .

Le débit centennal au niveau de la STEP du Verney estimé à 77 m³/s correspond à une hauteur d'eau de 2 m.

Une partie du secteur est donc en limite de débordement pour Q100. Cependant, la pente des terrasses oriente les éventuels débordements vers le cours d'eau. Ces débordements s'éloignent donc peu du lit mineur.

Dans les secteurs où la digue est plus haute que les terrasses, la digue en bordure du lit est suffisamment haute pour éviter les débordements. (Notamment, le secteur du tennis.)

Par contre, les fortes vitesses d'écoulement favorisent l'érosion latérale (3,8 m/s) . Pour cette raison, une grande partie des berges est déjà renforcée.

Les risques d'érosion incitent à éviter les endiguements plus hauts que le terrain naturel à proximité immédiats du lit mineur.

2.4. TRAVERSEE DE DIGNE DANS SA PARTIE AMONT

A l'amont du pont des Arches à Digne, les principaux enjeux liés au risque d'inondation sont :

- La RD900a qui longe la Bléone en rive droite,
- Le quartier de Champourcin situé derrière la RD900a à l'amont immédiat du pont des Arches,
- Le lotissement compris entre la RD900a et la rivière,
- Les terrains agricoles en rive gauche.

Les terrains agricoles en rive gauche peuvent être submergés pour des fréquences qui restent faibles (pour des crues de période de retour d'environ 20ans).

La RD900a est très surélevé par rapport au lit de la rivière. Elle n'est par conséquent pas submergée pour les crues inférieures ou égales la crue centennale. Par conséquent, le quartier de Champourcin, protégé par la RD900a n'est pas lui non plus inondé par les crues centennales. Les riverains craignent toutefois les risques d'inondation éventuellement consécutifs à une rupture du remblai routier. Ce risque nous paraît très peu probable, car le remblai est très large et protégé par des enrochements stables.

Le lotissement un peu plus en amont n'est pas vulnérable aux risques d'inondation proprement dit, car calé presque 1 mètre au-dessus de la ligne d'eau en crue centennale. Cependant, l'érosion du terrain dans cette zone est à surveiller. Des risques de déstabilisation des terrains pourraient être à craindre.

En aval du pont des Arches, les enjeux sont presque exclusivement situés en rive gauche, derrière une digue continue. Celle-ci permet actuellement de contenir la crue décennale, en supposant que la digue tienne. En revanche, en crue centennale, elle est insuffisante. Les premiers débordements peuvent s'observer à l'amont immédiat du Grand Pont. Au maximum de la crue, les surverses se font sur une longueur de 600 m en amont du Grand Pont et risquent d'inonder le centre-ville de Digne. La capacité de la Bléone avant surverse est d'environ 500 m³/s.

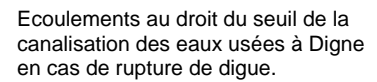
Actuellement, depuis la reconstruction du seuil du Grand Pont, calé trop haut, le lit de la Bléone dans ce secteur est en phase d'exhaussement. L'engrèvement ayant commencé depuis quelques décennies se ralentit actuellement dans le secteur étudié ci-dessus, mais devrait se propager plus en amont et pourra conduire à terme à des débordements plus fréquents et plus importants dans le centre ville de Digne.

Une mesure qui consisterait à abaisser le seuil du Grand Pont permettrait de rendre à la rivière une capacité supérieure à la crue centennale protégeant ainsi les zones urbanisées de la ville de Digne.

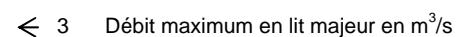
2.5. TRAVERSEE DE DIGNE : DU PONT BEAU DE ROCHAS A LA STEP

Dans l'état actuel la capacité du lit de la Bléone est suffisante pour contenir la crue centennale.

Cependant, au niveau du seuil de la canalisation des eaux usées, en crue centennale, le niveau de la ligne d'eau est très proche de la crête de berge. On ne peut par conséquent pas exclure les risques de surverse en rive gauche (en effet, la précision topographique n'est pas suffisante pour s'assurer de l'absence de points bas). Or, s'il y a surverse, il y aura aussi des risques de rupture de digue.



