

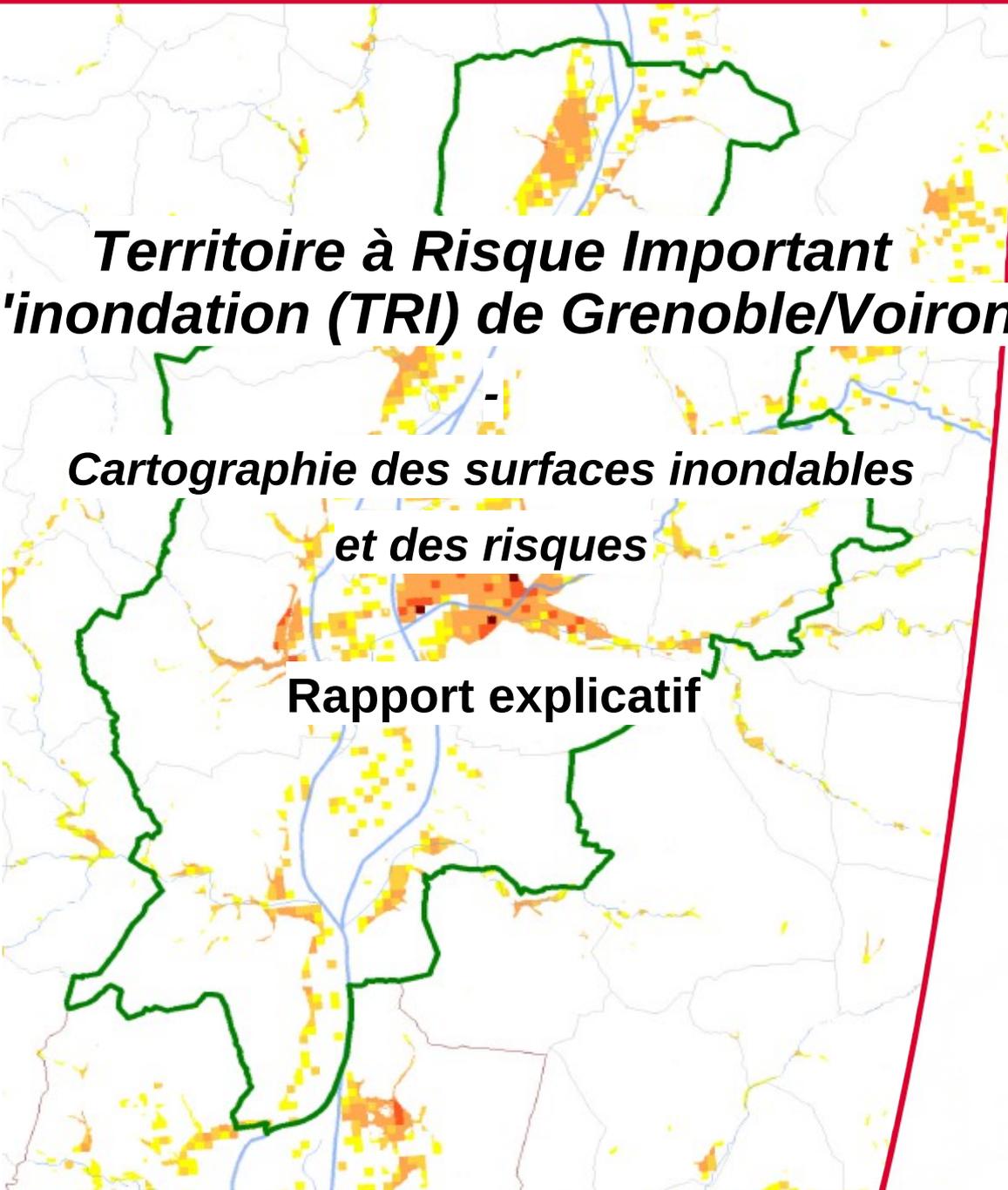
DREAL Rhône-Alpes

Service Prévention des
Risques

Décembre 2013

Directive Inondations

Bassin Rhône-Méditerranée



**Territoire à Risque Important
d'inondation (TRI) de Grenoble/Voiron**

**Cartographie des surfaces inondables
et des risques**

Rapport explicatif

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

<http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/inondations>

Sommaire

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	3
1 - INTRODUCTION.....	5
2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU TRI.....	7
2.1 - Caractérisation du TRI de Grenoble-Voiron.....	8
2.2 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie.....	11
2.3 - Association technique des parties prenantes.....	13
3 - CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI.....	14
3.1 - Débordement des cours d'eau.....	14
3.1.1 - l'Isère amont.....	16
3.1.2 - l'Isère aval.....	25
3.1.3 - le Drac.....	32
3.1.4 - la Romanche.....	38
3.1.5 - la Fure.....	44
3.2 - Cartes de synthèse des surfaces inondables.....	55
4 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI.....	55
4.1 - Méthode de caractérisation des enjeux.....	55
4.2 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques.....	55
5 - LISTE DES ANNEXES.....	59

Résumé non technique

Le territoire à risque important d'inondation de Grenoble/Voiron

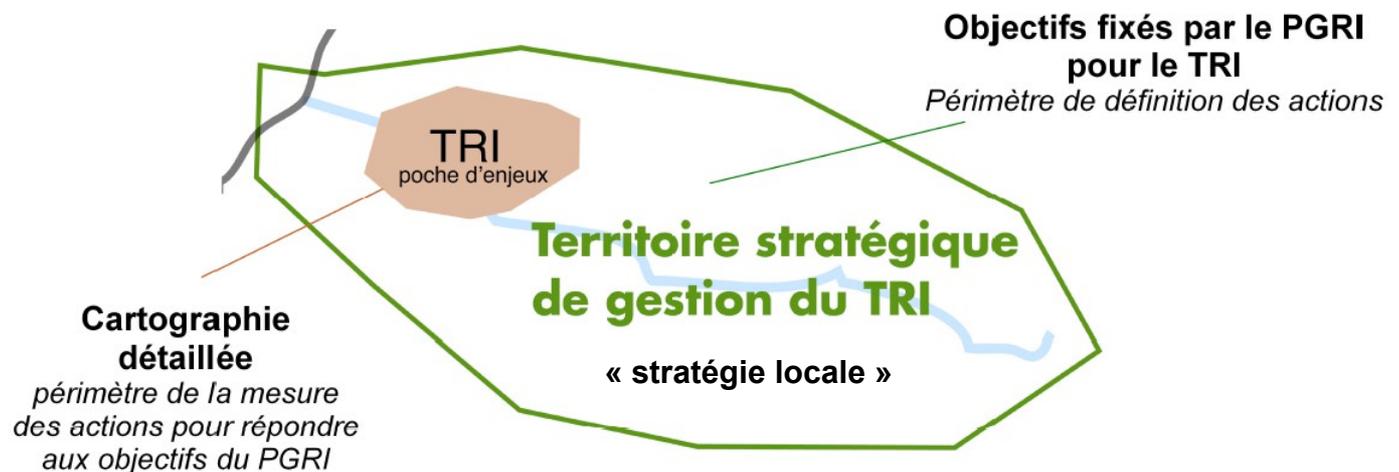
La sélection du territoire à risque important d'inondation de Grenoble/Voiron implique la mise en œuvre d'une stratégie concertée pour répondre à la Directive inondation.

La mise en œuvre de la Directive Inondation vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée tout en priorisant l'intervention de l'État pour les territoires à risque important d'inondation (TRI).

31 TRI ont été arrêtés le 12 décembre 2012 sur le bassin Rhône-Méditerranée. Cette sélection s'est appuyée sur 3 éléments : le diagnostic de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), l'arrêté national définissant les critères de sélection des TRI, la prise en compte de critères spécifiques à certains territoires du bassin en concertation avec les parties prenantes du bassin Rhône-Méditerranée.

