

# Préfecture de la Savoie

COMMUNE DE  
**Bourg St Maurice**

## **Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles**

### **2 - Carte des Aléas**

2.1 Atlas des zones inondables de l'Isère  
en crue centennale (rapport)

2.2 Zonage des aléas

Nature des risques pris en compte :  
inondations par l'Isère.

Nature des enjeux : urbanisation.

**Janvier 2004**

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT, service RTM  
DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT

**I. PRESENTATION****0. Objet****1. Méthode****2. Analyse hydrologique****2.1 Débits classés par fréquence d'occurrence****2.2 Propagation des crues****2.2.1 Durée des crues****2.2.2 Propagation des crues****3. Analyse morphologique****3.1 Transit alluvial et profil d'équilibre****3.2 Respiration du lit aux confluents importants****4. Analyse hydraulique****4.1 Modèles du lit de l'Isère****4.2 Calculs d'écoulement****4.3 Exploitation des résultats et interprétation****5. Interprétation et synthèse cartographique****5.1 Présentation****5.2 Cartographie synthétique****II. PLANS D'ASSEMBLAGE****III. ANALYSE PAR PLANCHE****(Planches 17 à 25)****IV. ATLAS ZONES INONDABLES DE L'ISERE en crue centennale****(Planches 16 à 25)**

---

## OBJET

---

La fréquence des catastrophes au niveau national, notamment depuis les inondations de 1992, et le constat d'un accroissement de la vulnérabilité en dépit de la mise en place de dispositifs réglementaires successifs, ont conduit l'Etat à renforcer la politique de prévention des risques naturels.

Cette politique s'appuie sur un programme décennal de prévention des risques naturels et s'est traduite, dans la Loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, par la création des Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR), qui unifient les procédures antérieures (PER, PSS, RIII-3 du Code de l'Urbanisme) et qui visent à limiter, dans une perspective de développement durable, les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles.

C'est dans ce contexte que sont élaborés les Atlas des zones inondables sur le bassin de l'Isère Amont dans la continuité des études similaires réalisées à l'aval dans le Grésivaudan et plus récemment entre Albertville et Montmélian.

Des études locales conduites pour le compte des communes donnent une connaissance partielle des risques d'inondation liés à l'Isère en crue centennale.

Il est donc apparu nécessaire de disposer d'une connaissance globale des risques d'inondation dans ces secteurs, établie sur des critères identiques et avec une présentation unique.

Cet atlas intègre les analyses partielles déjà effectuées précédemment, qui présente les résultats pour la totalité, conformément à la doctrine nationale et **sert de base à l'établissement du PPR prescrit sur la commune pour le volet inondation.**

---

## 1. METHODE

---

L'atlas est la résultante des analyses suivantes :

Une analyse hydrologique, qui précise les hypothèses de projet à prendre en compte pour chaque tronçon homogène de rivière, concernant les débits de l'Isère pour la crue de référence centennale.

Une analyse morphologique, qui examine la stabilité du lit pour les différents tronçons, et les tendances d'évolution à admettre le cas échéant (abaissements ou engraissement), ainsi que les engravements ponctuels à prendre en compte aux confluent des torrents importants.

Une analyse hydraulique, qui détermine les niveaux d'écoulement de la crue de fréquence d'occurrence centennale, et les conditions de débordement, pour l'état du lit précédemment analysé.

Une interprétation circonstanciée des résultats théoriques obtenus, appuyée sur les reconnaissances effectuées sur place, et sur les éléments d'information recueillis (crues anciennes, configuration locale, témoignages, évolution du lit et des ouvrages, etc.).

La synthèse de ces analyses permet d'aboutir à une connaissance approfondie de la rivière et tout particulièrement de son comportement prévisible lors d'une forte crue, jusqu'aux hypothèses maximales admises, correspondant à la fréquence centennale.

Cette connaissance est exprimée par une cartographie synthétique réalisée sur un support de plans topographiques au 1/2000<sup>ème</sup>, qui a servi à la fois d'outil de travail pour les reconnaissances de terrain et pour les modélisations mathématiques des conditions d'écoulement des crues, ainsi que pour le rendu des résultats et conclusions de l'étude.

Le détail de ces analyses explicité dans les chapitres ci-après, ainsi que les modalités de présentation des résultats (cartographie synthétique, notice d'accompagnement) ont été conçus et réalisés en concertation avec la DDE, Administration gestionnaire de la rivière, dans le respect de la doctrine nationale relative aux risques hydrauliques, pour aboutir à un document opérationnel efficace permettant de doter les services responsables de l'outil élémentaire d'aide à la décision, de mise à jour facile, dans leur mission d'évaluation des aléas, de la vulnérabilité et des risques résultants.

---

## 2. ANALYSE HYDROLOGIQUE

---

L'analyse hydrologique des débits de l'Isère classés en fréquences d'occurrence résulte des études antérieures réalisées par SOGREAH à plusieurs reprises<sup>(1)</sup>.

---

<sup>(1)</sup> Notamment, rapports n°s 9923 (décembre 1968) – 10 729 (avril 1971) – 12 206 (juillet 1975) – 36 1300 (juillet 1984) – 60 222 (avril 1989) – 30 0223 (janvier 1994).

Cette analyse est fondée sur l'exploitation statistique des échantillons de mesures de débits aux stations de jaugeages existantes sur l'Isère.

Pour le cours amont de l'Isère, l'échantillon le plus significatif est celui de la station de Moutiers, pour laquelle on dispose de mesures de débit depuis 1903 (avec quelques lacunes).

Sans reprendre le détail de ces études, on peut en rappeler ci-après les résultats essentiels.

2.1 Débits classés par fréquence d'occurrence

Le classement des débits de crue de l'Isère en fonction de leur fréquence d'occurrence (ou de leur période de retour) a été établi, non seulement pour la station de Moutiers, mais de façon plus complète pour l'ensemble du bassin versant.

Cette analyse qui s'intègre elle-même dans une étude hydrologique plus globale de l'Isère, de l'Arc et des Dorons, impose une cohérence entre l'amont et l'aval des bassins, ainsi qu'entre les bassins voisins, et permet ainsi de mieux valoriser l'ensemble des données.

Elle se traduit par la relation entre les débits de crue de fréquences d'occurrence décennale et centennale d'une part, et la superficie du bassin versant intercepté d'autre part. Cette relation n'est valable que pour le bassin de l'Isère en Savoie, et au-delà d'une trentaine de km².

Cette croissance des débits en fonction du bassin versant, doit être appliquée à chaque tronçon de rivière homogène, en tenant compte des affluents (en toute rigueur, en effet, la courbe représentative Q(s) est une succession de paliers à faible pente, applicables à chaque bief entre deux affluents, séparés par des augmentations ponctuelles du débit à chaque confluent.

Concrètement, sur les tronçons étudiés, la discrétisation des valeurs de débit aux principaux confluent, a été déterminée de façon à faire apparaître une croissance significative entre l'amont et l'aval de chaque confluent important. Les valeurs des débits entrants représentent donc l'intégrale des apports de débit sur le tronçon considéré.

Il est enfin utile de remarquer que la prise en compte de la fréquence d'occurrence centennale, correspondant à la référence nationale en matière de risque hydraulique (à défaut d'un phénomène historique connu d'intensité supérieure), s'applique aux débits de l'Isère seule. Les règles mathématiques de composition des fréquences impliquent en effet que la

fréquence d'occurrence de la crue affluente soit supérieure (d'ordre décennal ou vingtenal par exemple), pour obtenir à l'aval la crue centennale de l'Isère.

Le tableau suivant confirme les valeurs prises en compte pour les débits instantanés maxima de la crue centennale de l'Isère et du Doron, ainsi que les confluent principal retenu pour l'introduction des débits complémentaires.

	Q <sub>100</sub> (m³/s)
Isère amont (Les Brévières – Le Champet)	145
Isère à l'aval du Nant de Saint-Claude	217
Isère à l'aval du Reclus et du Versoyen	258
Isère à l'amont de Moutiers	360

2.2 PROPAGATION DES CRUES

Quelques notions concernant l'aspect transitoire des crues de l'Isère sur les tronçons considérés sont utiles à connaître pour appréhender l'ampleur des phénomènes.

2.2.1.DUREE DES CRUES

Les crues à caractère torrentiel de l'Isère à l'amont de Moutiers sont très irrégulières et les hydrogrammes correspondants peuvent souvent présenter plusieurs pointes de crue, en fonction :

Soit des apports successifs décalés des affluents importants,

Soit des variation dans le temps des hyétogrammes à l'origine de la crue.

En moyenne, et en tenant compte de cette forte variabilité, les ordres de grandeur des durées de la crue centennale sont les suivants :

Crue à l'amont de Bourg-Saint-Maurice	18 à 24 h
Crues à l'aval de Bourg-Saint-Maurice	24 à 28 h
Crues à l'aval de Moutiers	28 à 36 h
Durée de montée de la crue	~1/3
Durée de la décrue	~2/3

Compte tenu de ces durées relativement courtes, et des durées d'application du débit maximum inférieures à une heure, les gradients de montée des eaux peuvent être très rapides, jusqu'à 1 m à l'heure.

2.2.2. CELERITE DE PROPAGATION DES CRUES

La propagation de l'onde de crue entre l'amont et l'aval du bassin versant, distincte de la vitesse d'écoulement, dépend de la loi hauteur-débit moyenne qui s'applique à chaque tronçon (rapport de l'accroissement de débit à l'accroissement de hauteur de l'écoulement).

Elle est beaucoup plus rapide dans un lit encaissé (jusqu'à 30 km/h) que dans un lit avec un large champ d'inondation (5 à 10 km/h), et varie également avec la tranche de débits concernés (une petite crue dont les débits sont peu débordants se propage dans le lit mineur seul, beaucoup plus rapidement qu'une forte crue qui remplit tout le lit majeur).

En pratique, les temps de propagation d'une forte crue (d'ordre approximativement centennal) sont les suivants, sur le tronçon étudié, et avec des variations qui peuvent être très importantes :

PK 265	Les Brévières	Temps 0	Origine
PK 246	Bourg-Saint-Maurice	30' à 50'	1 demi-heure environ
PK 219	Moutiers	100' à 130'	2 heures environ

Ces temps courts mettent en évidence la difficulté de systèmes d'annonce de crue.

2.3.ÉCRETEMENT DUS AUX BARRAGES

L'écrêtement des crues par les barrages de retenue existants pour l'exploitation hydroélectrique de l'Isère, est susceptible de modifier le régime naturel des crues, puisque ces ouvrages peuvent permettre la rétention de volumes d'eau non négligeables, et la restitution ultérieure contrôlée, avec des débits beaucoup plus faibles étalés dans le temps.

Ce principe d'écrêtement théoriquement efficace, est constaté effectivement pour les petites crues et les crues moyennes (fréquence approximativement décennale).

En ce qui concerne les fortes crues et a fortiori les crues exceptionnelles (fréquence approximativement centennale), cet écrêtement est beaucoup plus difficile à établir : en effet, non seulement les volumes de rétention disponibles ne représentent plus qu'une fraction très réduite du volume de la crue, mais de plus, aucune gestion spécifique des retenues n'est mise en œuvre par EDF dans ce but (ce qui par ailleurs est normal, puisque les retenues ne sont pas conçues ni exploitées pour l'écrêtement des crues, mais seulement pour la production d'énergie).

Une telle gestion est en effet particulièrement exigeante et en pratique irréaliste (surtout économiquement) car elle consisterait, non seulement à maintenir les retenues partiellement vides pour disposer de volumes de réserve suffisants, mais surtout à organiser le remplissage et la vidange partielle simultanée des retenues pour optimiser le laminage des hydrogrammes, en fonction d'une prévision et d'un système adapté d'annonce des crues ; faute d'une telle gestion, très lourde à mettre en œuvre (une telle gestion au moyen d'un automate existe par exemple pour le Rhône entre le lac Léman et la mer), les conséquences des retenues deviennent négligeables pour les fortes crues, voire même exceptionnellement défavorables si des manœuvres inappropriées sont effectuées (ce risque ne peut être exclu dans le contexte d'une crue catastrophique).

La confirmation de cette caractéristique des aménagements hydroélectriques existants sur la haute Isère, a pu être apportée par une analyse statistique spécifique grâce à l'utilisation des données très complètes de la station limnigraphique de Moutiers (déjà citée). En effet, l'échantillon de mesures de débit à cette station, exceptionnellement fourni puisqu'il débute en 1903, permet de différencier de l'exploitation statistique globale sur 1903-1999 :

- 1903-1953, représentatif du régime « naturel » antérieur de l'Isère,
- 1954-1999, représentatif du régime « influencé », après mise en service de la retenue du barrage de Tignes à Val d'Isère (qui constitue de loin l'aménagement le plus important sur l'Isère à l'amont de Moutiers).

Les ajustements statistiques des trois échantillons mettent en évidence la nette diminution des débits correspondant aux crues fréquentes (avec une réduction maximale de 40 m³/s environ par rapport à la statistique globale, et de 80 m³/s environ par rapport à la période ancienne 1903-1953), mais surtout la relative convergence des trois ajustements pour les crues peu fréquentes, au-delà de la fréquence centennale (entre 100 et 200 ans environ), qui traduit l'absence d'influence et le retour au régime naturel pour ces faibles fréquences.

En conclusion (et en confirmation des études précédentes), on admettra que les hypothèses de débits à retenir pour la fréquence d'occurrence centennale correspondent à l'évaluation du régime naturel, sans influence des retenues et dérivations artificielles pour l'exploitation hydroélectrique de la rivière.

Il convient en outre de souligner les aspects suivants qui résultent de cette exploitation dans un sens défavorable vis-à-vis de l'équilibre de la rivière :

La disparition ou l'affaiblissement des crues fréquentes, effectivement écrêtées, adapte progressivement le lit à ce nouveau régime artificiel

influencé, nettement inférieur au régime naturel antérieur, et réduit les capacités d'évacuation en conséquence (végétalisation, engravement) ; lorsque la crue exceptionnelle survient dans le lit étrié et non entretenu par les crues courantes, l'écoulement y est plus difficile, et entraîne des conséquences plus dommageables (érosions, débordements) que pour le régime antérieur.