De même, au droit de la station d'épuration, la crue centennale est actuellement tout juste débordante. Dans les années à venir, lorsque le niveau du lit se sera exhaussé, la capacité du lit mineur sera inférieure au débit centennal. Le champ d'inondation, en rive gauche peut alors atteindre 300m. La station d'épuration est hors d'eau, car elle est surélevée.



2.6. DE LA STEP DE DIGNE AU PONT DU CHAFFAUT

Actuellement, les zones à enjeux (ZAC du Chaffaut, habitations en rive gauche au Plan du Chaffaut,...) sont protégées par des digues. Les écoulements s'étendent, en crue centennale au lit majeur à la Tuilerie, en rive droite (zone agricole actuellement), en amont du pont du Chaffaut en rive gauche, avec un champ d'inondation en lit majeur pouvant atteindre jusqu'à 280m en amont immédiat et environ 200m au droit des lieux-dits Bourgogne et Ponti. Les débits en lit majeur, dans cette dernière zone n'atteignent qu'environ 4 m³/s (soit 0,7% du débit maximal de crue). En amont immédiat du pont du Chaffaut, ils sont quasiment nuls. En revanche, en rive droite au lieu-dit les Tuileries, ils peuvent atteindre jusqu'à 40 m³/s soit 7% du débit total de crue centennale. Les hauteurs d'eau en lit majeur atteignent aux Tuileries jusqu'à m. Les vitesses d'écoulement peuvent être importantes.

La marge entre la crête des digues et le niveau maximum atteint en crue centennale est cependant extrêmement faible. On ne peut par conséquent pas exclure les risques de surverse, notamment au droit de l'Espace Bléone, en rive droite. Au droit de la discothèque les 12 Chênes, le niveau en crue centennale se situe à peu près à 10-20 cm de la crête de digue. Or, cette zone étant boisée, l'imprécision de la restitution topographique y est maximale. Il est donc très probable d'y observer des surverses en crue centennale.

Dans ce cas, la digue risquerait de céder. Les débits en lit majeur pourraient alors atteindre plus de 30 m³/s. Les hauteurs d'eau seraient de l'ordre de 50 cm, et les vitesses atteindraient à peu près 0,4 m/s. Le champ d'inondation s'étalerait sur une superficie importante. L'évacuation des eaux se ferait préférentiellement par les canaux et les voies de communication, sans risques majeurs pour les bâtiments qui sont tous surélevés sur des terrains remblayés au-dessus de la chaussée. La rupture de la digue en rive gauche, au droit de Plan du Chaffaut amènerait à un débit d'environ 22 m³/s dont une partie serait susceptible de déverser sur le chemin communal de Plan du Chaffaut.

Dans l'avenir, on peut prévoir une élévation du fond du lit de la Bléone en amont immédiat de cette zone. Cet exhaussement aurait pour effet de provoquer des débordements en rive droite en amont de la ferme des Tuileries. Les écoulements en lit majeur pourraient alors atteindre jusqu'à 11 m³/s en amont du ravin de Roche Frison et jusqu'à 70 m³/s au droit des Tuileries.

2.7. DU PONT DU CHAFFAUT AU BARRAGE DE MALIJAI

En aval du pont du Chaffaut, en crue centennale, le niveau de la ligne d'eau atteint tout juste le niveau de la crête de digue constituée d'un muret, le long de la route. Dans l'hypothèse que le muret tient, on peut admettre que les débits déversés en rive droite dans cette zone peuvent atteindre environ 5 à 10 m³/s. La direction des écoulements est alors incertaine. Ces derniers peuvent être contenus dans la forêt entre les deux chemins ou bien s'éloigner du lit mineur pour rejoindre, en aval le talus le long du ravin du Ponteillard qui va les diriger vers le carrefour des chemins de la forêt de Mallemoisson. A partir de ce point, toutes les directions d'écoulement sont possibles. Les irrégularités du terrain, la présence ou non d'éléments flottants feront que ces écoulement emprunteront une direction ou une autre. Les retour en lit mineur ne seront possibles qu'à l'aval de la digue.