L'identification des TRI obéit à une **logique de priorisation** des actions et des moyens apportés par l'État dans sa politique de gestion des inondations. À cet effet, les 31 TRI sélectionnés devront faire l'objet :

- d'ici fin 2013, d'une **cartographie** des surfaces inondables et des risques pour les phénomènes d'inondation caractérisant le territoire ;
- de **stratégies locales** de gestion des risques d'inondation dont les objectifs et le périmètre devront être identifiés d'ici fin 2014. Ces dernières nécessiteront un engagement des acteurs locaux dans leur élaboration s'appuyant notamment sur un partage des responsabilités, le maintien d'une solidarité amont-aval face aux risques, la recherche d'une synergie avec les autres politiques publiques.



Le territoire à risque important d'inondation a été sélectionné au regard des conséquences négatives susceptibles d'impacter son bassin de vie au regard de phénomènes prépondérants.

La sélection du TRI de Grenoble/Voiron s'est appuyée en première approche sur l'arrêté ministériel du 27 avril 2012 qui demande de tenir compte, a minima, des impacts potentiels sur la santé humaine et l'activité économique de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI). Ce premier diagnostic macroscopique fait ressortir les enjeux dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles (EAIP) pour les 6 indicateurs du tableau ci-dessous.

	Impact sur la santé humaine			Impact sur l'activité économique		
	Population permanente en EAIP (nb d'habitants)	Part de la population permanente en EAIP	Emprise de l'habitat de plain-pieds en EAIP (m ²)	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (m ²)
Débordements de cours d'eau	450 080	85,5%	1 917 927	221 357	82,9%	21 013 616

Le périmètre du TRI, constitué de 50 communes, a été constitué autour des bassins de vie de Grenoble et de Voiron. Celui-ci a été précisé pour tenir compte de certaines spécificités du territoire (dangerosité des phénomènes, cohérence hydraulique, pression démographique ou saisonnière, caractéristiques socio-économiques, ...)

Compte-tenu de l'état des connaissances disponibles sur le TRI, la cartographie des phénomènes d'inondation a été élaborée pour les débordements de l'Isère, du Drac, de la Romanche et de la Fure.

La cartographie du TRI de Grenoble/Voiron

Objectifs généraux et usages

La cartographie du TRI de Grenoble/Voiron apporte un approfondissement de la connaissance sur les surfaces inondables et les risques pour les débordements de l'Isère, du Drac, de la Romanche et de la Fure pour 3 types d'événements (fréquent, moyen, extrême). De fait, elle apporte un premier support d'évaluation des conséquences négatives du TRI pour ces 3 événements en vue de la définition d'une stratégie locale de gestion des risques.

Elle vise en outre à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public. Plus particulièrement, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Toutefois, cette cartographie du TRI n'a pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRI (lorsqu'elles existent sur le TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

Principaux résultats de la cartographie du TRI

La cartographie du TRI de Grenoble/Voiron se décompose en différents jeux de carte au 1/ 25 000^e pour :

- les débordements de l'Isère (découpée en 2 bassins hydrauliques homogènes : Isère amont et Isère aval), du Drac, de la Romanche et de la Fure :
 - ➔ un jeu de 3 cartes des surfaces inondables des débordements de ces 4 cours d'eau pour les événements fréquent, moyen, extrême présentant une information sur les surfaces inondables, les hauteurs d'eau, voire les vitesses d'écoulement ;
 - ➔ une carte de synthèse des débordements de ces 4 différents cours d'eau cartographiés pour les 3 scénarii retenus ;
 - ➔ une carte des risques présentant les enjeux situés dans les surfaces inondables ;
 - ➔ une information sur les populations et les emplois exposés par commune et par scénario.

A l'échelle du TRI de Voiron/Grenoble, la cartographie des risques d'inondation fait ressortir l'estimation des populations et des emplois présentée dans le tableau ci-dessous.

	Population permanente			nombre d'emplois minimum impactés		
	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de cours d'eau	3 771	29 578	149 129	7 730	32 143	118 964

	Population permanente			nombre d'emplois maximum impactés		
	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de cours d'eau	3 771	29 578	149 129	12 481	46 556	173 493

1 - Introduction

Une cartographie s'inscrivant dans le cadre de la Directive Inondation

La Directive 2007/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et la gestion des risques d'inondations dite « Directive Inondation », a pour principal objectif d'établir un cadre pour l'évaluation et la gestion globale des risques d'inondations, qui vise à réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique associées aux différents types d'inondations dans la Communauté.

L'Évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), arrêtée le 21 décembre 2011, a posé un diagnostic global à l'échelle du Bassin Rhône-Méditerranée. Sur cette base, un Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) à la même échelle définira un cadre réglementaire de définition des objectifs et des moyens pour la réduction des conséquences dommageables des inondations. Le PGRI devra être arrêté avant le 22 décembre 2015 par M. le préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée.

Le PGRI constitue un document de planification pour la gestion des risques d'inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée. À ce titre, au-delà de dispositions communes à l'ensemble du bassin, celui-ci doit porter les efforts en priorité sur les territoires à risque important d'inondation (TRI).

Sur la base du diagnostic de l'EPRI et d'une concertation avec les parties prenantes du bassin, 31 TRI en Rhône-Méditerranée ont été sélectionnés par arrêté du préfet coordonnateur de bassin du 12 décembre 2012. Le choix de ces territoires et de leur périmètre s'est appuyé sur la définition d'un bassin de vie exposé aux inondations (de manière directe ou indirecte) au regard de leur impact potentiel sur la santé humaine et l'activité économique, mais aussi d'autres critères tels que la nature et l'intensité des phénomènes ou encore la pression démographique et saisonnière.

Le TRI de Grenoble/Voiron a été retenu au regard des débordements de cours d'eau considérés comme prépondérants sur le territoire. La qualification de ce territoire en TRI implique l'élaboration d'une ou plusieurs stratégies locales de gestion des risques d'inondation qui déclinent les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engageant l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement.

Pour la définition de cette stratégie, le TRI constitue le périmètre de mesure des effets et éclaire les choix à faire et à partager sur les priorités. La cartographie des surfaces inondables et des risques apporte un approfondissement de la connaissance en ce sens pour 3 scénarii :

- les événements fréquents (d'une période de retour entre 10 et 30 ans) ;
- les événements d'occurrence moyenne (généralement d'une période de retour comprise entre 100 et 300 ans) ;
- les événements exceptionnels (d'une période de retour de l'ordre de la millénale).

Objectifs de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

En dehors de l'objectif principal, décrit plus haut, de quantification des enjeux situés dans les TRI pour différents scénarii d'inondation, ces cartes des surfaces inondables et des risques d'inondation visent à enrichir le porter à connaissance de l'État dans le domaine des inondations et à contribuer à la sensibilisation du public.

À l'instar des atlas de zones inondables (AZI), les cartes contribueront à la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme et l'application du droit des sols par l'État et les collectivités territoriales, selon des modalités à adapter à la précision des cartes et au contexte local, et ceci surtout en l'absence de PPRi ou d'autres documents de référence à portée juridique.

Par ailleurs, le scénario « extrême » apporte des éléments de connaissance ayant principalement vocation à être utilisés pour préparer la gestion de crise.

Les cartes « directive inondation » n'ont pas vocation à se substituer aux cartes d'aléa des PPRi (lorsqu'elles existent sur les TRI) dont les fonctions et la signification ne sont pas les mêmes.