Du point de vue du transit par charriage du matériau alluvial qui conditionne l'équilibre du profil en long du lit, la réduction du régime des crues courantes se traduit par un déficit de l'énergie d'entraînement des matériaux (ce qui est logique, puisque cette énergie est transformée en kW par ailleurs) ; la diminution du transport solide qui en résulte, souvent masquée par les conséquences inverses de l'extraction des matériaux, peut être suivant les cas, favorable ou défavorable à l'équilibre de la rivière, mais elle intervient nécessairement.

Du point de vue enfin de la prise de conscience des risques hydrauliques par les riverains, cette diminution du régime des crues courantes a également un effet psychologique, difficile à quantifier, mais certain, qui démotive les populations concernées vis-à-vis des aménagements de protection et des mesures réglementaires, et qui accroît l'effet de surprise – donc le risque – lorsque survient la crue exceptionnelle à laquelle plus personne n'est habitué.

---

### 3. ANALYSE MORPHOLOGIQUE

---

Cette analyse porte sur l'équilibre ou l'évolution éventuelle du lit, qu'il y a lieu de prendre en compte pour l'application des conditions d'écoulement.

Elle comporte deux volets distincts examinés successivement :

le transit alluvial et le profil d'équilibre du lit.

Les confluences des torrents principaux et les respirations du lit correspondantes.

Les résultats de cette analyse sont indiqués dans les commentaires relatifs à chaque localisation ; les conclusions essentielles sont rappelées ci-après.

#### 3.1. LE TRANSIT ALLUVIAL ET LE PROFIL D'EQUILIBRE DU LIT

L'équilibre d'une rivière torrentielle telle que l'Isère sur les tronçons étudiés, ne résulte pas de la fixation intangible du lit, mais d'un transit alluvial permanent, pour lequel le flux de transport solide, à l'entrée de chaque tronçon homogène considéré est identique au flux sortant.

S'il y a un gradient (positif ou négatif) de ce flux sur le tronçon, c'est-à-dire si le flux varie, il y a alors engravement (si le flux entrant est en excès) ou au contraire abaissement (si le flux entrant est en déficit par rapport au flux sortant).

L'engravement du lit diminue sa capacité et augmente les débordements en crue (en fréquence et en débit).

L'abaissement est parfois plus complexe, car les phénomènes de pavage (sélection et arrangement des blocs sur le fond du lit, pour leur assurer la meilleure résistance à l'entraînement), ralentissent ou empêchent l'approfondissement du lit.

Ces principes d'évolution du lit concernent les processus naturels ; les processus artificiels sous l'action des aménagements anthropiques peuvent être plus rapides et se superposent à l'évolution naturelle :

Les extractions de matériaux déclenchent une érosion régressive vers l'amont qui abaisse le lit,

Les barrages de retenue interrompent (totalement ou partiellement) le transit naturel,

Les dérivations de débit diminuent l'énergie de la rivière, et par conséquent ses possibilités d'entraînement.

En ce qui concerne l'Isère sur les tronçons étudiés, la situation, déjà analysée précédemment, est systématiquement déficitaire par la conjugaison :

- d'extractions importantes, actuellement très réduites et limitées aux seules zones où le curage du lit est nécessaire pour assurer la capacité d'évacuation des crues (sortie de Moutiers par exemple),
- des barrages de retenue, qui piègent une partie essentielle des apports (barrage de Tignes par exemple),
- des dérivations hydroélectriques du débit, nombreuses sur les tronçons de l'Isère concernés (Tignes Malgovert, par exemple).

L'essentiel de ces transformations d'origine artificielle du transit de l'Isère date de plusieurs décennies (construction des barrages : 1955/1965 – Extractions 1965/1985 environ etc.), et ont permis une certaine stabilisation actuellement.

On constate effectivement que sur tous les tronçons étudiés, l'évolution depuis le début du siècle (relevés de référence en 1907/1908, est un abaissement systématique, de l'ordre d'un mètre, parfois jusqu'à deux mètres. Les seules zones en exhaussement relèvent d'un autre processus examiné ci-après. Cet abaissement endémique est par contre à peu près stabilisé, et les études de l'évolution du lit sur la dernière décennie ont confirmé cette stabilisation relative du lit.

### 3.2 LA RESPIRATION DU LIT AUX CONFLUENTS IMPORTANTS

Les apports de déjections torrentielles aux confluents des torrents importants qui rejoignent l'Isère, parviennent généralement :

- avec une granulométrie et une pente du lit amont nettement supérieures à celles du lit de l'Isère, qui rendent difficile leur entraînement par les écoulements de l'Isère et de l'affluent réunis,
- avec une répartition dans le temps extrêmement différenciée (crue brutale en quelques heures, apports annuels des régimes de fonte en quelques jours, inactivité de transport pendant plusieurs années, etc.).

Il résulte de ces apports discrétisés, une « respiration » du lit de l'Isère dans la zone de confluence (en altitude, et parfois aussi en plan, par divagations latérales), qui évolue plus lentement, pour « digérer » ces apports ponctuels massifs sur plusieurs années etc..

On aura compris que le transit alluvial de matériaux qui façonne le lit, n'est que l'intégrale des apports ponctuels discrets aux confluents, et des dépôts/reprises dans le lit lui-même, sur une durée plus longue.

Les principales zones de respiration, indiquées et différenciées dans les commentaires, sont les suivantes :

**Les torrents du versant des Arcs** (Torrents des Villards, de Saint-Pantaléon, de l'Eglise) qui apportent peu de matériaux à l'Isère, mais qui restent susceptibles, avec une faible fréquence (inférieure à la centennale) d'un apport massif exceptionnel,

**Le torrent de la Ravoire**, qui a apporté le 31 mars 1981 300 000 m<sup>3</sup> dans la vallée de l'Isère, modifiant son lit en plan et en altitude, et qui reste susceptible, beaucoup plus que les précédents, de nouveaux apports plus difficiles à « digérer » pour l'Isère qu'en 1981, à cause de l'aménagement de la zone du confluent, qui a concentré le débouché du torrent et supprimé les latitudes sur la rive opposée. Un risque hydraulique important résulte de cette situation.

**Le torrent de l'Arbonne**, qui a aussi récemment, le 25 août 1996, apporté 80 000 m<sup>3</sup> au confluent et surélevé transitoirement le niveau de l'Isère de plusieurs mètres, avec surtout une activité historique intense et permanente (ayant été jusqu'à des apports de plus d'1 million de m<sup>3</sup> et l'engloutissement d'un village sous 8 m de déjections il y a quelques siècles).

Dans l'état actuel, et pour un risque raisonnable à l'échelle de quelques décennies, l'influence quantifiée par des calculs d'écoulement (voir chapitre suivant) reste limitée à l'amont (lit encaissé), mais peut déclencher ou favoriser à l'aval des débordements dangereux, éventuellement cumulés avec ceux de la Ravoire.

**Les torrents du Versoyen et du Reclus**, également susceptibles d'apports considérables, et avec des précédents historiques, mais dont les zones riveraines peuvent permettre des dépôts importants avant d'atteindre l'Isère.

## 4. ANALYSE HYDRAULIQUE

L'analyse des conditions d'écoulement des crues de l'Isère, dont les débits pris en compte résultent de l'analyse hydrologique, et dont les variations du lit testées résultent de l'analyse morphologique, a été conduite au moyen de calculs d'écoulement.

Ces calculs utilisent plusieurs modèles mathématiques des différents tronçons de l'Isère concernés par l'étude, exploités au moyen d'un logiciel spécifique adapté aux rivières torrentielles. Certains calculs d'écoulement existaient déjà et avaient été réalisés récemment par SOGREAH pour des études localisées ; on a seulement vérifié dans ce cas la stabilité du lit et des hypothèses de projet pour confirmer les résultats, d'autres ont été créés et exploités spécifiquement pour cette étude.

### 4.1. MODELES DU LIT DE L'ISERE

Les modèles mathématiques du lit de l'Isère sur les tronçons étudiés ont été construits à partir de profils en travers du lit mineur et du lit majeur, auxquels sont associés les paramètres et coefficients hydrauliques (rugosités différenciées, pondération, dissipation d'énergie par convergence/divergence etc.).

Des sections complémentaires sont ajoutées pour la représentation plus précise des ouvrages ou du lit majeur.

L'ensemble des points de calcul ainsi définis et repérés par leurs abscisses (PK kilométriques, voir § 5.2.2), sont indiqués sur les plans ci-après, et donnent lieu à un calcul préalable des débitances en fonction du niveau pour chaque section du modèle.

### 4.2. CALCULS D'ECOULEMENT

Les calculs d'écoulement proprement dits, sont réalisés pour les débits de crue de référence sur chacun des tronçons préexistants ou nouvellement créés (une quinzaine de tronçons), à partir des conditions aux limites suivantes :

- Une loi hauteur-débit à l'aval du modèle, résultant d'un autre calcul dans le lit aval, ou imposée avec un éloignement suffisant pour que son influence dans la zone de calcul soit négligeable,
- Des débits permanents entrant à l'amont du modèle, qui résultent des analyses précédentes (voir § 2).

Les résultats de ces calculs figurent dans les tableaux suivants, où sont indiqués :

La référence du point de calcul,  
L'abscisse kilométrique correspondante,  
Le débit pris en compte (crue centennale),  
Le niveau de l'écoulement théorique calculé,  
La vitesse moyenne de l'écoulement,  
La charge hydraulique correspondante.

Pour chaque confluent important, plusieurs calculs ont été réalisés, prenant en compte une hypothèse d'engravement du lit par les apports affluents, et le tableau présenté indique les conditions les plus défavorables retenues en cohérence avec la fréquence centennale.

Il convient de remarquer que les niveaux d'écoulement calculés, s'appliquant à des fortes crues torrentielles sont susceptibles de variations importantes par rapport à ces valeurs calculées, essentiellement dues :

- aux obstacles ponctuels, corps flottants ou débris divers placés dans le courant, qui peuvent influencer localement les niveaux,
- aux instabilités transitoires de l'écoulement, qui peuvent modifier ponctuellement et instantanément les niveaux (ressauts hydrauliques, ondes diverses, déferlement etc.),
- aux fluctuations locales des fonds (basculement de bancs, affouillements ponctuels etc.), qui peuvent aussi transitoirement affecter les niveaux.

#### 4.3 EXPLOITATION DES RESULTATS, INTERPRETATION

Les résultats bruts des calculs d'écoulement sont interprétés de façon détaillée en tenant compte :

- de l'ensemble des données topographiques disponibles (non seulement les plans photo-restitués au 1/2000, et les profils fournis pour cette étude, mais également d'autres éléments localisés de topographie dont SOGREAH disposait préalablement),
- des multiples reconnaissances de terrain effectuées sur place pour apprécier la validité physique des scénarios potentiels de crue mis en

évidence, et des caractéristiques hydrauliques (niveaux, vitesses) correspondantes,

- des confrontations, témoignages, descriptions bibliographiques etc., dont nous avons pu avoir connaissance préalablement ou dans le cadre de cette étude, et qui valorisent le patrimoine et l'expérience que nous partageons avec les acteurs riverains ou institutionnels, mais qui permettent surtout une meilleure précision et une plus grande fiabilité dans l'appréciation des risques.

C'est enfin après intégration de ces éléments que sont tracées sur les cartes les limites d'emprise des zones inondables suivant les classes définies à partir du cahier des charges et en concertation avec les services de la DDE.

Il faut observer, concernant ces résultats, qu'un domaine d'incertitude important subsiste de façon irréductible, non pas du fait des analyses réalisées, mais du fait de la variabilité même des phénomènes naturels en cause, qui pour les crues torrentielles de fréquences rares, intègrent de multiples facteurs aléatoires. Une plus grande précision dans les résultats des analyses effectuées serait de ce point de vue illusoire.

---

## 5. INTERPRETATION ET SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE

---

### 5.1. PRÉSENTATION

Les résultats de l'étude sont traduits de façon synoptique par une cartographie, réalisée sur un support planimétrique au 1/2000, où sont indiquées les différentes zones correspondant aux risques hydrauliques gradués.

Ces planches cartographiques en couleur sont complétées par des indications sur la nature et l'intensité des risques (hauteurs, vitesses, trajectoires moyennes des écoulements), et sur les principales caractéristiques des aléas mis en évidence pour la fréquence de référence centennale (et éventuellement pour d'autres fréquences le cas échéant).

Cette cartographie est accompagnée (et inséparable) d'une série de commentaires, rattachés précisément à la localisation des risques (PK kilométrique), qui fournissent les éléments nécessaires à la compréhension des phénomènes. Ces commentaires sont présentés avec la cartographie (découpée en feuilles A3), sous forme d'un cahier de l'aval vers l'amont de l'Isère.

---

## 5.2. CARTOGRAPHIE SYNTHETIQUE

### 5.2.1. DECOUPAGE DES SECTIONS ETUDIEES

La cartographie synthétique est présentée ci-après s sur des feuilles au format A3 réunies en cahier et repérées de l'aval vers l'amont.

### 5.2.2. REPERAGE DES POINTS DU LIT

Tous les points ou les tronçons du lit sont repérés par leur abscisse kilométrique suivant l'axe approximatif des écoulements.

Pour la fixation de ces PK kilométriques, on a conservé le système établi au début du siècle par le Service des Grandes Forces Hydrauliques (rattaché ultérieurement à l'IGN), qui fixe pour origine le confluent avec le fleuve ou la rivière principale (pour l'Isère, il s'agit donc du confluent avec le Rhône), et qui remonte en croissant vers l'amont jusqu'à la source.

Ce système, un peu lourd à manipuler est néanmoins impératif pour permettre les comparaisons, recalages et analyses chronologiques de l'évolution par rapport aux relevés anciens et aux études précédentes.

C'est également ce système qui a été utilisé pour l'ensemble des études à caractère général réalisées par SOGREAH antérieurement.

Il convient de remarquer que l'axe de la rivière qui sert de référence aux abscisses n'est pas immuable et est susceptible de varier, suivant :

les divagations naturelles de la rivière,

le débit d'écoulement considéré : les trajectoires de l'écoulement ne sont pas les mêmes à l'étiage et en forte crue.