A l'aval de cette digue, les écoulements en lit majeur se font parallèlement au lit mineur en rive droite et en rive gauche jusqu'à Malijai.

La zone comprise entre le pont du Chaffaut et la confluence des Duyes n'est pas directement concernée par les exhaussements prévisibles du fond du lit. Cependant,

l'exhaussement sur le tronçon amont provoque des surverses sur le remblai routier de la RD17 d'environ $2\text{m}^3/\text{s}$, ce qui a pour effet d'élargir localement le champ d'inondation en rive droite en aval du pont.

L'effacement des digues provoque une surverse d'un débit d'environ $15\text{m}^3/\text{s}$ sur le remblai de la RD17 en rive droite. Les débits déversés en rive droite sont bien entendu plus importants que si les digues tenaient, mais sans que cela soit très spectaculaire. En effet, la route qui longe le muret est assez large et la ripisylve le long de la Bléone est assez dense pour ralentir considérablement les écoulements. Ce qui a pour effet de limiter les apports latéraux. Ainsi, les débits écoulés en rive droite sont estimés entre 20 et $35\text{m}^3/\text{s}$. Les hauteurs d'eau atteignent alors environ 50 cm et les vitesses environ 0,5 m/s.

A l'aval de la confluence avec les Duyes, l'exhaussement du lit prévisible à la suite de l'arrêt des extractions à Malijai provoquera des débordements supplémentaires en rive droite, notamment au Beauveset, sans pour autant menacer les habitations surélevées.

2.8. TRAVERSEE DE MALIJAI

La situation de Malijai vis-à-vis des risques d'inondation est liée d'une part à la présence du pont-canal en aval du village qui, en réduisant la section d'écoulement augmente la charge à l'amont et d'autre part à l'historique morphodynamique de la rivière dans cette zone.

On a pu observer un abaissement significatif du lit de la Bléone au droit du village du au déficit de transit des matériaux lié aux extractions amont et à la présence du barrage. Le creusement du lit ne s'est pas fait sur toute la largeur de la rivière. Ainsi, a pu être construit le parking de la Mairie, sur ce qui constitue actuellement le lit majeur de la Bléone, mais qui se trouve calé au niveau de l'ancien lit mineur.

La capacité actuelle du lit de la Bléone au droit du parking est d'environ $200\text{m}^3/\text{s}$ (à comparer au débit décennal évalué à $400\text{m}^3/\text{s}$), débit atteint environ une année sur deux.

En période de crue, avant 1994, comme il est expliqué, dans le volet transport solide, la gestion des vannes qui n'étaient ouvertes que très rarement pouvait amener à ce que des volumes très importants de matériaux soit évacués puis déposés à l'aval du barrage, créant ainsi un exhaussement subit du lit et diminuant par conséquent sa capacité. Cette situation ne peut plus se retrouver car EDF a depuis changé de mode de gestion des vannes. Celles-ci sont ouvertes dès que le transport solide est assez conséquent, ce qui empêche un stockage trop important dans la retenue et qui évitera par la suite une arrivée trop brutale de matériaux en période de crue.

Dans l'avenir, on peut cependant prévoir que le retour du transit des matériaux du à l'arrêt des extractions provoquera à terme un exhaussement du lit de la Bléone au droit du village, provoquant ainsi des inondations de plus en plus fréquentes du parking de Malijai.