Contenu de la cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation

La cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondation du TRI est constitué d'un jeu de plusieurs types de cartes :

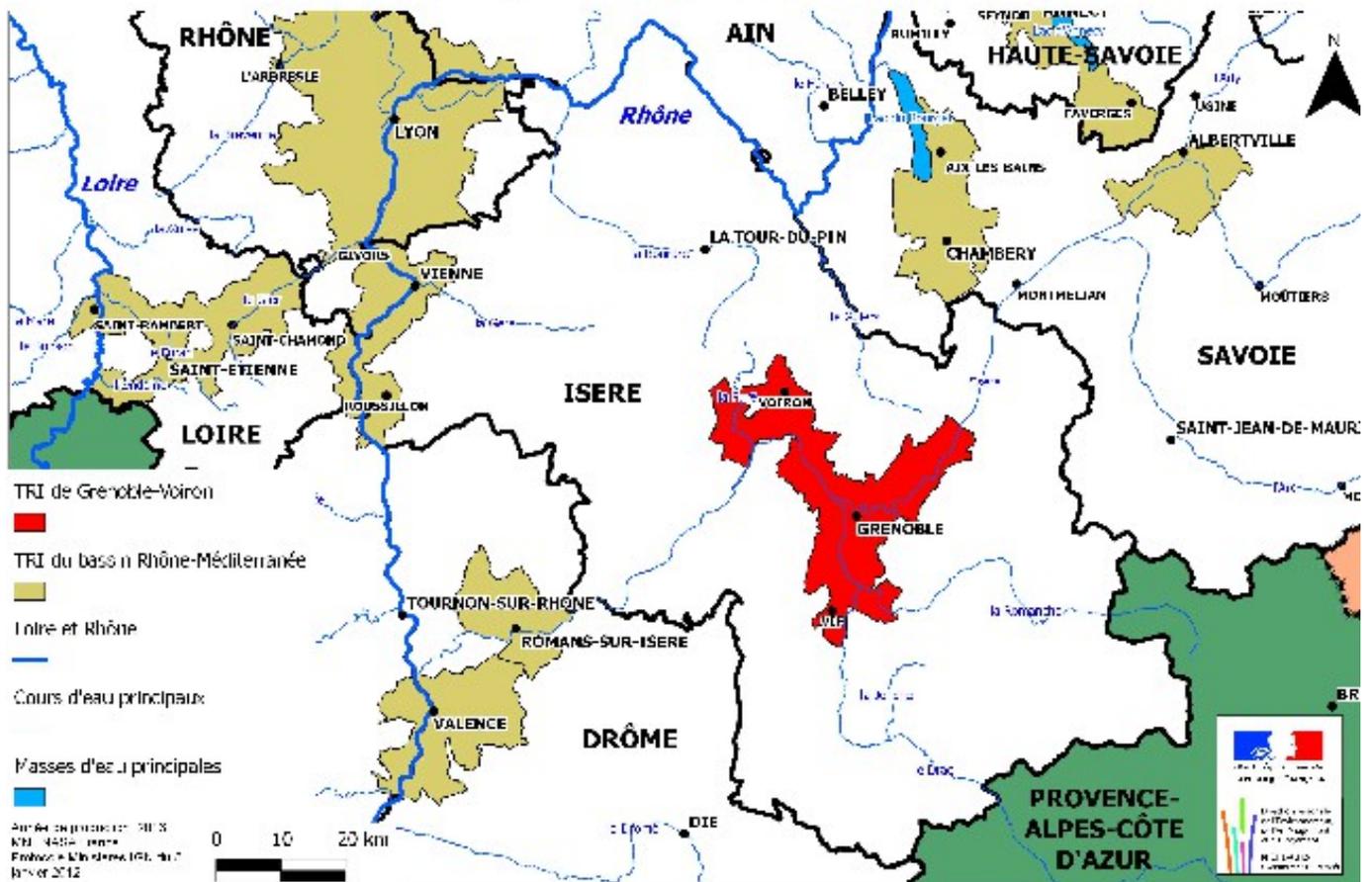
- Des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau.
Elles représentent l'extension des inondations, les classes de hauteurs d'eau, et le cas échéant les vitesses d'écoulement. Selon les configurations et l'état des connaissances propre à chaque cours d'eau, certains cours d'eau du TRI sont cartographiés de manière séparée.
- Des cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarii pour les débordements de cours d'eau.
Elles représentent uniquement l'extension des inondations synthétisant sur une même carte les débordements des différents cours d'eau selon les 3 scénarii.
- Des cartes des risques d'inondation
Elles représentent la superposition des cartes de synthèse avec les enjeux présents dans les surfaces inondables (bâti ; activités économiques ; installations polluantes ; établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise).
- Des tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

Le présent rapport a pour objectif de rappeler les principaux éléments de caractérisation du TRI de Grenoble/Voiron (2), d'explicitier les méthodes utilisées pour cartographier les surfaces inondables (3) et la carte des risques d'inondation (4). Ce rapport est accompagné d'un atlas cartographique qui présente le jeu des différents types de carte au 1/25 000^e.

2 - Présentation générale du TRI

Le TRI de Grenoble/Voiron est situé dans la partie centre-est du département de l'Isère. C'est un TRI au relief marqué par son caractère montagneux avec des altitudes comprises entre 200 m (dans le fond des vallées de l'Isère et du Drac) et 1500 m, point culminant de la commune de Saint-Ismier sur les contreforts du massif de la Chartreuse. Une grande majorité du territoire du TRI se situe à plus de 1000 m d'altitude (Figure 1).

Situation du TRI de Grenoble-Voiron



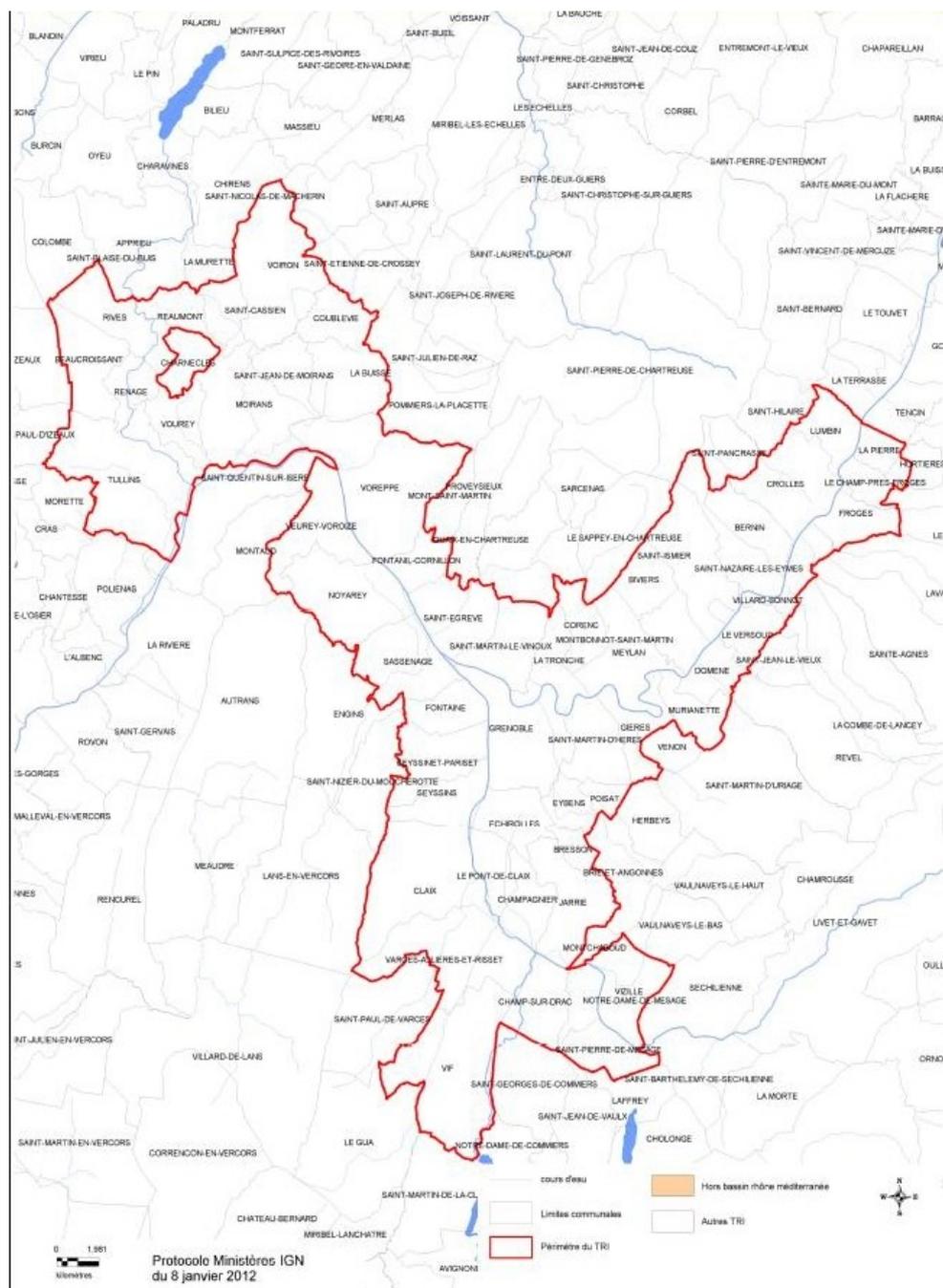
Du fait de l'éloignement relatif des surfaces maritimes et de l'omniprésence de la montagne (Alpes mais aussi Massif Central), le climat isérois est qualifié de continental sous influence montagnarde, influence d'autant plus décisive selon que l'on approche ou que l'on entre dans le relief. Les contrastes sont accusés entre un hiver froid et un été chaud. Ce climat se caractérise par une pluviométrie qui s'échelonne de 1000 à plus de 1500 mm par an. Les vallées, plutôt encaissées, sont les secteurs les plus secs car elles bénéficient de la protection des reliefs environnants.