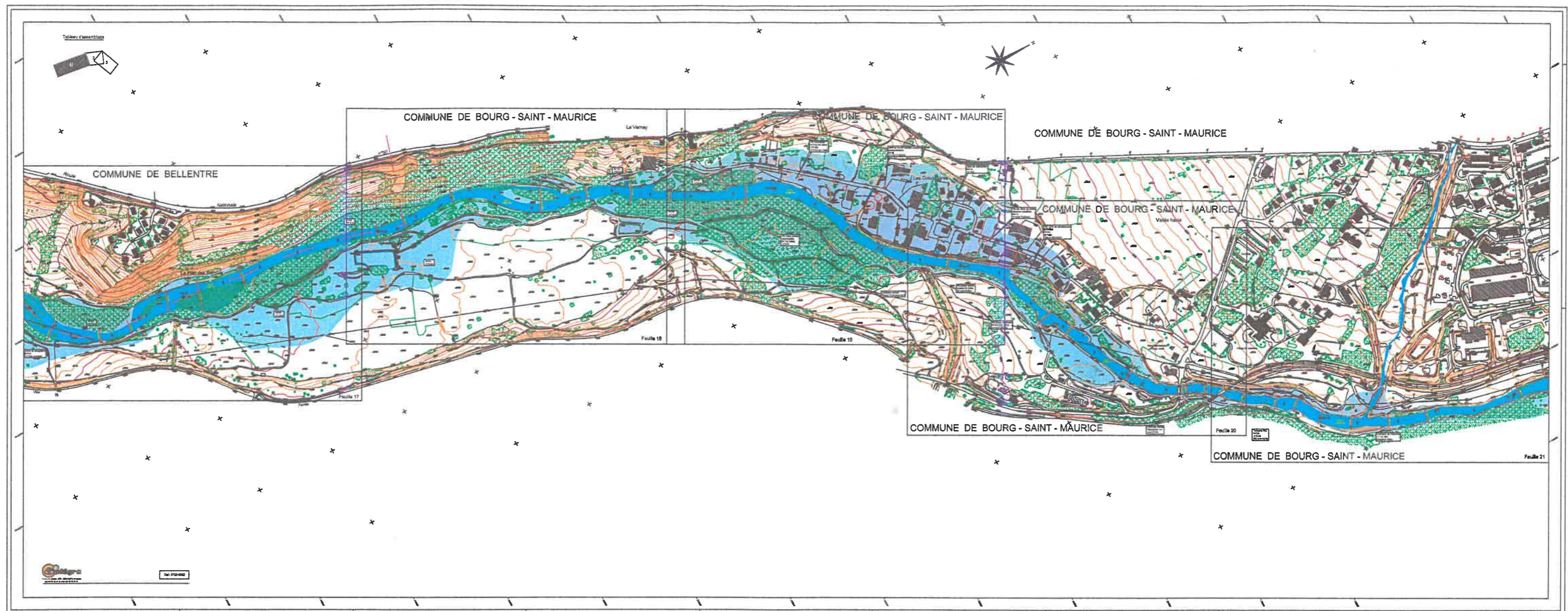
Pour ces raisons, et en observant que ces éventuelles variations du PK ont très peu d'influence sur les conditions d'écoulement calculées, les PK indiqués sur les plans constituent des références fixes pour l'ensemble des calculs et interprétations ponctuelles, mais ne correspondent pas nécessairement aux intervalles géométriques rigoureux.

---

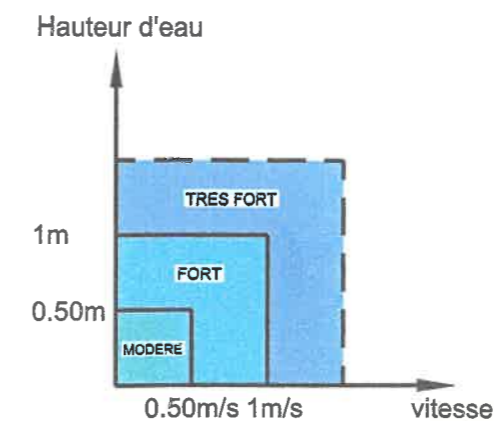
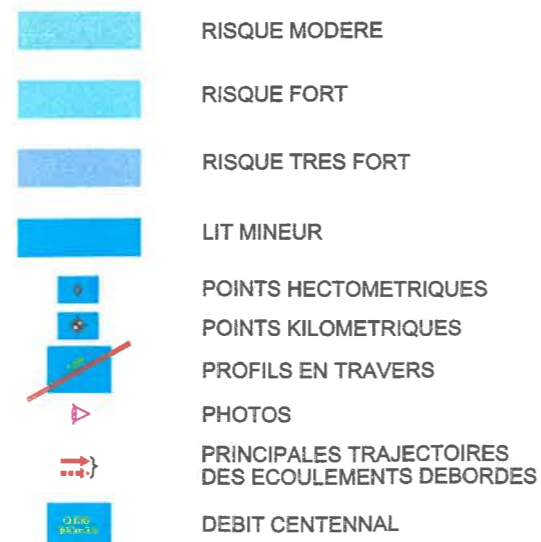
# SECTION BOURG SAINT MAURICE

## PLANCHE AVAL F

Feuilles A3 (17) à (21)



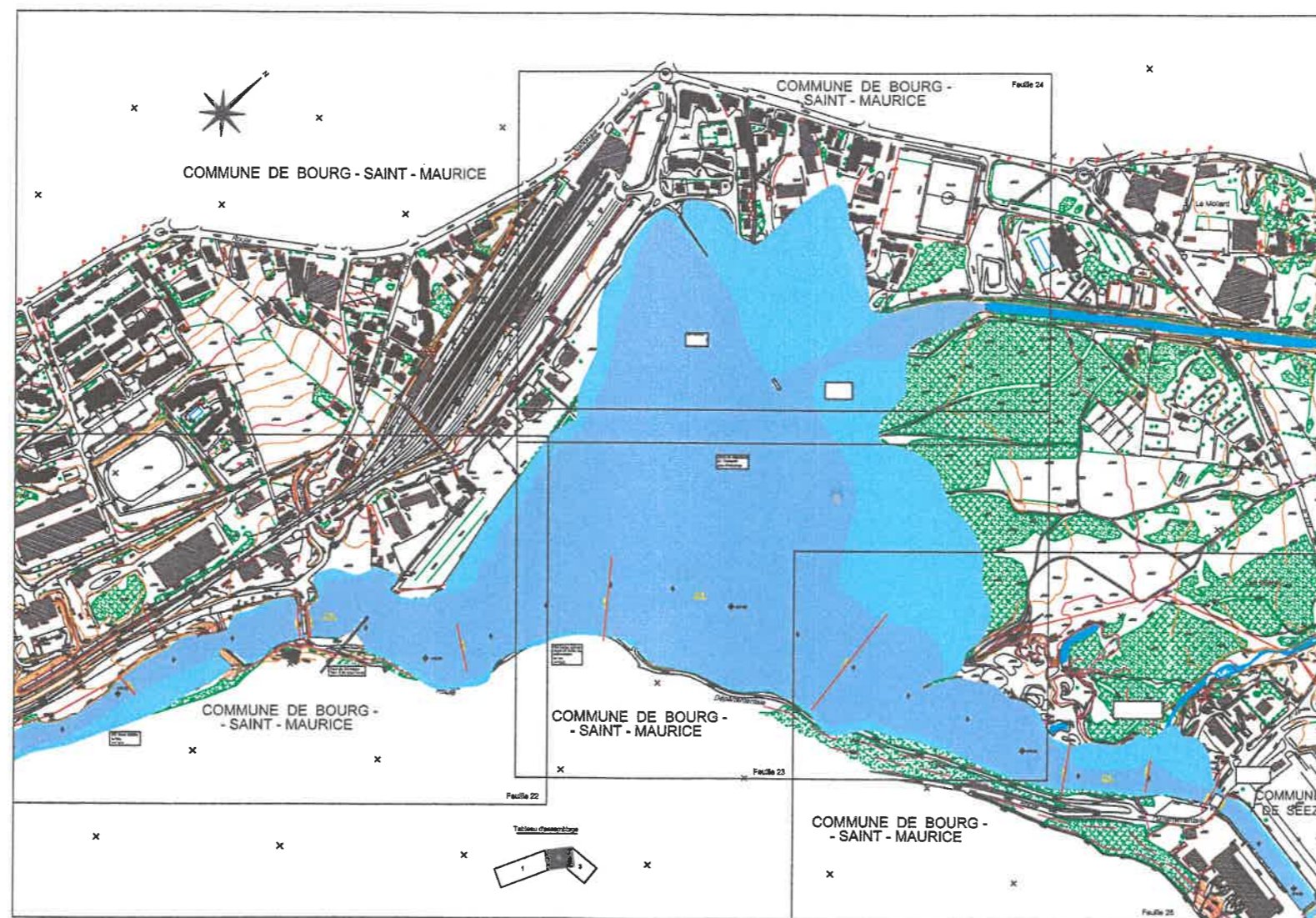
### LEGENDE



# SECTION BOURG-SAINT-MAURICE LANDRY

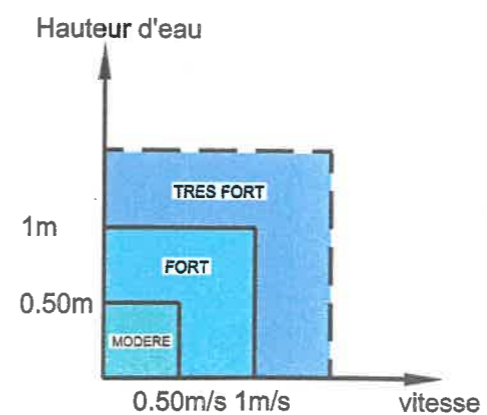
## PLANCHE MEDIANE G

Feuilles A3 (22) à (25)



### LEGENDE

	RISQUE MODERE		POINTS HECTOMETRIQUES
	RISQUE FORT		POINTS KILOMETRIQUES
	RISQUE TRES FORT		PROFILS EN TRAVERS
	LIT MINEUR		PHOTOS
			PRINCIPALES TRAJECTOIRES DES ECOULEMENTS DEBORDES
			DEBIT CENTENNAL



## SECTION BOURG SAINT-MAURICE - LANDRY

### Feuille 17 - (PK 242,60 à 243,40)

PK 242,60  
A 243,40

Rive gauche – Comme à l’aval, la zone de divagation potentielle de l’Isère implique des submersions possibles sur toute la largeur de la terrasse de rive avec des hauteurs d’eau qui peuvent atteindre 1 m, et avec des vitesses inférieures à 1 m/s (sauf ponctuellement), pour la crue centennale.

Le risque d’érosion est plus limité sur cette rive (berge plus élevée), mais peut atteindre la piste existante.

La largeur du lit majeur est réduite au droit du cône de déjection du torrent du Saint-Pantaléon, à 10 à 20 m environ (PK 242,70 à 243,00).

A l’amont au contraire, la terrasse du lit majeur beaucoup plus large permet l’extension des submersions sur 200 m de largeur avec des hauteurs d’eau qui restent inférieures à 1 m et des vitesses inférieures à 1 m/s pour la crue centennale. La piste est submersible mais peu érodable (éloignée du lit mineur).

Rive droite – La zone de divagation qui se prolonge jusqu’au PK 243,85 laisse en bordure de la rive gauche une terrasse boisée très basse, vulnérable aux érosions et changements de lit. Les submersions potentielles sur cette zone impliquent donc des hauteurs d’eau supérieures à 1 m et des vitesses de l’ordre de 1 m/s.

A l’amont du PK 242,86, les submersions sont limitées par le pied du versant raide et boisé, à quelques dizaines de m de la berge (sauf au PK 242,90 et 243,25, où la largeur est nulle).

### Feuille 18 - (PK 243,40 à 244,30)

PK 243,40  
A 244,10

Rive gauche – Le lit majeur de largeur importante (150 m environ), submersible par 0,50 m à 1,00 m de hauteur d’eau avec des vitesses inférieures à 1 m/s, se réduit à l’amont du PK 243,70 jusqu’à une vingtaine de mètres seulement.

La piste est submersible presque partout, mais assez éloignée de la berge pour être peu exposée aux risques d’érosion (sauf au PK 243,50).

Rive droite – La terrasse de berge en rive droite est très variable entre quelques mètres de largeur (PK 243,70) jusqu’au pied du versant raide, et une cinquantaine de mètres (PK 243,90) dans les zones de divagation.

Les submersions sur cette terrasse généralement boisée restent globalement inférieures à 1 m de hauteur d’eau avec des vitesses également inférieures à 1 m/s ; par contre les risques d’érosion des talus de berges peuvent être relativement conséquents, avec un recul de plusieurs mètres de la crête de berge (érosions constatées).

PK 244,10  
A 244,30

Rive gauche – Par rapport à la situation à l’aval décrite précédemment, deux éléments nouveaux diffèrent du schéma global :

Une terrasse basse en bordure du lit subit pour la crue centennale des submersions sur 1 à 2 m de hauteur (vitesses de l’ordre de 1 m/s), ainsi qu’un risque d’érosions et de divagations important,

Une excavation (petit plan d’eau au PK 244,15) écartée du lit de l’Isère, peut également subir des submersions sur une hauteur plus importante (de 2 à 3 m d’eau, compte tenu de la profondeur du bassin), avec éventuellement quelques érosions dans les phases transitoires (remplissage initial).

La piste est généralement submersible (dès une fréquence d’ordre vingtenal approximativement), mais non exposée aux érosions de berge.

Rive droite – Sur cette rive, les débouchés de deux ruisseaux affluents, et quelques protections précaires (gabions) délimitent une zone riveraine irrégulière exposée aux submersions et aux érosions.

Le bâtiment principal de l’élevage de chevaux reste hors de la zone submersible, mais sans aucune revanche de sécurité ; quelques hangars annexes peuvent par contre être atteints par les submersions de la crue centennale. Ces submersions sont toutefois de faible importance (inférieures à 0,50 m de hauteur et avec des vitesses inférieures à 0,50 m/s) autour des constructions, mais plus conséquentes à proximité du lit, avec en plus un risque d’érosion et de divagation du courant vif en forte crue.

**SECTION BOURG SAINT-MAURICE - LANDRY**

**Planche médiane G**

**Feuille A3 (19) - (PK 244,25 à 245,10)**

**PK 244,25 A 244,70  
ZONE A L'AVANT DE LA  
STATION  
D'EPURATION**

- Rive gauche – Il s'agit d'une vaste zone de prairies et de boisements peu denses, au relief régulier et parcourue par quelques chemins.

Cette zone est submersible par les fortes crues, de façon progressive et avec une gradation étagée des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement en fonction de l'éloignement du lit mineur, jusqu'à 200 m environ.

La berge est soumise à un risque d'érosion qui se manifeste à chaque crue sur les petites terrasses et bancs boisés en évolution constante, et qui peuvent être plus largement bouleversés par les fortes crues (divagations).