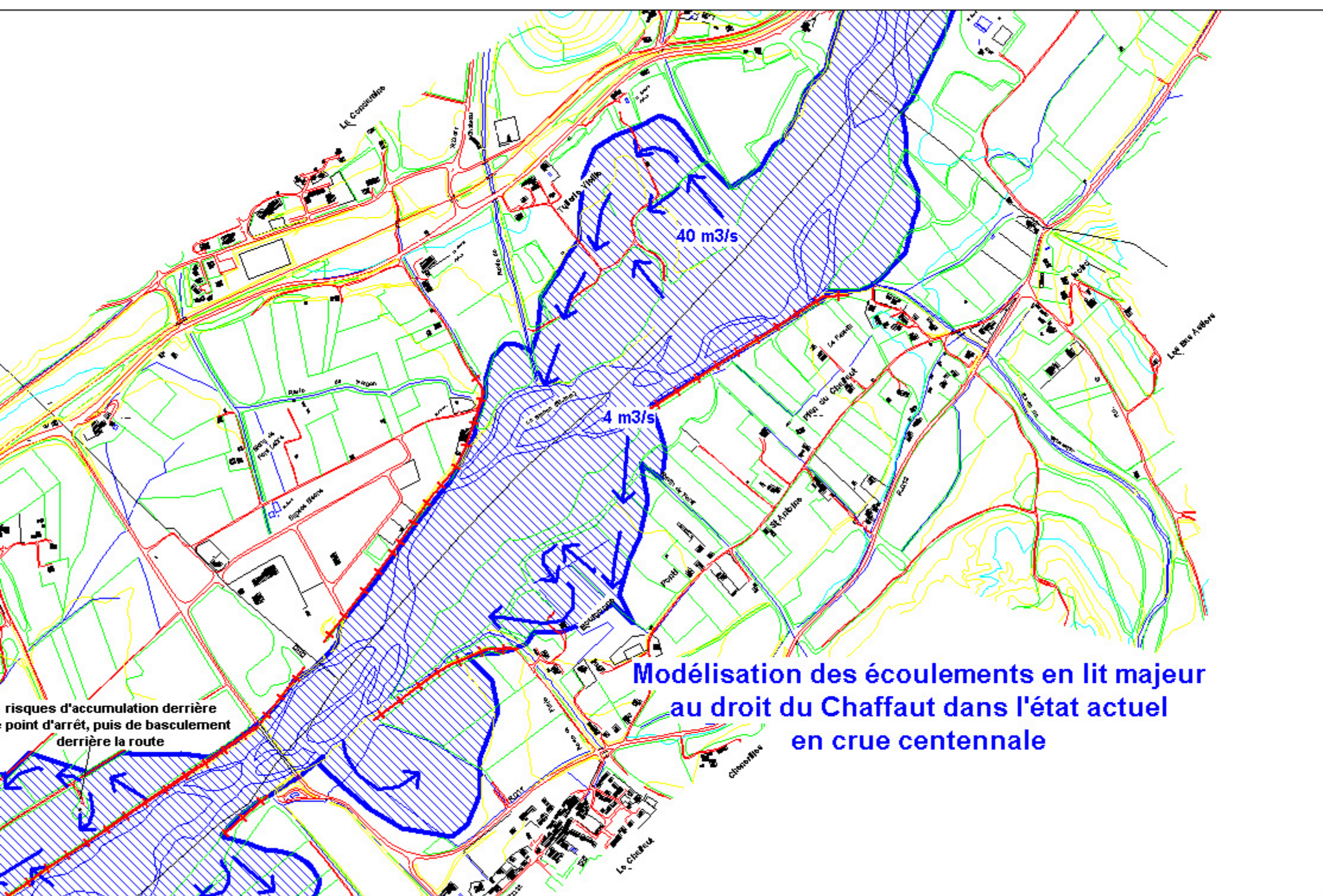
Actuellement, en crue décennale, la perte de charge due au canal EDF est d'environ 1,8 m. Le remous de cette perte de charge se fait ressentir sur 650 m en amont et n'atteint donc pas le centre du village de Malijai. En crue centennale, la perte de charge est évaluée à 2,8 m et le remous remonte jusqu'aux limites du village, 800 m en amont de l'ouvrage.