Des pics de précipitations se dessinent nettement au printemps et à l'automne. La période estivale, en particulier le mois de juillet, est traditionnellement plus sèche. Ces valeurs moyennes masquent toutefois les précipitations importantes qui peuvent être observées lors d'épisodes pluvieux prolongés, ou qui peuvent s'abattre sur des périodes de temps très courtes. Les précipitations sont également moins fortes en hiver. Durant cette saison, une partie s'abat sous forme de neige. Le manteau neigeux atteint régulièrement plusieurs décimètres d'épaisseurs sur les hauteurs qui surplombent le secteur d'étude et peut persister durant toute la période hivernale.

L'altitude jouant un rôle prépondérant sur l'hydrologie des cours d'eau, le fonctionnement hydrologique global du TRI peut être schématiquement divisé en trois secteurs: Drac, Isère-amont et Isère-aval.

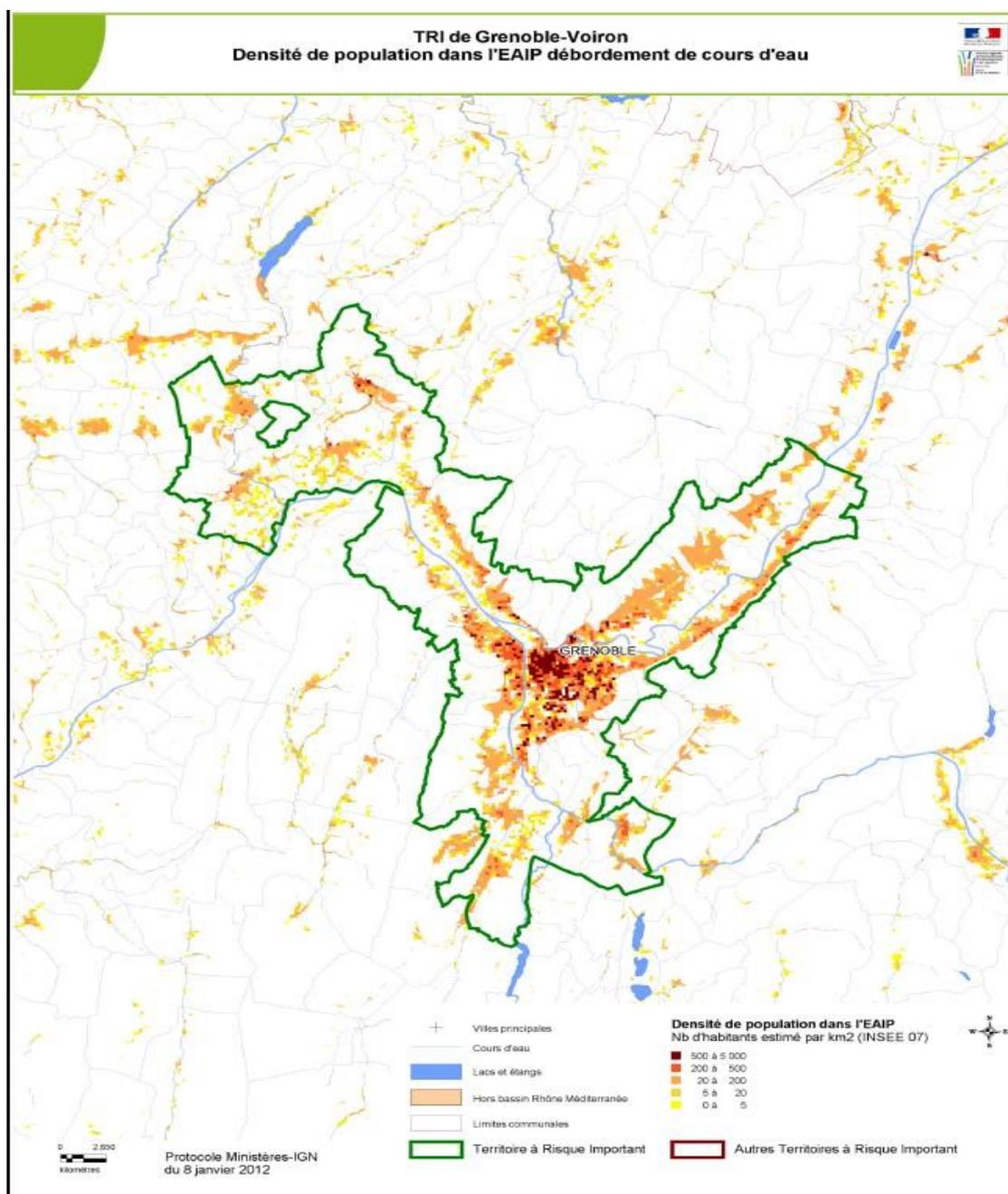
2.1 Caractérisation du TRI de Grenoble-Voiron

Le territoire du TRI de Grenoble-Voiron est constitué de 50 communes, fortement urbanisé dans les fonds de vallées (agglomération grenobloise, Voironnais et Grésivaudan). Il est traversé par l'Isère, qui conflue avec un de ses affluents majeurs au niveau de Grenoble, le Drac (lui-même ayant conflué avec la Romanche en amont) puis avec la Fure et la Morge en aval de Grenoble.



Population permanente (nb d'habitants)	Population saisonnière (nb d'habitants)	Taux de population saisonniers
527 626	25 322	0,05

Le TRI de Grenoble/Voiron constituant un pôle économique majeur en termes de haute technologie et de première importance au regard de l'industrie traditionnelle, la croissance économique soutenue de ce territoire nécessite donc des besoins d'espace grandissants pour l'activité comme pour le logement. Ainsi, il s'étend fortement dans le Grésivaudan et le Voironnais. Territoire contraint géographiquement par un relief marqué, déjà fortement urbanisé, l'évolution de la population est plus soutenue dans les secteurs périphériques et tend à une consommation de l'espace en vallée et sur les piémonts. De plus, le secteur de l'Isère- amont est marqué par une importante activité touristique liée à la montagne et fait l'objet d'une forte pression saisonnière.



En 2011, l'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation réalisée à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée a permis de déterminer l'Enveloppe Approchée de Inondations Potentielles (EAIP) : il s'agit de l'emprise maximale des inondations provoquées par les débordements de tous les cours d'eau du bassin.