La piste cyclable et piétonnière est submersible, avec des hauteurs d'eau qui dépassent 1 m pour la crue centennale, et des vitesses qui restent inférieures à 1 m/s, mais reste assez éloignée de la berge actuelle du lit mineur pour ne subir qu'un risque faible d'érosion ; cette situation peut toutefois évoluer en quelques crues.

- En rive droite, les terrains sont réguliers et présentent une pente douce descendante depuis le côté gauche de la route jusqu'à l'Isère. L'inondation de ces terrains se fait par conséquent de manière progressive. Six épis, réalisés entre 1999 et 2001 permettent de contrôler la zone de divagation de l'Isère, les risques d'érosions sont donc limités latéralement. En particulier, la route est protégée vis-à-vis de ces risques. En partie amont de ce secteur, un retour à l'Isère a été aménagé, pour évacuer une partie des débits débordés en amont de la ZAC. Ce retour est composé d'un point haut dans la voirie et d'un couloir d'écoulement entre la STEP et le dernier bâtiment coté droit de la route de la ZAC.

La route longitudinale située à une trentaine de m du lit, est en contrebas des terrains, elle est à seulement 1,5 m au dessus du fond du lit. En cas de crue supérieure à la décennale, il y a surverse sur la route et risque de brèche, augmentant localement le long de la route les aléas. Les écoulements débordés s'évacuent dans l'axe de la voirie, jusqu'en aval où ils rejoignent l'Isère. Les terrains situés de l'autre côté de la route reposent sur des remblais, dont le niveau est supérieur ou égal à la cote de crue centennale de l'Isère. Ces terrains sont donc classés en aléas faible d'inondation.

**PK 244,70 A 245,00  
ZONE DE  
CONFLUENCE DE LA  
RAVOIRE**

- Rive gauche – Le relèvement des terrains par le cône de déjection de la Ravoire (essentiellement par les dépôts de la coulée de laves torrentielles du 31 mars 1981 : 300 000 m³ d'apport du torrent de la Ravoire), rend à peu près insubmersibles, sauf en bordure immédiate de la berge, les terrains de la rive gauche, par les écoulements de l'Isère.

La piste largement submersible au PK 244,70 devient progressivement insubmersible à partir du PK 244,85 et à l'amont.

Par contre les phases successives d'entraînement d'un éventuel apport, et même l'activité propre de l'Isère peuvent provoquer des érosions de la berge non protégée de la rive gauche.

Le risque essentiel qui s'applique à cette zone n'est pas relatif aux crues de l'Isère, mais à celles de la Ravoire, sous forme exclusive de laves torrentielles, qui restent susceptibles d'engraver toute la zone, sous plusieurs mètres d'épaisseur.

Ce risque sera augmenté si, comme il a été préconisé dans une étude récente, l'arase de la digue de rive gauche du chenal d'évacuation de la Ravoire est abaissée et la zone latérale décaissée, pour permettre un épandage des futures laves torrentielles avant obstruction du lit de l'Isère ; cet aménagement peut en effet diminuer les risques beaucoup plus graves qui s'appliquent à la zone des Colombières.

- Rive droite – Cette partie centrale de la zone des Colombières a été protégée, en 1981-1982, après la coulée de la Ravoire, par une digue en enrochements libres le long de la rive droite de l'Isère, en surélévation de 1 m à 1,50 m au-dessus des terrains riverains.

Ces terrains riverains, actuellement occupés par de nombreux bâtiments techniques et d'habitation, de part et d'autre d'une route longitudinale, sont soumis du point de vue hydraulique, avec la conjugaison d'une crue de l'Isère et d'un apport de laves torrentielles de la Ravoire, et pour une hypothèse de fréquence d'occurrence centennale, aux risques suivants :

## Feuille 20 - (PK 244,90 à 245,80)

**PK 244,90 A  
244,25  
AMONT DE LA  
ZONE DES  
COLOMBIERES**

Rive gauche – A l'amont du confluent de la Ravoire, la berge élevée (pied du cône de déjections de la Ravoire), est peu submersible. Le talus boisé qui la constitue peut être submergé jusqu'aux niveaux de la piste cyclable et piétonnière ; dans l'hypothèse d'une obstruction importante du lit par les déjections de la Ravoire, ces niveaux de submersion pourraient être relevés, mais sans extension importante des zones submergées, compte tenu des pentes des terrains.

La vulnérabilité de cette berge est également modérée, compte tenu de sa convexité ; elle diminue si les niveaux sont relevés (retenue → pente plus faible → vitesses plus faibles).

Rive droite – Cette zone est exposée aux risques hydrauliques les plus forts de tout le tronçon. Il s'agit en effet de la partie amont de la zone des Colombières, dont la berge est protégée par une digue en enrochements libres, en surélévation de 1 à 2 m au-dessus des terrains riverains, jusqu'au PK 245,12.

A l'amont, un ancien bras de l'Isère qui longe la berge concave, et un banc boisé peu élevé (environ 1,50 m à 2,00 m au-dessus de l'étiage), séparent la rive du lit mineur actuel de l'Isère, de façon très précaire toutefois. Le talus de berge non protégé et vulnérable, reste peu élevé (environ 3 m) jusqu'au PK 245,18 ; à l'amont, un muret limite des terrains remblayés à un niveau un peu plus élevé, jusqu'au PK 245,25 environ, puis nettement plus élevés au-delà (4 m à 4,50 m).

Les risques qui s'appliquent à cette zone sont les suivants :

- Risque de submersion

Le bras latéral de l'Isère, partiellement en eau (marigot alimenté par un ruisseau latéral négligeable), est très submersible et peut être alimenté par l'Isère, soit par franchissement de la berge remblayée à l'amont (PK 245,32 à 245,35), soit par érosion du banc boisé (constitué de matériaux de granulométrie fine : dépôts de 1981). De même, l'îlot formé par le banc boisé est également submersible, avec une fréquence approximativement vingtennale.

Les points bas de la berge de rive droite, entre les PK 245,12 et 245,18 sont inférieurs aux niveaux d'écoulement de la crue centennale, a fortiori si des apports de la Ravoire relèvent les niveaux au confluent. Il en résulte une possibilité de débordement par surverse, qui peut rapidement s'amplifier par érosion des terrains (remblais peu cohésifs et sableux).

Dans la partie aval protégée, la surverse peut aussi intervenir, soit par relèvement des niveaux après obstruction du lit (déjections de la Ravoire), soit par dégradation du talus d'enrochements ; dans ces deux cas, la dénivelée des terrains derrière la digue entraîne l'ouverture d'une brèche qui aggrave beaucoup le risque : il s'agit alors d'un déversement violent, avec entraînement de matériaux et fortes vitesses ponctuelles.

Ces débordements, avec des hauteurs vraisemblablement limitées (inférieures à 1 m), mais des vitesses localement très fortes (supérieures à 2 m/s), rejoignent ensuite la route et traversent en enfilade toute la zone artisanale, sans retour au lit possible jusqu'à l'aval de la station d'épuration. La pente et la faible rugosité hydraulique de la route peuvent là encore entraîner des vitesses importantes (supérieures à 1 m/s : matériaux et véhicules emportés, érosions etc.).

- Risque d'érosion

De même que pour le tronçon aval, la protection en blocs libres, soumise à des contraintes très sévères (berge concave et phases transitoires d'obstruction-dégagement des apports torrentiels), peut être localement affouillée et désorganisée jusqu'à la crête de la digue, et entraîner alors une brèche avec les mêmes conséquences violentes que ci-dessus.

A l'amont de la protection surtout, la berge non protégée et très vulnérable (talus très raide sans cohésion : remblais récents) ; peut subir de profondes érosions si le courant vif de l'Isère en crue vient contre la rive concave (ce qui est le plus probable : allongement des longueurs d'onde du méandrage aux débits élevés). De telles érosions peuvent atteindre les bâtiments riverains, et amplifier les débordements.

L'ensemble de ces risques d'érosion et de submersion peut donc mettre gravement en danger les installations riveraines et même les vies humaines. Il faut observer que la présence du banc boisé et du bras secondaire de l'Isère, masquent la réalité et la proximité du lit vif et des écoulements violents de l'Isère, ainsi que des risques d'autant plus forts qu'ils seront associés au changement de lit brutal de l'Isère en crue.

**PK 245,25  
A 245,55  
ZONE DE LA  
BASE DES  
EAUX VIVES  
(CANOE-KAYAK)**

Cette zone fait l'objet d'un projet important d'aménagement du lit de l'Isère lié à l'aspect sportif.

Dans l'état actuel du lit et des zones riveraines, les risques sont les suivants :

Rive gauche – Les protections très irrégulières de la berge (talus en gros enrochements, épis, obstacles dans le lit etc.) ont été largement désorganisés par une crue très récente, et doivent être reconstituées et modifiées.

La piste latérale et les terrains riverains sur une largeur d'une soixantaine de mètres, sont submersibles avec des hauteurs d'eau inférieures à 1 m et des vitesses inférieures à 1 m/s. Ces submersions pour la crue centennale sont vraisemblablement progressives, sauf si des éléments vulnérables de la berge sont susceptibles de phénomènes d'affouillements et d'érosions violentes, capables d'entraîner le creusement d'anses d'érosions et des submersions brutales.

L'extension des submersions reste limitée par les pentes latérales des terrains, et le retour obligé au lit au PK 245,20.

Rive droite – La partie aval de la rive droite, entre les PK 245,25 et 245,35 est constituée par la dépression latérale (ancien lit de l'Isère) et le banc boisé avec une configuration analogue à celle du tronçon aval décrit précédemment.

Les niveaux plus élevés des terrains de rive sont insubmersibles avec des revanches de 1 à 2 m au-dessus des niveaux de la crue centennale de l'Isère.

Par contre, la totalité du banc boisé, et de ce bras secondaire sont largement submersibles avant la fréquence centennale, avec des hauteurs d'eau et des vitesses supérieures respectivement à 1 m et 1 m/s.

Ce sont surtout les risques d'érosion, éventuellement brutale, qui peuvent poser problème sur cette zone, où la mise en eau de l'ancien bras (fermé actuellement de façon précaire par un remblai peu important), peut intervenir avec une forte érosion (phénomène de brèche).

Une évolution rapide dans cette zone, qui peut s'accompagner d'une obstruction partielle dans le lit mineur actuel de l'Isère, peut conduire à un basculement de l'écoulement principal, précipité dans l'ancien lit en contrebas ; des érosions violentes, y compris sur le talus de berge très vulnérable, sont alors possibles et peuvent faire reculer la crête de berge.

A l'amont du PK 245,35, la zone du bâtiment du canoë-kayak, reste submersible pour la crue centennale, mais de façon probablement progressive, avec des hauteurs d'eau et des vitesses inférieures respectivement à 1 m et 1 m/s. De même, l'érosion de la berge (légèrement convexe, donc moins exposée) peut intervenir, mais restera limitée et surtout dépendante du comportement des protections irrégulières (talus de blocs, épis, seuils, obstacles etc.) existantes ou qui seront mises en place.

Il convient de souligner, pour ce tronçon et jusqu'à l'aval du confluent de la Ravoire, les incertitudes importantes qui subsistent, concernant les modalités de l'écoulement des fortes crues de l'Isère dans la zone de l'aménagement projeté. En particulier, les conditions hydrauliques d'écoulement pour les différentes hypothèses de déstabilisation des protections et obstacles, sous l'effet conjugué des crues et apports torrentiels de l'Isère, de l'Arbonne et de la Ravoire (pour un phénomène global de fréquence au moins centennale), restent inconnues ou estimées de façon très sommaire ; l'éventualité d'une désorganisation des structures en enrochements prévues, sous l'effet de l'écoulement de crue chargé, est très probable, et l'accumulation aléatoire des blocs entraînés dans le lit aval, avec formation d'un embâcle le cas échéant, peut alors entraîner d'importantes surélévations de l'écoulement, et modifications des trajectoires, capables d'aggraver sérieusement les risques décrits précédemment.

**PK 245,55 A  
245,80  
ZONE DU  
PONT DES  
RAVES ET DU  
VIADUC SNCF**

Rive gauche – La berge de cette rive est protégée par un talus à plusieurs niveaux étagés en enrochements libres et comporte de nombreuses irrégularités artificielles destinées à la pratique sportive du canoë-kayak.

Les terrains riverains sont assez élevés, à l'aval du pont des Raves, pour être insubmersibles avec une revanche de l'ordre de 1 m au-dessus de la crue centennale.

Entre les deux ponts et à l'amont du viaduc SNCF, une zone un peu plus basse incluant la piste de berge, est submersible pour la crue centennale avec un peu moins de 1 m d'eau et des vitesses modérées inférieures à 1 m/s.

Les risques d'érosion de cette berge protégée sont apparemment modérés, malgré la grande irrégularité des écoulements (volontaire), qui peut probablement endommager le système de protection, mais sans conséquences graves à cet endroit.

Rive droite – De la même manière, la rive droite est également très artificialisée (épis de béton, murs, protections, seuils en enrochements libres, blocs liés, très gros blocs etc.).

Les niveaux d'arase irréguliers de ce système de protections correspondent sensiblement aux niveaux de la crue centennale sans aucune revanche : les terrains de berge localement en léger contrebas peuvent donc être submergés avec des hauteurs d'eau faibles de quelques décimètres, mais des vitesses ponctuellement fortes de l'ordre de 1 m/s.

Il faut noter que la piste de berge, raccordée au passage inférieur sous la RN202 (contre la culée de rive droite du pont des Raves) descend en contrebas par rapport aux niveaux de la berge ; elle est donc submersible pour la crue centennale et l'écoulement débordé franchit le passage inférieur jusqu'à l'aval du pont. Ce risque reste limité dans la mesure où le débit débordé reste écrêté à l'amont (niveau berge = niveau  $Q_{100}$ ). Le risque d'érosion est également modéré, toutefois il faut souligner l'agitation extrême en forte crue de l'écoulement au passage des singularités artificielles\*, qui peut provoquer des déferlements, attaques ponctuelles, ricochets etc. difficilement prévisibles et avec des effets focalisés intenses.

**PK 245,64**  
**PONT DES**  
**RAVES**  
**(RN202)**

Cet ouvrage en maçonnerie à une travée avec une voûte surbaissée sur culées droites en pierre de taille, offre un débouché suffisant pour laisser passer la crue centennale avec une revanche de sécurité sous la clé d'au moins 1 m.