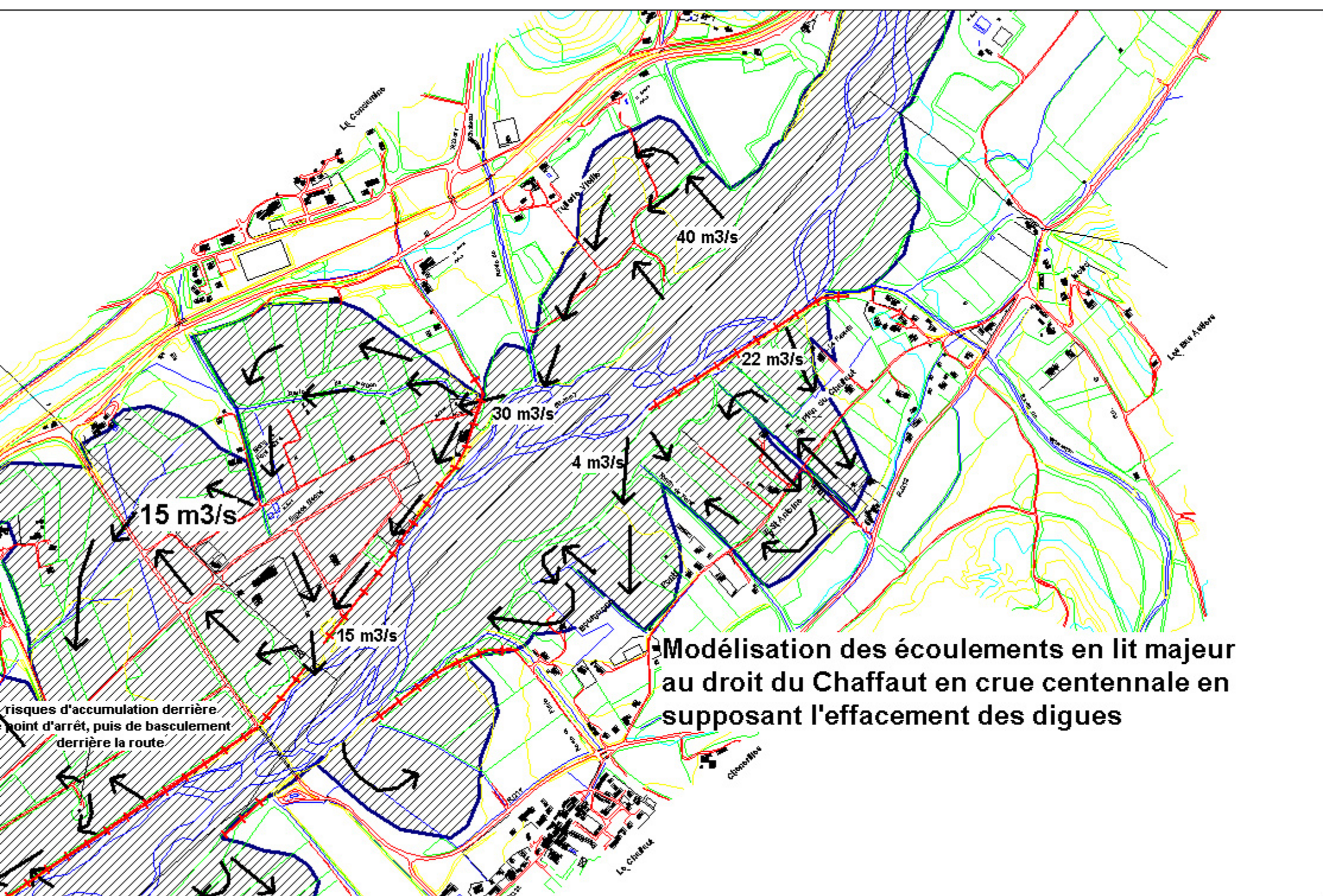
Les hauteurs d'eau en lit majeur, à l'amont immédiat du pont canal peuvent être très importantes : environ 70 cm en rive droite en crue décennale et 2,5 m en crue centennale ; 20cm en crue décennale et 2m en crue centennale en rive gauche.

Sur le parking de Malijai, la lame d'eau peut atteindre 0,8 m en crue décennale et 2,2 m en crue centennale.