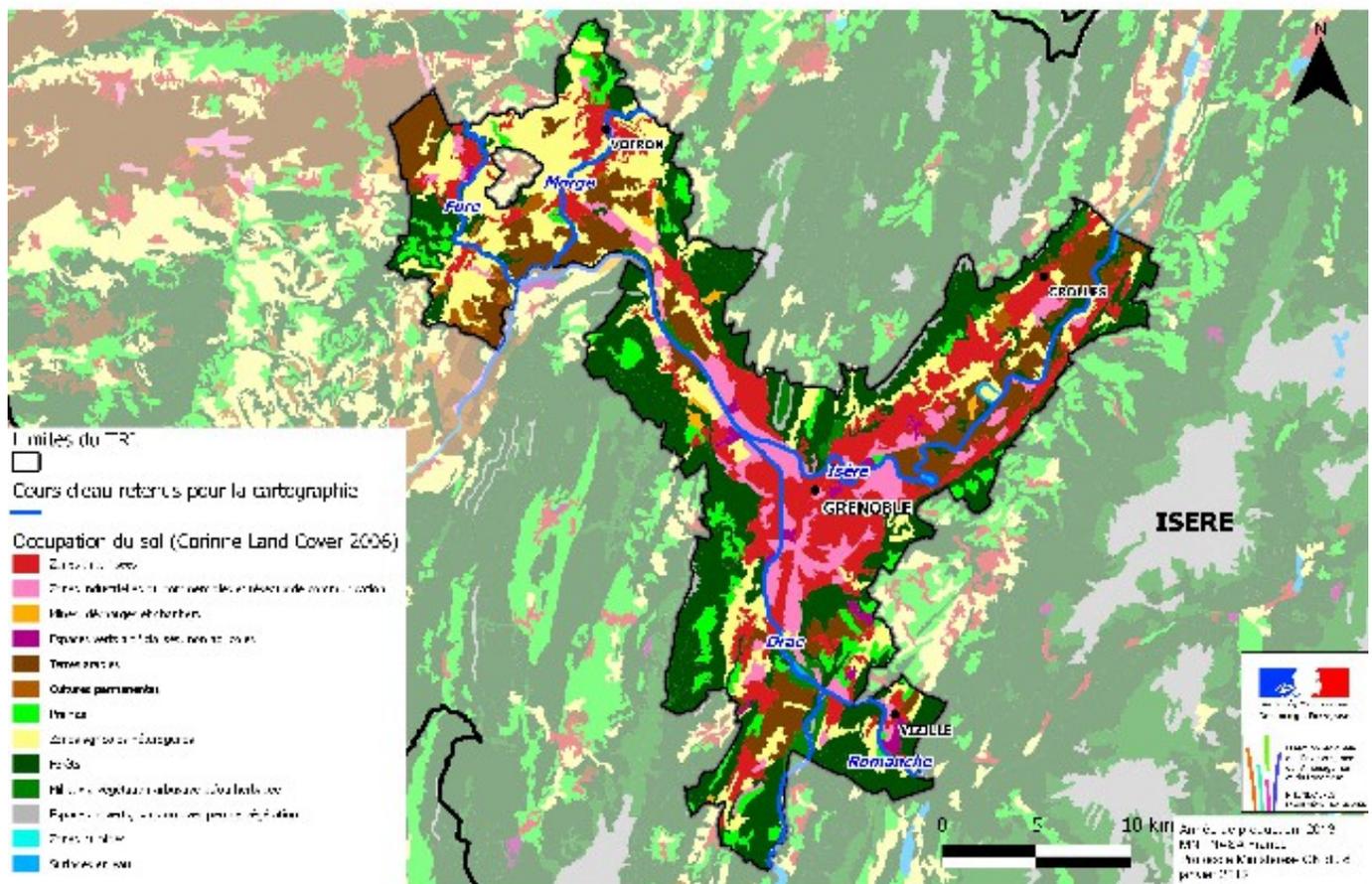
Types de phénomènes	Population permanente en EAIP (nb d'habitants)	Part de la population permanente en EAIP	Emprise de l'habitat de plain-pieds en EAIP (en m²)
« Débordements de cours d'eau »	450 080	85,5 %	1 917 927

Plus de 80% de la population permanente réside dans l'Enveloppe Approchée de Inondations Potentielles (EAIP). La croissance démographique du territoire est très forte et se traduit par une forte urbanisation des fonds de vallée et un phénomène de diffusion urbaine dans les communes rurales. Les secteurs du TRI les plus dynamiques marqués par une forte pression démographique sont les vallées de l'Isère-amont et du Drac dans sa confluence grenobloise. La densité du bâti sur le territoire mais également l'importante emprise de l'habitat de plein-pied, situé, de plus, en fond de vallée, rendent ce territoire vulnérable aux débordements des cours d'eau concernés.

Types de phénomènes	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (en m²)
« Débordements de cours d'eau »	221 357	82,9 %	21 013 616

Près de 83% des emplois sont impactés par l'Enveloppe Approchée de Inondations Potentielles (EAIP) Cela démontre l'extrême vulnérabilité de ce pôle économique majeur de haute technologie. De plus, la croissance économique soutenue de ce territoire nécessite donc des besoins d'espace grandissants pour l'activité comme pour le logement. Ainsi, les emplois impactés concernent non seulement l'agglomération grenobloise mais aussi les bassins de vie du Grésivaudan et du Voironnais qui voient leurs besoins d'espace grandissants en terme d'activité et de logement .

Occupation du sol du TRI de Grenoble-Voiron en 2006



2.2 Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Sur ce TRI, les débordements sur l'Isère, le Drac, la Romanche et la Fure ont été identifiés comme phénomènes prépondérants.

L'Isère est caractérisé par des crues semi-rapides et des crues rapides sur ses affluents voire torrentielles sur certains cours d'eau. Ces crues sont parfois influencées par une fonte rapide du manteau neigeux.

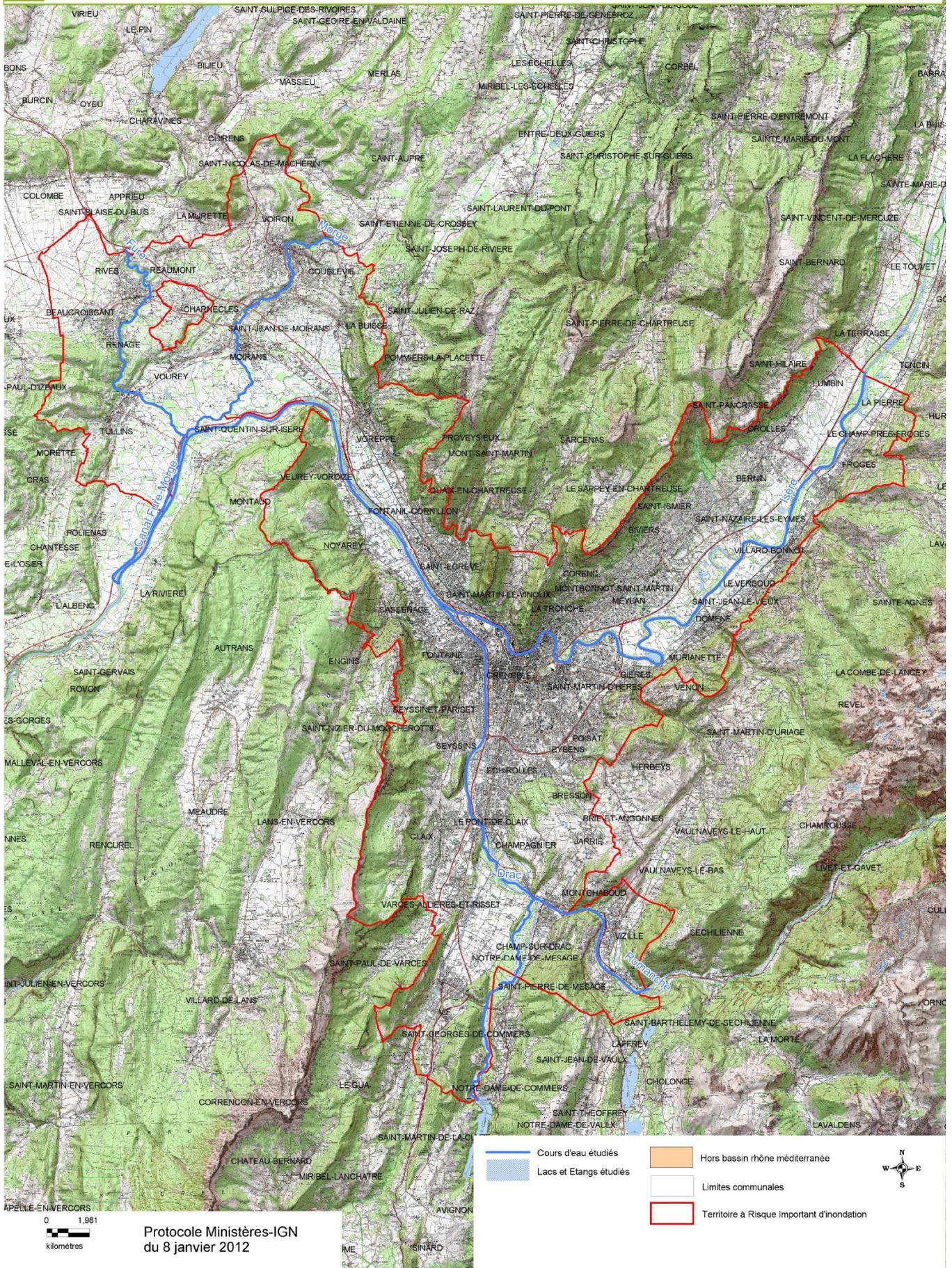
Les plus récentes crues recensées sur le TRI de Grenoble-Voiron sont:

- pour l'Isère: février 1990, mai 1999, mars 2001, mai 2010
- pour la Morge: décembre 1991
- torrents du massif de Belledonne: août 2005
- Drac : 1993
- Romanche : 1955, 1968, 2008

Les crues de grande ampleur ayant touché le territoire ont été recensées en novembre 1859 pour l'Isère et en juin 1897 pour la Morge.

En ce qui concerne la Morge, compte-tenu des calendriers européens imposant une approbation de cette cartographie pour le 22/12/2013, l'état de connaissance des phénomènes d'inondation sur son bassin-versant doit être mis à jour et ne permet pas d'en établir une cartographie crédible dans les délais. L'étude des inondations au sein du bassin-versant de la Morge devra faire l'objet d'un axe spécifique d'amélioration de la connaissance dans le cadre de la stratégie locale de gestion des risques (SLGRI).

TRI de Grenoble - Voiron
Cours d'eau étudiés pour la cartographie



2.3 Association des parties prenantes :

Le principal acteur de ce TRI en matière de gestion de l'eau est le Syndicat Mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI). Il a été créé par arrêté préfectoral le 26 mars 2004 et possède le statut d'EPTB. Il est la structure pilote du PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) Isère-amont, initié le 20/09/2004, sur l'ensemble des communes de la vallée du Grésivaudan entre Pontcharra et Grenoble. Ce projet concerne 29 communes, soit près de 300 000 habitants.

Le SYMBHI est également maître d'ouvrage des travaux de confortement et de création de digues en aval de Séchilienne et en traversée de Vizille sur la Romanche. Les aménagements intègrent aussi la parade hydraulique de court terme liée au risque des Ruines de Séchilienne.

Le SYMBHI, en possession d'un MNT partiel sur l'Isère et sur la Romanche, a bien voulu partager cette topographie. La METRO (Communauté d'Agglomération de Grenoble-Alpes-Métropole) et l'ADIDR (Association Départementale Isère Drac Romanche) ont également apporté les compléments nécessaires à cette géodésie.

De même, les modèles hydrauliques propriétés du SYMBHI et de l'ADIDR ont été mis à disposition des bureaux d'études chargés de l'élaboration de la cartographie.

Les études des cartographies ont été réalisées en grande partie par des bureaux d'études spécialisés choisis après mise en concurrence. Ces études se sont déroulées durant le premier semestre 2013. Ces prestations étaient phasées ; chaque étape était présentée en COTEC en présence des représentants de l'Etat, maître d'ouvrage, et des « parties prenantes » du cours d'eau concerné.

Les "parties prenantes" associées à la réflexion sont les suivantes:

La Communauté d'Agglomération de Grenoble-Alpes-Métropole (La METRO)

La Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais

La Communauté de Communes de Bièvre Est

La Communauté de Communes du Pays du Grésivaudan (CCPG)

La Communauté de Communes du Sud Grenoblois (CCSG)