Cette revanche constitue un minimum compte tenu des corps flottants (majoritairement retenus à Montrigon, et donc provenant seulement de l'aval du barrage), et surtout des risques d'engrèvement du lit dus aux apports de l'Arbonne : il faut observer que la pente de l'écoulement, et donc sa capacité d'entraînement des matériaux, augmente avec l'importance du dépôt au confluent ; le dégagement de la zone confinée du lit aux abords du pont par la crue de l'Isère, est donc d'autant plus efficace que le volume des déjections de l'Arbonne est plus important. Une mise en charge de l'ouvrage e peut donc pas être exclue, mais ce risque paraît au-delà de la fréquence centennale ; dans une telle hypothèse, avec une obstruction partielle du débouché entraînant un relèvement important de l'écoulement à l'amont, le contournement de l'ouvrage serait amorcé par la rive gauche, plus basse (et par les deux passages inférieurs).

\*Nous avons pu constater, lors de la crue du 12 mai 1999, avec un débit voisin de 100 m³/s seulement, des ressauts et intumescences compris entre 1 et 2 m de hauteur et très rapidement variables.

**PK 245,74**  
**VIADUC**  
**SNCF**

Cet ouvrage est constitué par un tablier métallique situé plus d'une dizaine de mètres au-dessus du lit de l'Isère, franchi par une seule travée très biaise (~45°).

Ce franchissement est prolongé sur les deux rives, par plusieurs travées en maçonnerie (voûtes en plein cintre), qui forment un viaduc élevé sur des piles massives en maçonnerie.

Les deux piles situées sur les rives de l'Isère, sont en crête de berge au-dessus d'un talus en enrochements, et n'ont qu'une influence négligeable sur les écoulements.

**Feuille 21 - (PK 245,80 à 246,50)**

**PK 245,8 A**  
**246,00**

Rive gauche – Le talus de berge élevé est protégé en pied par des enrochements.

Les niveaux en crête de berge (piste en pied du versant) sont largement supérieurs aux niveaux de l'écoulement centennal (plusieurs mètres), et permettent donc à cette piste de rester insubmersible, même dans l'hypothèse d'un engrèvement par les déjections de l'Arbonne.

**PK 246,00**  
**A 245,20**  
**CONFLUENT**  
**DE**  
**L'ARBONNE**

Il faut remarquer que le lit de l'Isère est repoussé au maximum contre le versant de rive gauche, par l'activité considérable du torrent de l'Arbonne, au point même d'entailler le pied du versant et d'entretenir le glissement de terrain important de la Combe des Moulins par l'action de sape de la base de tout le versant de Montrigon.

Rive droite – Au contraire, la rive droite, qui résulte de la lutte d'influence permanente entre l'activité d'apport du cône de déjections de l'Arbonne et l'activité d'entraînement des déjections par l'Isère, marque historiquement les traces tangibles de plusieurs terrasses emboîtées, qui témoignent de l'évolution en plan et en altitude du lit de l'Isère au cours des siècles précédents : on peut ainsi constater la continuité des talus en festons depuis Orbassy, à un niveau plus élevé. A échelle plus rapprochée sur le tronçon concerné, on observe à partir de la berge de rive droite une terrasse étroite basse, limitée par un talus de 6 à 8 m de hauteur, qui a été façonné antérieurement par l'Isère. Cette terrasse de berge est submersible pour la crue centennale avec des hauteurs d'eau faibles toutefois, inférieures à 0,50 m mais avec des vitesses qui peuvent atteindre 1 m/s, et 2 m/s en bordure de la berge.

Les risques d'érosions existent sur cette berge irrégulière, et partiellement protégée, avec des conséquences limitées.

Le torrent de l'Arbonne et son affluent supérieur le Nant Blanc, constituent avec le Nantet et le Chardonnet un des ensembles torrentiels les plus redoutables de Tarentaise.

Avec un bassin versant d'une quinzaine de km² comportant des schistes, des gypses et des cargneules, et un chevelu favorable à une concentration des débits, l'Arbonne se caractérise par une forte activité sous forme de laves torrentielles essentiellement. Les coulées fréquentes (période de retour de quelques années – dernières coulées en août 1997 et surtout le 25 juillet 1996) ont été observées depuis deux millénaires au moins (premières mentions en 163 par les Romains), causant parfois des ravages considérables (ancienne agglomération de Saint-Maurice engloutie sous 8 m de boues au Moyen Age, activité sur tout le cône depuis Orbassy jusqu'à la gare etc.).

Dans l'état actuel, et en limitant les phénomènes pris en compte à une fréquence d'occurrence en rapport avec la fréquence centennale admise pour l'Isère, on peut considérer que les apports de l'Arbonne peuvent parvenir au confluent après passage sous le pont SNCF (déplacé par la coulée de 1996), et avec des volumes de plusieurs dizaines de milliers de m³, jusqu'à une centaine de milliers de m³ environ.

Dans la zone du confluent, le relèvement des niveaux des écoulements de crue de l'Isère par les apports de l'Arbonne, analysé dans une étude récente, a été pris en compte dans les calculs d'écoulement ci-joints, avec plusieurs valeurs de + 1 m, + 2 m, + 3 m.

Les conséquences de ces hypothèses se traduisent par les limites des zones submersibles, et les risques d'érosions :

Rive gauche – La proximité du pied du versant, protégé depuis 1996 en face du confluent par un talus d’enrochements libres, réduit l’extension des submersions à une frange marginale qui reste étroite, même pour des hypothèses encore supérieures.

A l’amont du confluent, les hauteurs d’eau peuvent être importantes, mais les vitesses diminuent ; à l’aval et au droit du confluent, les phases transitoires de reprise des dépôts peuvent impliquer localement de fortes vitesses, qui justifient la protection réalisée.

Rive droite – L’extension prévisible des submersions, depuis le pont SNCF et sur les berges de l’Isère à l’amont et à l’aval du confluent, reste limitée, compte tenu des pentes de la terrasse de rive.

La route qui franchit l’Arbonne (passage busé ou ponceau fusible) est volontairement submersible au droit du gué.

A l’amont, l’emprise des submersions est plus réduite encore qu’à l’aval, et laisse une marge de sécurité pour la route au-dessus de la crue centennale croissante vers l’amont entre 1,50 m et plus de 5,00 m.

Une obstruction du confluent plus importante que l’hypothèse admise n’aggraverait pas sensiblement les conditions de submersion.

En ce qui concerne les érosions, les talus de berge irrégulièrement protégés à l’aval du confluent sont vulnérables et peuvent subir des érosions, mais les contraintes sont a priori plus fortes sur la rive gauche.

A l’amont du confluent, le risque est plus modéré, malgré l’absence de protections.

**Feuille 22 - (PK 246,40 à 247,20)**

**PK 246,40  
A 246,80**

Rive gauche – La zone boisée de rive gauche forme une terrasse de quelques dizaines de mètres entre le pied du versant et la berge de l’Isère, jusqu’au barrage de Montrigon. Cette terrasse est submersible pour la crue centennale (hauteur d’eau et vitesses inférieures respectivement à 1 m et 1 m/s). Le talus de berge, au-delà de la protection existante à l’aval du barrage (mur, puis blocs libres) est modérément vulnérable, sans conséquence.

**PK 246,40  
A 246,80**

Rive droite – Le talus élevé de la berge (6 à 8 m) est largement insubmersible (revanche d’environ 4 m), et modérément vulnérable (pas de protections), mais sans conséquences.

**PK 246,70  
BARRAGE  
DE  
MONTRIGON**

Cet ouvrage de retenue et de compensation maintient le niveau d’un grand plan d’eau à l’amont de 1200 m de longueur.

Le barrage comporte deux vannages effacés en forte crue, et permet l’écoulement d’un débit largement supérieur au débit centennal sans submersion de la digue latérale, calée à 2,5 m environ au-dessus du niveau nominal du plan d’eau. Une fosse de dissipation d’énergie à l’aval du barrage permet la régularisation de l’écoulement au raccordement avec le lit naturel à l’aval.

**PK 246,80  
ANCIEN  
PONT  
DE  
MONTRIGON**

Ce petit pont ancien à une seule voûte en maçonnerie est partiellement noyé par la retenue EDF.

Il permet l’écoulement de la crue centennale avec une revanche faible de 0,30 m sous la clé.

Des mouvements récents (fissuration de la maçonnerie) ont imposé l’interruption de la circulation sur l’ouvrage.

A l’amont du Pont (80 m environ), on peut signaler le franchissement de l’Isère par le viaduc du funiculaire des Arcs, très élevé (une vingtaine de mètres) au-dessus de l’eau, et dont les piles massives circulaires, en bordure du lac de retenue (vitesses faibles), ne posent pas de problème hydraulique.

**PK 246,80  
A 247,20**

Cette partie aval de la retenue est relativement étroite, ce qui implique, contrairement à l’amont, une pente et des vitesses non négligeables pour l’écoulement de la crue centennale.

Le relèvement du niveau de la retenue en crue est de l’ordre de 1,40 m au barrage et de 3 m à l’amont de la retenue (PK 248,00 environ), et les vitesses de l’écoulement sont inférieures à 1 m/s entre les PK 247,00 et 248,00, ce qui exclut tout risque d’érosion notable.

Rive gauche – La route qui longe le lac de retenue est submersible sur 200 m environ à l’amont du viaduc du funiculaire, avec des hauteurs d’eau inférieures à 1 m et des vitesses faibles.

Rive droite – La terrasse riveraine et la piste sont submersibles pour la crue centennale jusqu’à la limite du parking du funiculaire, remblayé avec une revanche de 0,50 m au-dessus du niveau centennal.

Les hauteurs d’eau sont de l’ordre de 2 m en bordure de la rive et inférieures à 1 m en limite du parking.

## Feuilles 23 et 23 - (PK 247,20 à 248,00)

PK 247,20  
A 248  
LAC DE  
RETENUE  
DE  
MONTRIGON

Rive gauche – La berge et la terrasse étroite et irrégulière qui constituent la rive gauche du lac de retenue sont submersibles pour la crue centennale, jusqu'au niveau approximatif de la route, avec des hauteurs d'eau qui peuvent dépasser 2 m (vitesses négligeables).

La route elle-même est en limite de submersion, tantôt en dessous du niveau d'écoulement centennal, avec des hauteurs d'eau de quelques dm, tantôt au-dessus avec des revanches du même ordre de grandeur.

Rive droite – Les terrains de la rive droite du lac de retenue s'étendent sur une vaste zone boisée partiellement marécageuse et peu élevée.

L'ensemble de cette zone, dans laquelle aboutissent également les torrents du Charbonnet et du Versoyen, est largement submersible, y compris une partie marginale des quartiers d'habitation.

Les hauteurs d'eau sur ces zones périphériques restent inférieures à 1 m, avec des vitesses faibles ou nulles, elles sont plus importantes (1 à 3 m) vers la zone centrale, mais avec des vitesses toujours inférieures à 0,50 m/s sauf dans le chenal du Versoyen.

Il faut noter que le Charbonnet est susceptible d'apporter des volumes importants de boues schisteuses très fluides capables d'inonder l'ensemble des quartiers bas entre la gare et le stade (déjà observé il y a une quinzaine d'années environ).

De même, mais avec des modalités très différentes, le torrent du Versoyen peut submerger des zones riveraines étendues, et apporter des matériaux (en quantités limitées toutefois : quelques dizaines de milliers de m<sup>3</sup>) sous forme exclusive de charriage solide (pas de laves torrentielles).

Une plage de dépôt, régulièrement curée, est prévue à cet effet au droit du stade.

## Feuille 25 - (PK 247,60 à 248,50)

PK 248,00  
A 248,30  
ZONE DE  
CONFLUENCE  
DU RECLUS

Rive gauche – Le talus de la berge de rive gauche n'est pas protégé, mais il est très élevé et permet de disposer d'une revanche au-dessus des niveaux d'écoulement de la crue centennale croissante entre 2,00 m environ au PK 248,00 et 3,00 m au PK 248,89, à l'aval du seuil ; à l'amont du seuil, la revanche est encore comprise entre 1,50 m et 2,00 m. La berge et la route sont donc largement insubmersibles. Le risque d'érosion du talus naturel boisé est important compte tenu :

- de la dissipation d'énergie à l'aval du seuil, dont la protection latérale de rive gauche est très courte,
- de la respiration et des apports éventuels du torrent du Reclus, qui repousseraient l'Isère contre sa rive gauche.

Ces érosions, effectivement déjà constatées récemment, n'ont apparemment pas de conséquences graves (la route n'est pas immédiatement menacée).

Rive droite – La berge de rive droite est occupée :

- à l'aval du Reclus, par les installations d'extraction de matériaux et stockage de matériel TP,
- à l'amont du Reclus, par la station d'épuration de Séez

A l'aval du torrent, les extractions sont nécessaires pour le curage de la retenue et pour maintenir le dégagement du lit de l'Isère au confluent ; la terrasse de berge est très irrégulière et partiellement submersible (hauteurs d'eau inférieures à 1 m et vitesses faibles).

La berge est vulnérable mais les contraintes d'érosion restent modérées. Les risques appliqués à cette zone sont plus dépendants du Reclus que de l'Isère.

A l'amont du confluent, la terrasse de la station d'épuration est submersible avec une hauteur d'eau de l'ordre de 1 m pour la crue centennale, et des vitesses possibles jusqu'à 1 m/s. Ces submersions peuvent provenir d'un débordement à l'amont du seuil (entre le seuil et le pont, la berge est très basse : moins de 2,00 m de hauteur), ou d'un débordement par refoulement d'aval, dans le cas d'un apport de matériaux par le torrent du Reclus.

PK 248,20  
CONFLUENT  
DU TORRENT  
DU RECLUS

Après la Ravoire, l'Arbonne et le Charbonnet, le torrent du Reclus est, avec le Versoyen, le dernier gros torrent d'activité intense du bassin de Bourg-Saint-Maurice. Son bassin de 23 km<sup>2</sup>, et surtout les falaises de schistes et gypses de sa rive droite, entre le Creux des morts et le bois des Bochères, lui fournissent à la fois un régime hydrologique de débits importants, et un charriage de matériaux très fourni (parfois sous forme de laves torrentielles, mais beaucoup plus rarement que pour l'Arbonne).