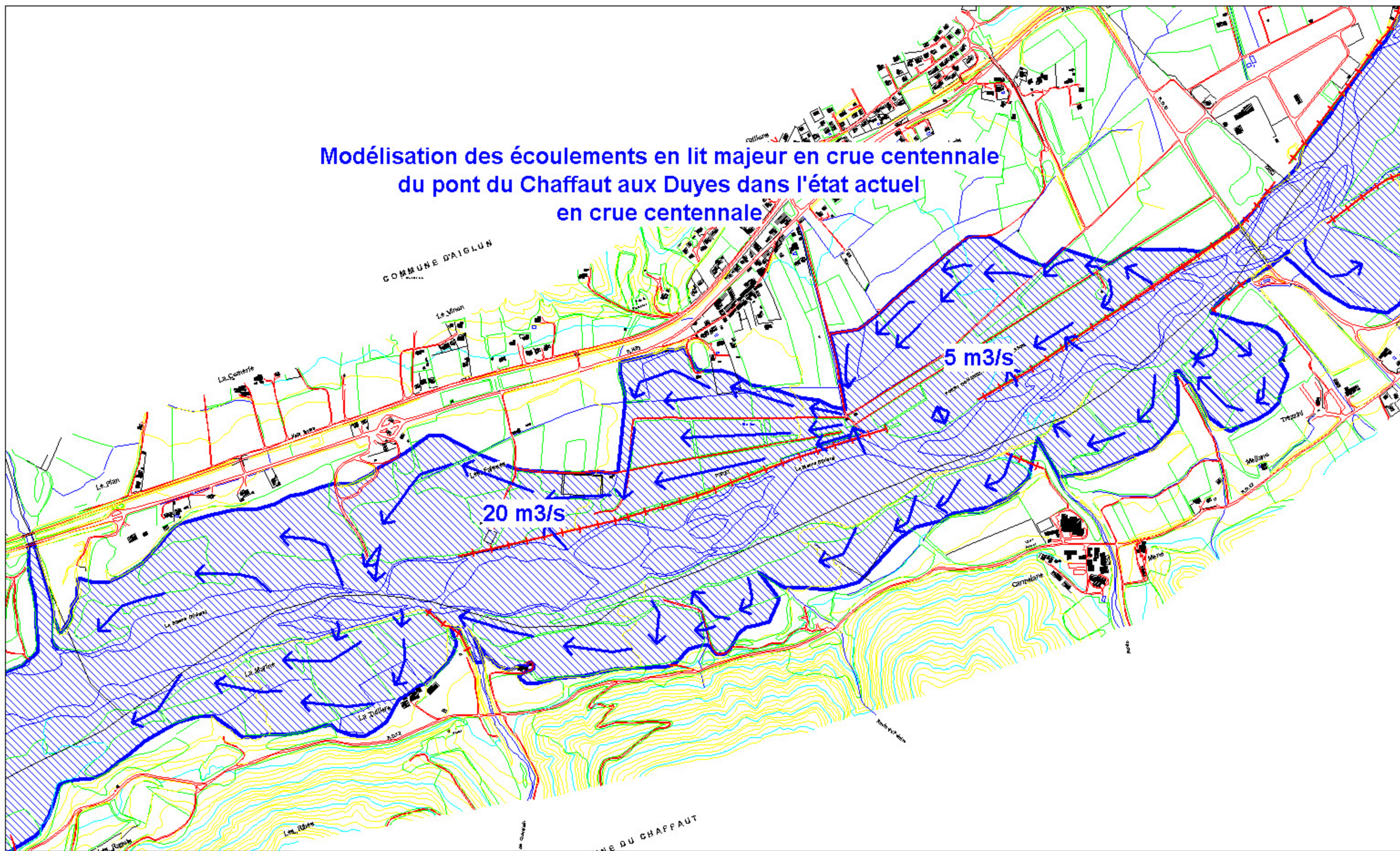
ANNEXES

CARTOGRAPHIE DU CHAMP D'INONDATION

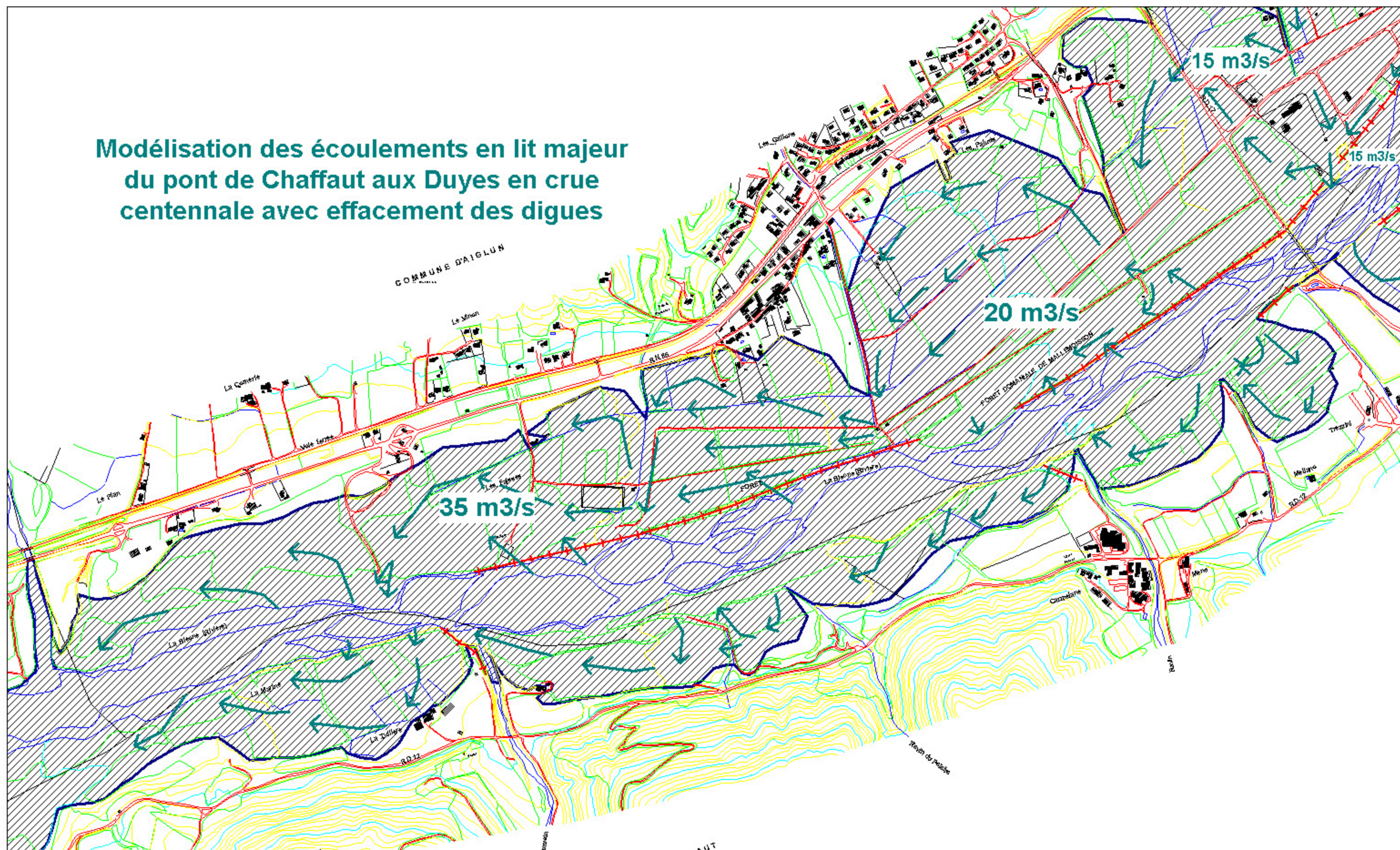




**Modélisation des écoulements en lit majeur en crue centennale
du pont du Chaffaut aux Duyes dans l'état actuel
en crue centennale**



**Modélisation des écoulements en lit majeur
du pont de Chaffaut aux Duyes en crue
centennale avec effacement des digues**



Cartographie du champ d'inondation de la
confluence des Duyes au barrage de Malijai
dans l'état actuel et dans l'état exhaussé