L'Établissement public du SCOT de la Région Urbaine de Grenoble

Le SYMBHI

La CLE Drac-amont

La CLE Drac-Romanche

Le Syndicat Intercommunal de la Gresse et du Drac aval

Le Syndicat Intercommunal de la Fure

Le Conseil Général de l'Isère

La Chambre de Commerce et d'Industrie de l'Isère

La Chambre d'Agriculture de l'Isère

Le SIMA- Syndicat intercommunal de la Morge et de ses affluents

L'ADIDR- Association départementale Isère Drac Romanche

Le SIDPC – Préfecture de l'Isère

Le SDIS de l'Isère

Le Service départemental RTM Isère

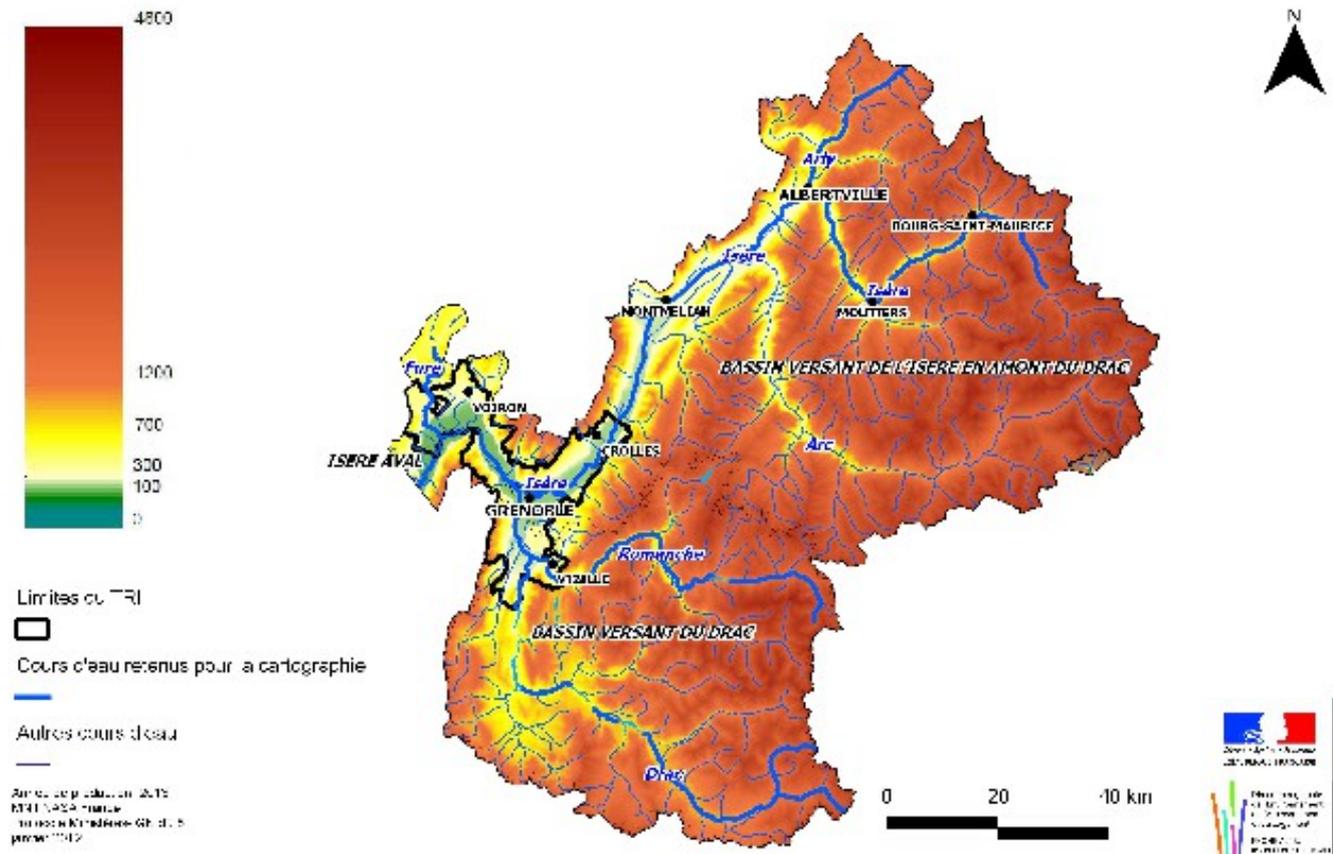
La DDT de l'Isère

3 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

3.1 - Débordement des cours d'eau

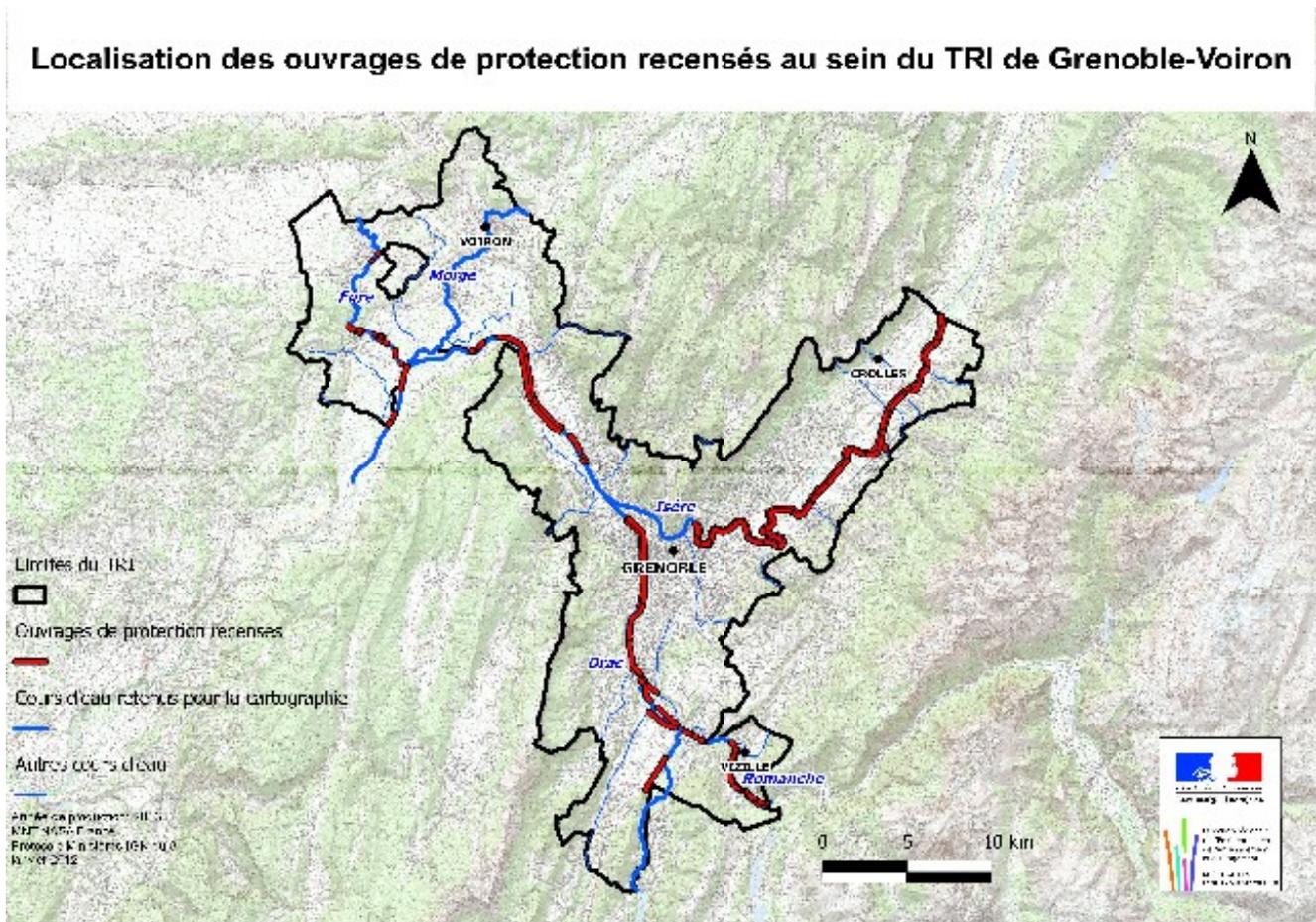
Les cours d'eau ont été étudiés séparément par tronçons homogènes : Isère amont, Isère aval, Drac, Romanche et Fure. L'échelle de validité des cartes est le 1/25 000°.

Localisation du TRI de Grenoble-Voiron au sein du bassin versant de l'Isère



Depuis sa source à 2990 m d'altitude à la frontière italienne dans les Alpes jusqu'à sa confluence avec le Rhône entre Tournon et Valence, l'Isère parcourt 290 km. Elle s'écoule à la manière d'un torrent dans la vallée de la Tarentaise, passe par Bourg- Saint-Maurice et Moutiers où elle reçoit les eaux du Doron, se grossit de l' Arly, et s'introduit dans le Sillon Alpin avant de recueillir l'Arc dans la Combe de Savoie. Au-delà de la vallée du Grésivaudan, elle reçoit le Drac dans l'agglomération grenobloise, puis la Fure après Voiron.

Ouvrages pris en compte



Le territoire du TRI de Grenoble/Voiron est fortement influencé par la présence d’ouvrages hydrauliques en amont de la poche d’enjeux. L’Agglomération grenobloise est fortement endiguée. Cet endiguement a commencé il y a plus de 150 ans pour s’achever dans les années 70 .

Depuis le début des endiguements, les crues de l’Isère ont créé des dégâts dans les digues, conduisant parfois à leur rupture et à l’inondation des plaines voisines .

Sur l’Isère, en amont de Domène le risque de rupture de digue commence généralement dès les crues de période de retour de 30 ans et devient fort ou très fort pour les crues supérieures à la crue de période de retour 50 ans. En aval de Domène, le risque de rupture de digue commence à être important dès la crue de période de retour de 10 ans.

Deux types d’aménagements ont façonnés le lit de l’Isère en aval de Grenoble : il s’agit de son endiguement et de la réalisation de seuils. Sur quasiment la totalité du linéaire entre Grenoble et Saint-Gervais, l’Isère est endigué. Sa divagation est par conséquent devenue quasi impossible. L’emprise du lit mineur est donc bien connue et quasi fixe. La largeur du lit est homogène sur tout le linéaire (entre 150 et 200 m de large) ;