L'ampleur de son cône de déjections, depuis les Ecudays jusqu'au pied de Séez et du Breuil, et le lit de l'Isère repoussé contre le versant de rive gauche de Malgovert, témoignent d'une activité très intense du torrent, surtout ancienne toutefois : des reboisements importants depuis la fin du siècle dernier ont un peu diminué cette activité, mais le risque de crues violentes et d'apports massifs demeure.

Indépendamment des risques qui s'appliquent aux espaces riverains du torrent dans la traversée de la commune de Séez, l'influence sur l'Isère et les risques dans la zone de confluence sont paradoxalement peu importants :

En effet, la pente et la section du lit du torrent sont insuffisantes pour faire transiter un apport massif jusqu'à l'Isère ; des débordements et engravements interviendraient nécessairement à l'amont, et réduiraient d'autant les apports au confluent

D'autre part, les curages en queue de retenue de Montrigon, et surtout le seuil à l'amont du confluent (de 2 m de chute environ), maintiennent une réserve disponible pour le stockage d'un apport de déjections au confluent assez important (de l'ordre de quelques dizaines de milliers de m<sup>3</sup>), avant que les écoulements de l'Isère à l'amont ne soient perturbés

Ces circonstances conditionnent notamment la sécurité du canal de restitution de l'usine hydroélectrique de Malgovert, située immédiatement à l'amont.

On peut, en conclusion, considérer que l'influence et les risques hydrauliques relatifs au confluent du torrent du Reclus restent faibles, au moins jusqu'à la fréquence centennale.

**PK 248,30  
SEUIL ET  
PONT  
DOUBLE  
DE  
MALGOVERT  
(PONT DES  
ARCS)**

Ces deux ouvrages très proches sont hydrauliquement dépendants, et examinés simultanément ci-après :

Le seuil, d'une chute approximative de 2 m, est constitué de deux passes inégales :

En rive gauche (passe étroite ~1/3 environ de la largeur), il s'agit d'un seuil constitué de quatre marches successives (murs béton ?) non apparentes, entre un mur vertical élevé en rive gauche et un muret divisoire en béton

En rive droite (passe plus large ~2/3 environ de la largeur), il s'agit d'un coursier en blocs d'enrochements libres, apparemment assez irrégulier, entre le muret divisoire et une protection de berge sommaire en blocs libres sur la rive droite.

Cet ouvrage déjà ancien (plusieurs décennies) a subi des dégradations (notamment des érosions de berge sur les deux rives à l'aval, et des mouvements du coursier de blocs), mais qui ne mettent pas apparemment en cause la fonction de fixation du lit amont de l'Isère.

Le pont double (deux tabliers accolés à une seule travée en poutres indépendantes béton sur culées verticales) peut être légèrement mis en charge par l'écoulement de la crue centennale (sur 0,30 m au-dessus du niveau de sous-poutre du tablier), mais sans débordement, compte tenu de la revanche confortable (1,50 m à 2,00 m) des murs de rive. Les culées verticales et murs latéraux amont ne sont pas affouillés.

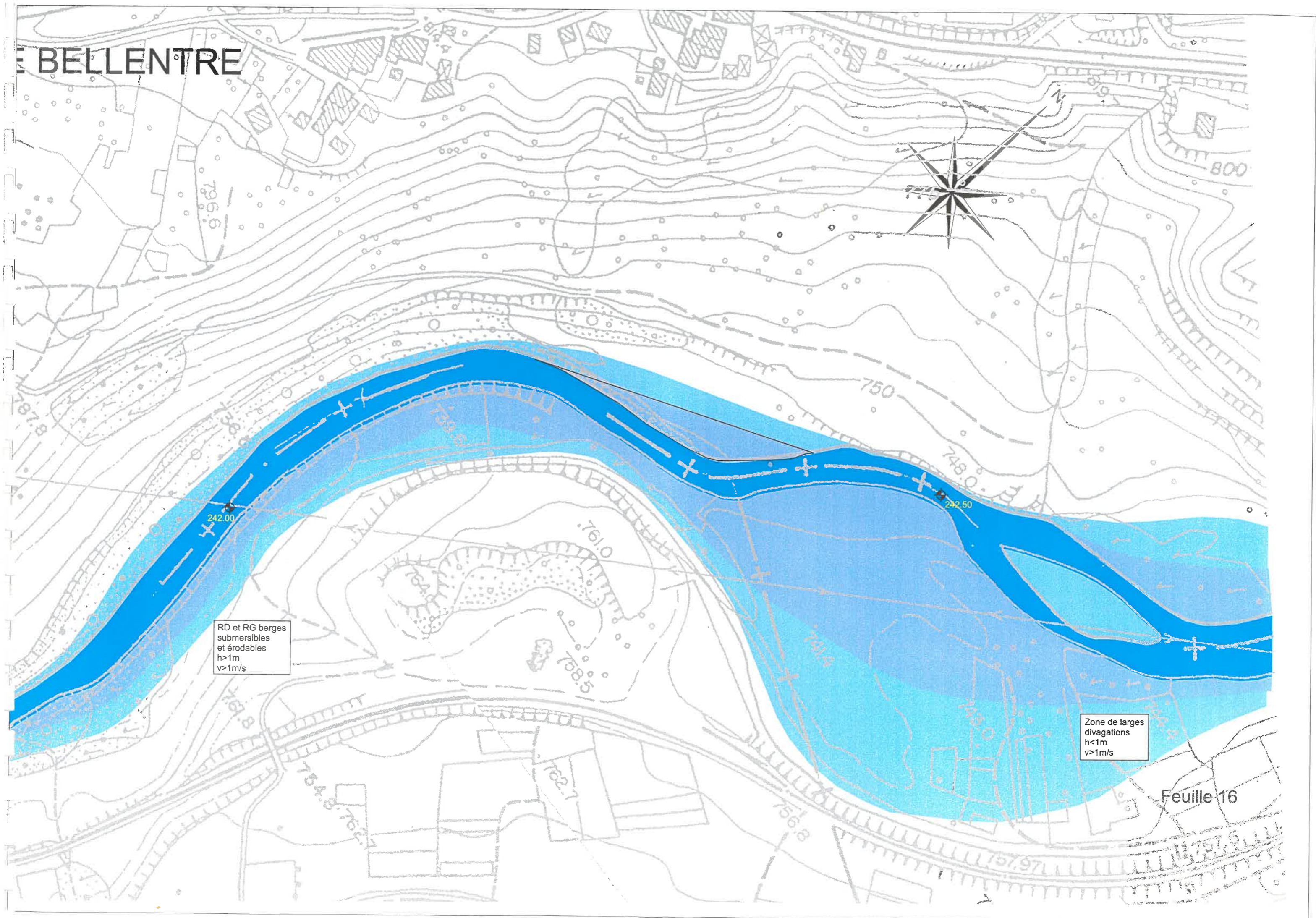
**PK 248,30  
A 248,50  
CANAL DE  
L'USINE  
DE  
MALGOVERT**

L'usine hydroélectrique de Malgovert située en rive gauche de l'Isère, et qui turbine essentiellement les eaux dérivées depuis le lac du Chevril (débit dérivé de 50 m³/s) restitue directement les débits turbinés dans le lit de l'Isère canalisé sur 200 m entre deux murs.

Cet ouvrage, qui comporte également un petit seuil de faible chute à l'aval des sorties latérales de restitution, est en bon état apparent et entretenu par EDF.

Les berges sont largement insubmersibles (revanche de 2 m environ) sur les deux rives.

E BELLENTRE



RD et RG berges  
submersibles  
et érodables  
h>1m  
v>1m/s

Zone de larges  
divagations  
h<1m  
v>1m/s

Feuille 16

# COMMUNE DE BELLENTRE

Route

Nationale

Le Plan des Forches

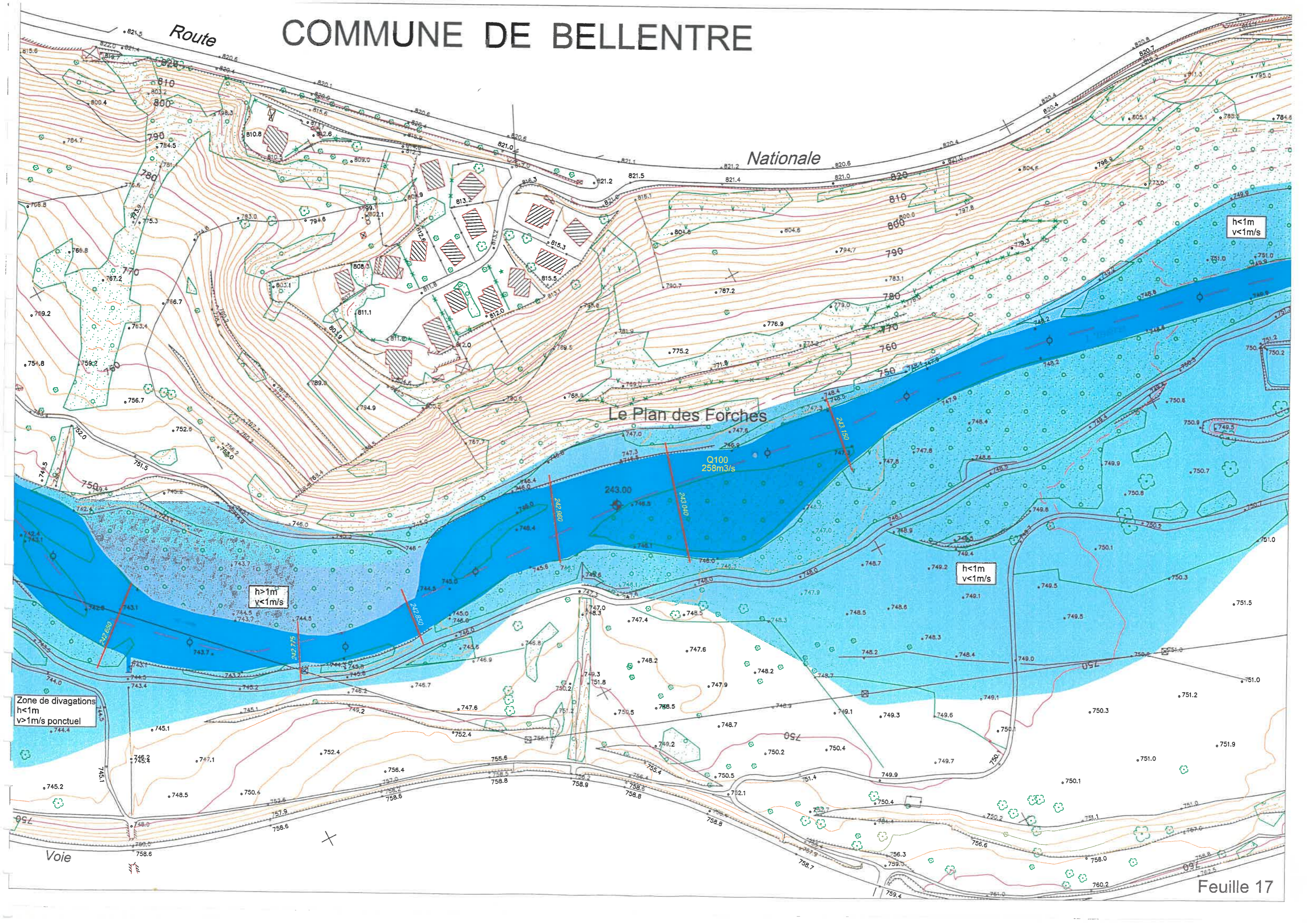
Q100  
258m<sup>3</sup>/s

$h > 1\text{m}$   
 $v < 1\text{m/s}$

$h < 1\text{m}$   
 $v < 1\text{m/s}$

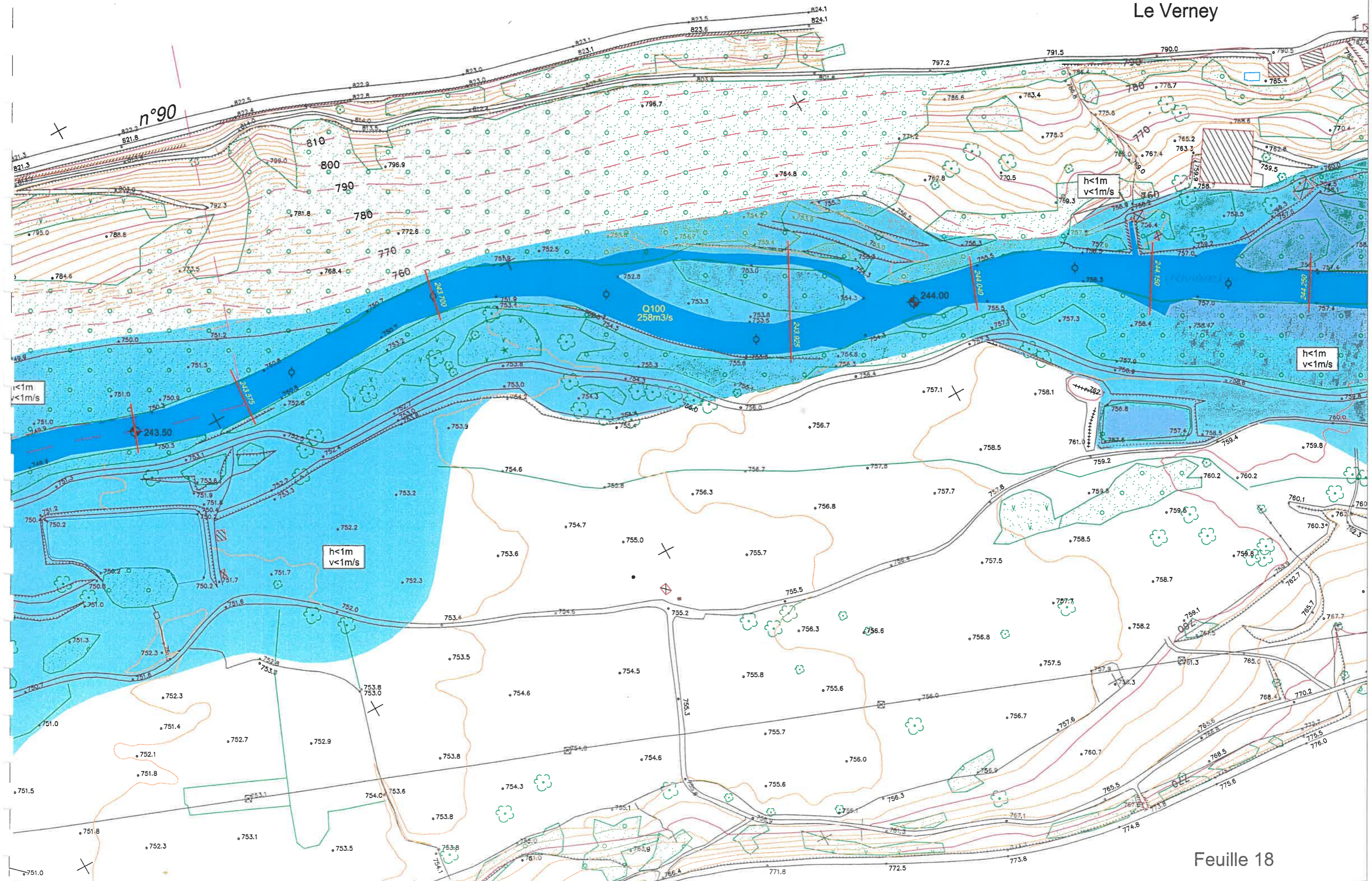
Zone de divagations  
 $h < 1\text{m}$   
 $v > 1\text{m/s}$  ponctuel

Voie

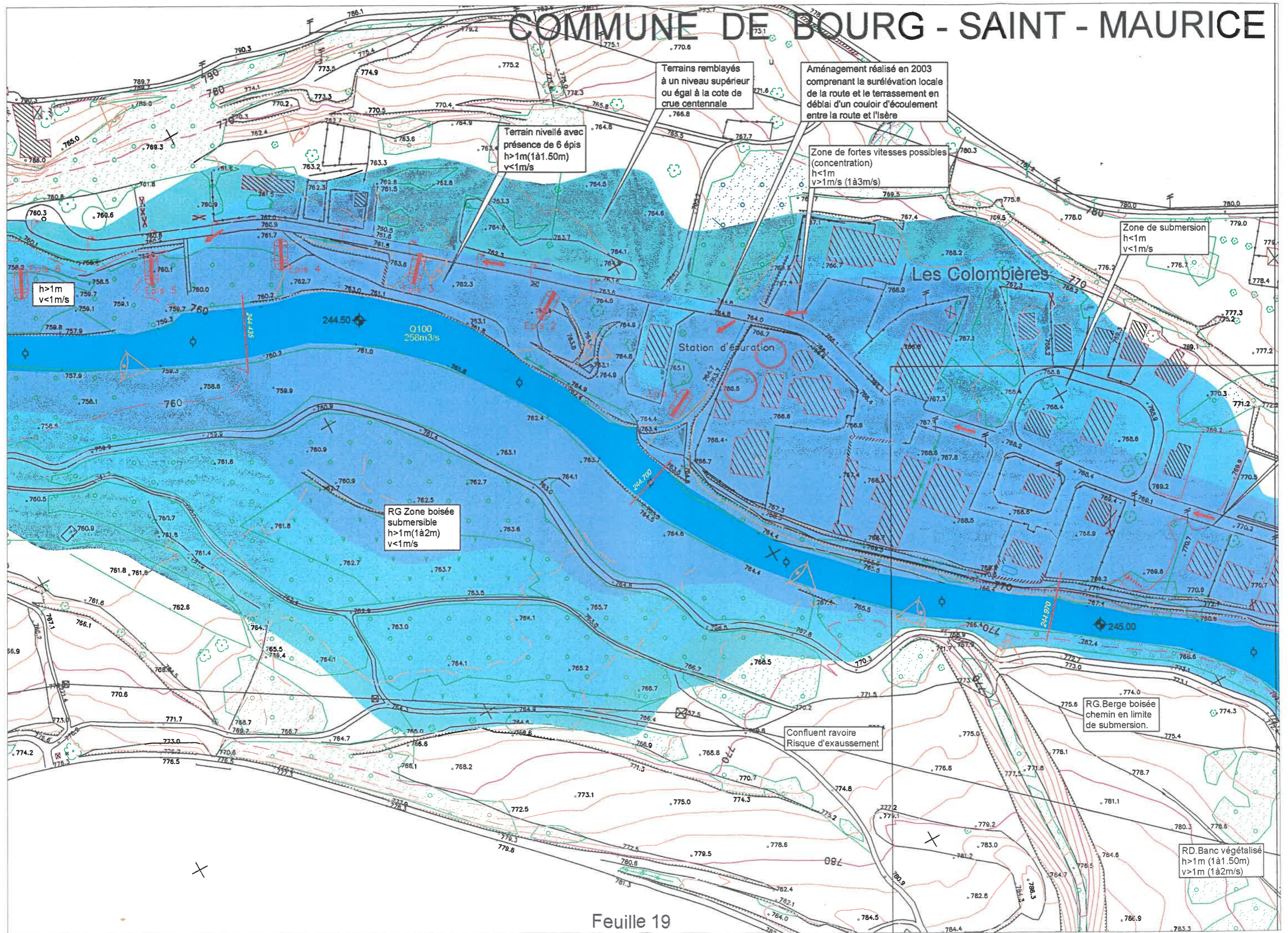


# COMMUNE DE BOURG - SAINT - MAURICE

Le Verney

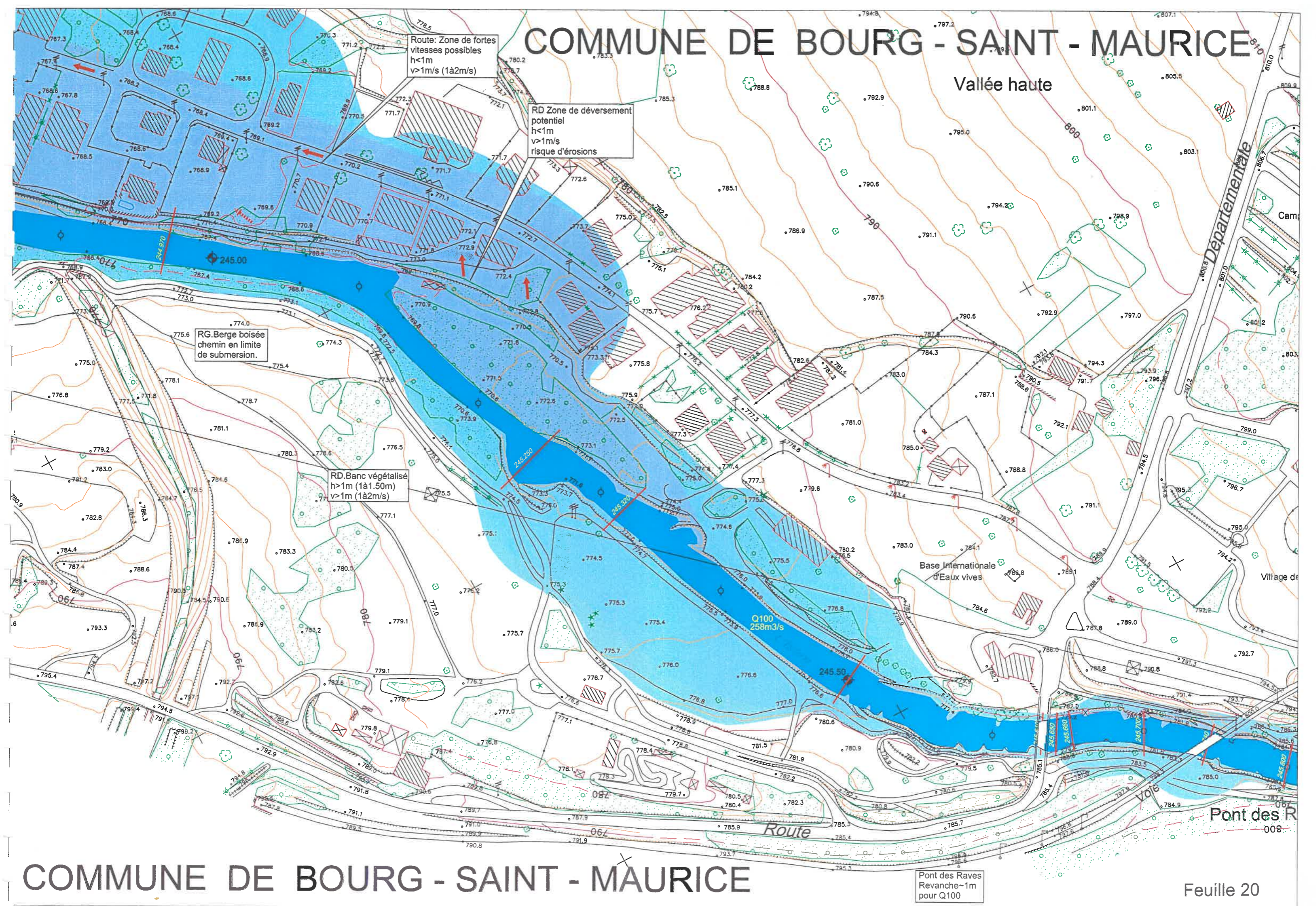


# COMMUNE DE BOURG - SAINT - MAURICE

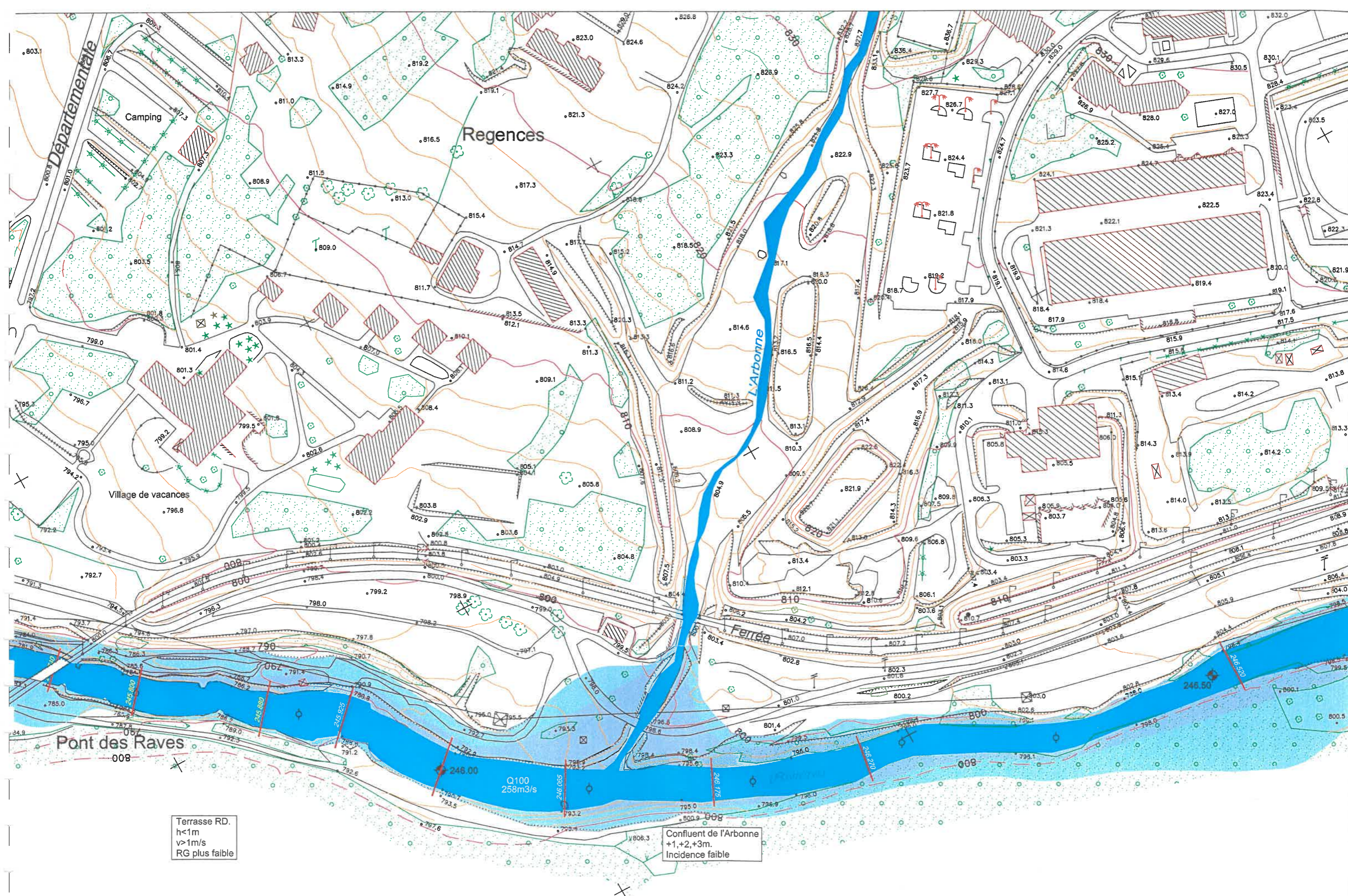


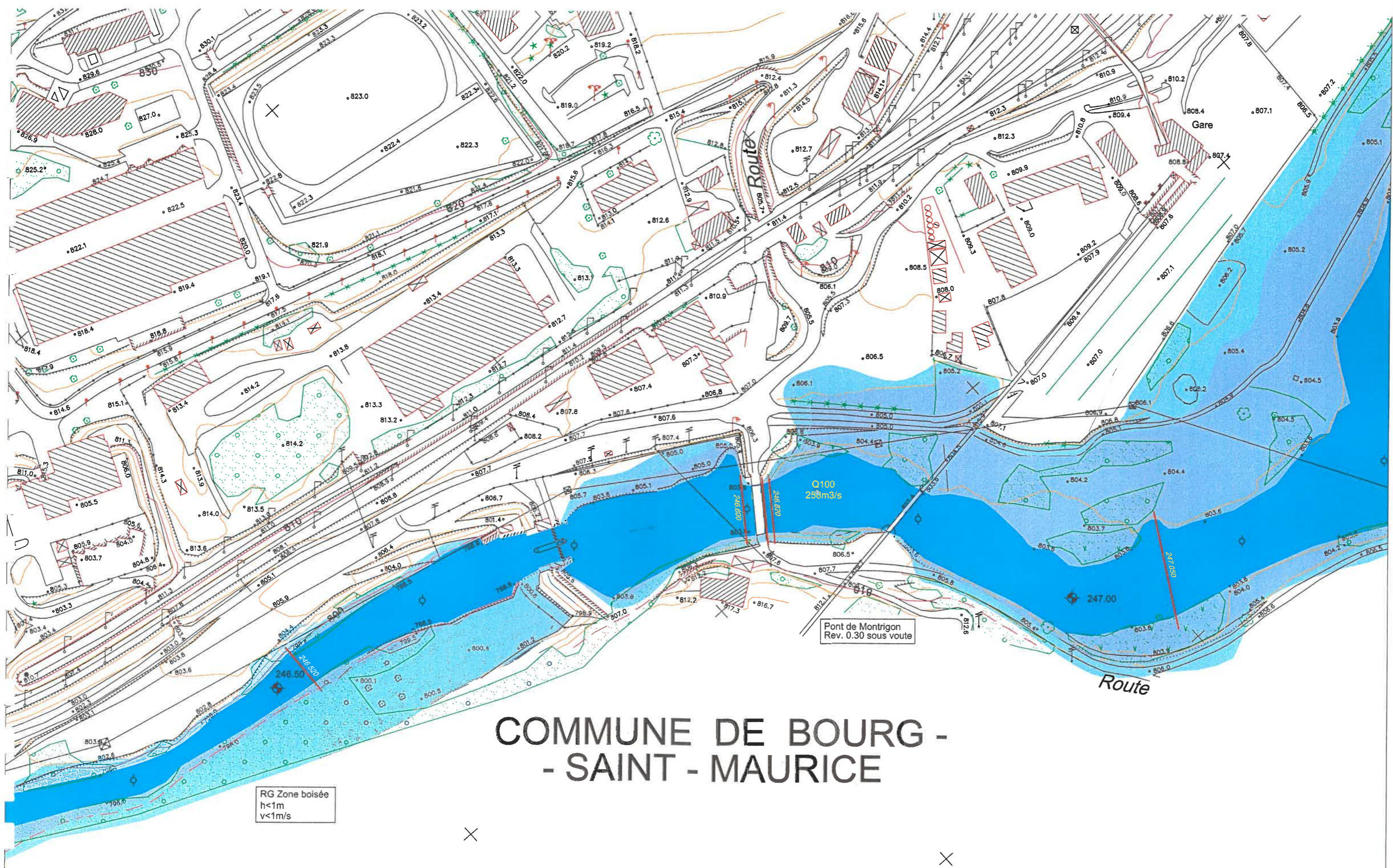
# COMMUNE DE BOURG - SAINT - MAURICE

Vallée haute

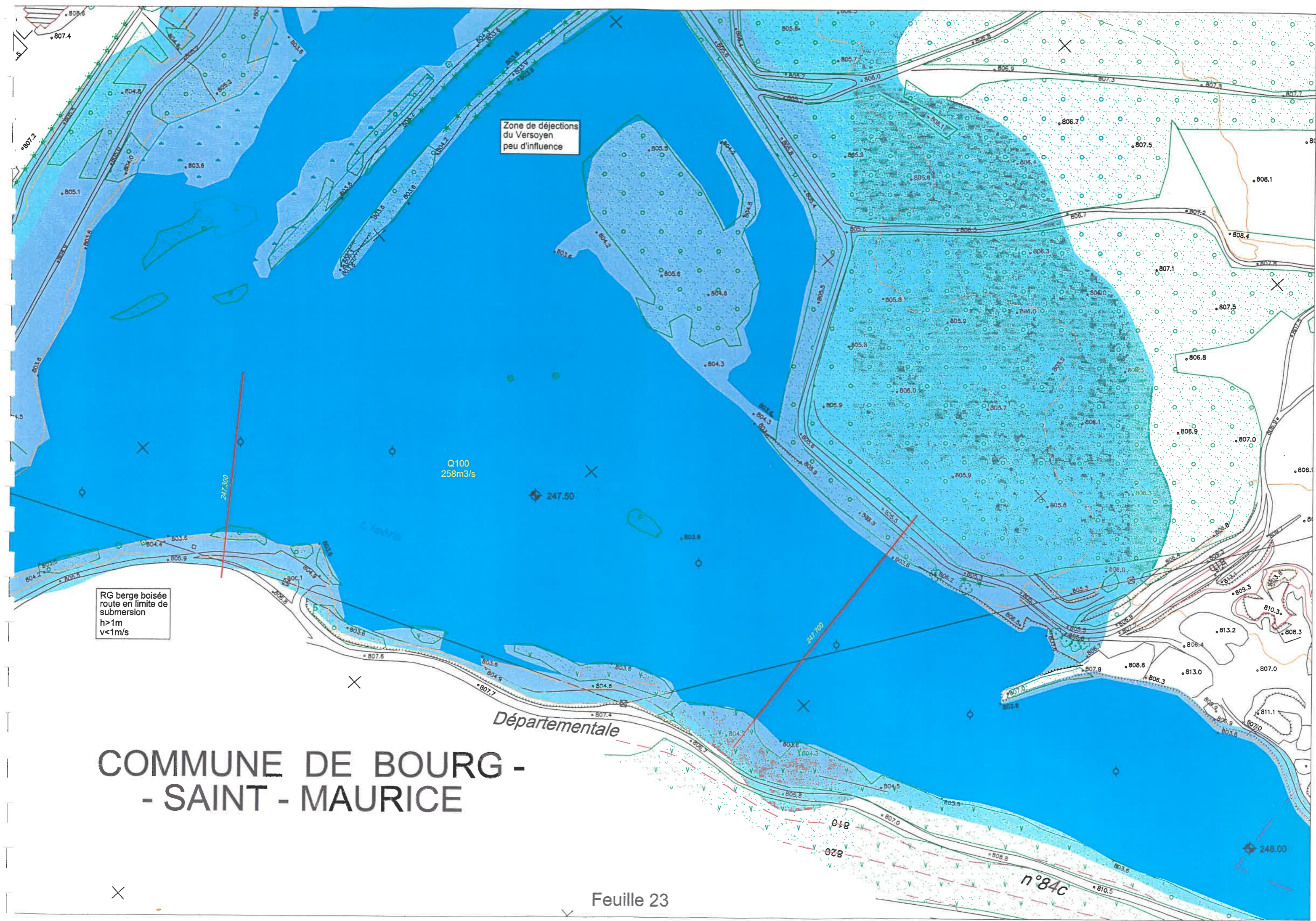


COMMUNE DE BOURG - SAINT - MAURICE





# COMMUNE DE BOURG - - SAINT - MAURICE



Zone de déjections  
du Versoyen  
peu d'influence

RG berge boisée  
route en limite de  
submersion  
h>1m  
v<1m/s

Q100  
258m3/s

Départementale

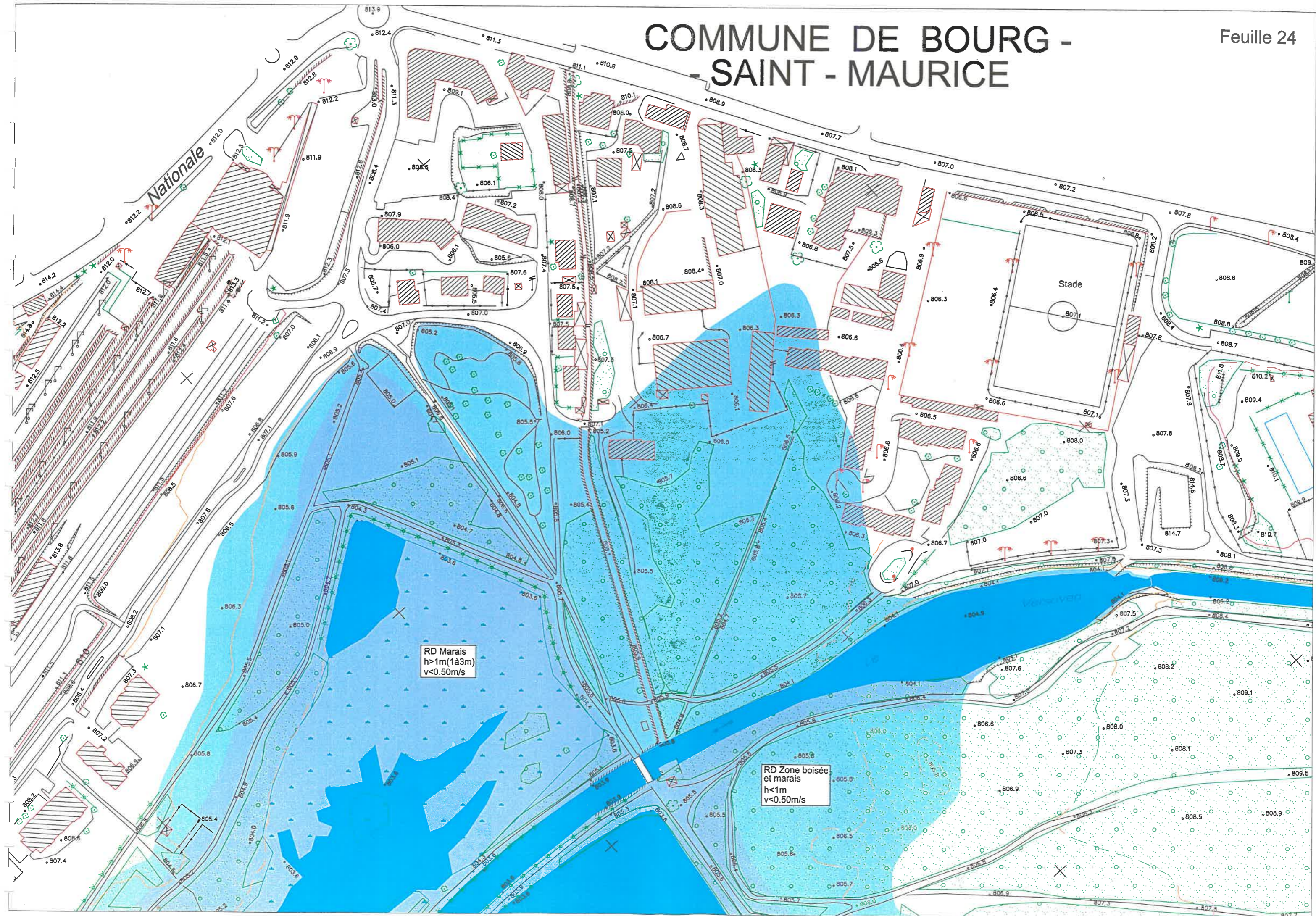
COMMUNE DE BOURG -  
- SAINT - MAURICE

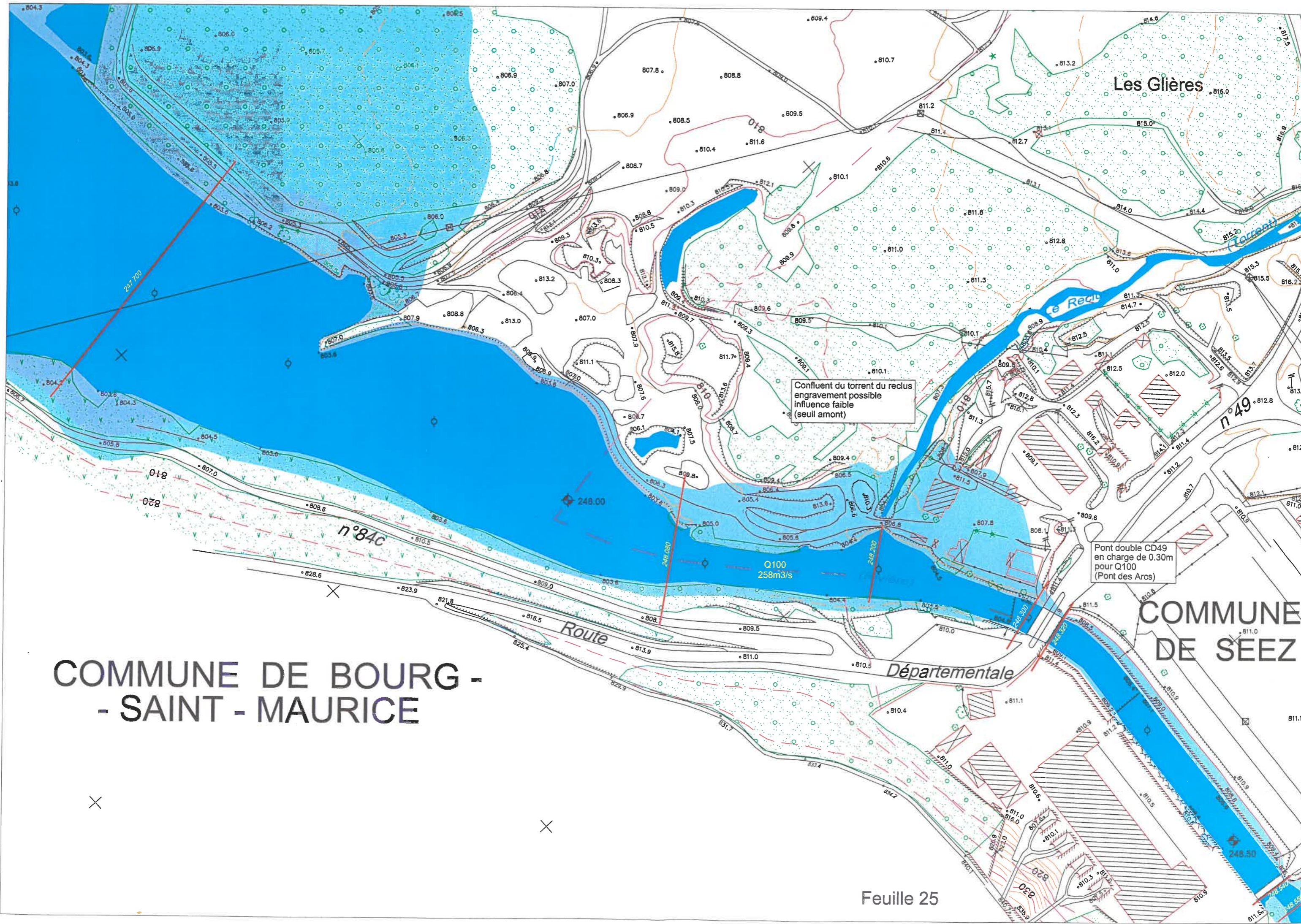
Feuille 23

n°84c

# COMMUNE DE BOURG - SAINT - MAURICE

Feuille 24





COMMUNE DE BOURG -  
- SAINT - MAURICE

Les Glières

Confluent du torrent du reclus  
engrèvement possible  
influence faible  
(seuil amont)

Pont double CD49  
en charge de 0.30m  
pour Q100  
(Pont des Arcs)

COMMUNE  
DE SEEZ