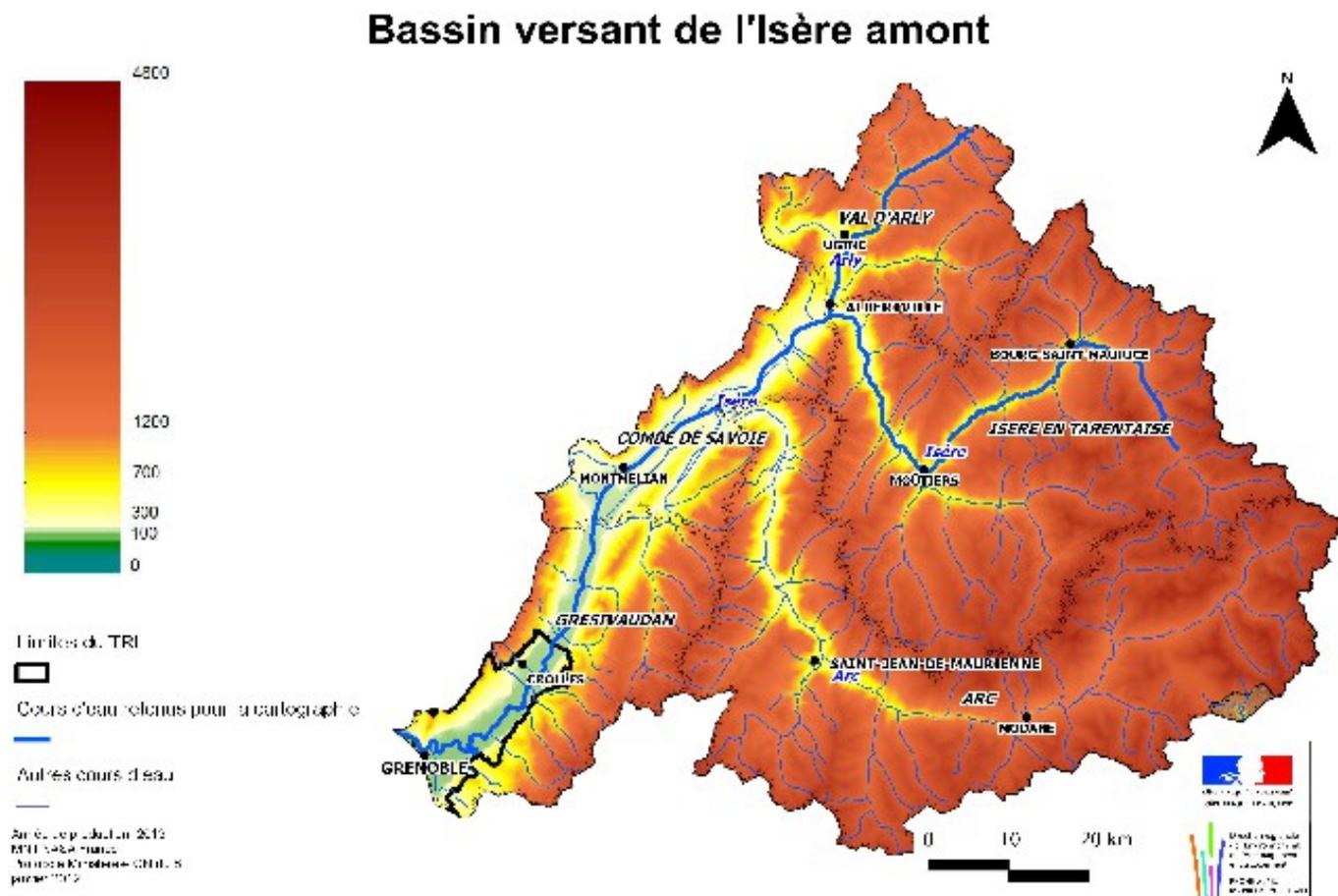
L'Isère a été le siège de nombreuses extractions historiques, qui ont conduit à l'abaissement généralisé de son lit, entre Grenoble et Saint-Gervais, tout au long de ce siècle.

Dans le secteur Romanche aval, sur la presque totalité de son linéaire, la Romanche est endiguée. Sa divagation n'est possible que localement, notamment dans le secteur de l'Île Falcon sur la commune de Saint-Barthélemy de Séchilienne. L'emprise du lit mineur est donc bien connue et quasi fixe.

Le Drac est endigué sur tout son linéaire depuis le pont de la Rivoire en amont tant en rive gauche qu'en rive droite. La largeur du lit endigué est comprise entre 1,3 kilomètres environ de l'amont à plus de 100 mètres environ dans le traversée de Grenoble.

Les digues de la Fure « Mère » et canaux doivent faire l'objet d'un classement réglementaire.

3.1.1 - L'Isère amont



Principales caractéristiques des phénomènes:

L'Isère prend sa source dans la haute vallée de la Tarentaise, au pied du « Glacier des Sources de l'Isère », à une altitude voisine de 2300 m.

Entre les massifs de la Chartreuse et de Belledonne, la rivière Isère parcourt la vallée du Grésivaudan, suivant un axe N-E/S-O, sur un linéaire d'un peu plus de 50 kms. Elle traverse ensuite Grenoble par le nord, repoussée contre l'extrémité du Mont Rachais par l'énorme talweg formé par le cône de déjection du Drac. La sinuosité moyenne en amont de Brignoud devient plus marquée en aval de Domène.

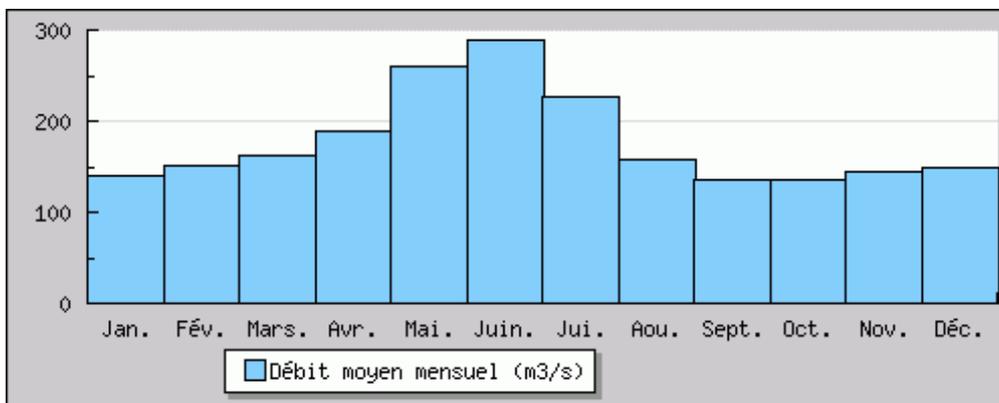
Le cône du Drac impose une condition aval morpho dynamique haute à la rivière qui se traduit nettement sur son profil en long : de pente relativement régulière voisine de 1.1‰ en amont de Brignoud, celle-ci décroît progressivement pour atteindre environ 0.5‰ en aval de Domène.

L'Isère est régulièrement franchie par des ouvrages routiers reliant entre elles les plaines adjacentes au lit. Le plus souvent ils permettent de connecter les villes et villages situés en bordure de la plaine alluviale, contre les massifs de la Chartreuse et de Belledonne. Notons également la présence de deux seuils fluviaux situés à La Buissonnière et à Goncelin, et du rejet du bassin EDF au Cheylas. Suivant l'axe Grenoble- Chambéry, la plaine de l'Isère est longée sur sa rive droite par l'autoroute A41 et en rive gauche par la voie ferrée. Ces axes de communication sont généralement en remblais sur la plaine et constituent dans certains secteurs un obstacle aux inondations, sans avoir été conçus pour servir de protection hydraulique.

Depuis le début du XX^e siècle, l'expansion de l'urbanisation, les grands aménagements, l'évolution du lit mineur ont profondément modifié les conditions d'écoulement de l'Isère et le risque d'inondation de l'agglomération grenobloise. Dans le cadre de la loi de 1930, l'Etat décide de réaliser de nouveaux travaux lourds sur les digues. Par un décret de 1936, il crée l'Association Départementale Isère Drac Romanche à qui il confie l'entretien des ouvrages de protection.

Le lit de l'Isère continue de réagir suite au déséquilibre qu'il a subi : rétrécissement dû à l'endiguement , prélèvement des matériaux dans le département mais aussi en Savoie, influence des barrages réservoirs en Savoie, coupure de la boucle du Bois Français, influence des seuils sur son cours. Ainsi le réajustement de sa pente se traduit par un basculement du lit autour d'un point situé entre le pont de Tencin et le pont de Brignoud : incision du lit en amont, et dépôt massif de matériaux en aval. Notons que l'Isère semble depuis la dernière décennie, en relatif équilibre dans la traversée de Grenoble.

L'Isère rencontre des nombreux affluents en rive gauche et droite sur le secteur d'étude. Il s'agit de ruisseaux qui descendent directement des massifs latéraux et des chantournes longitudinales qui drainent les plaines autrefois marécageuses et collectent certains torrents descendant de ces massifs montagneux .



Hydrogramme de la station Bastille à Grenoble

Crues historiques

Grenoble et la région ont gardé la mémoire des grandes crues catastrophiques de l'Isère.

Citons pour les plus importantes (débit de pointe au pont de La Gâche à Pontcharra) :

- novembre 1651, Q=2500 m3/s
- juillet 1673, Q=1900 m3/s
- septembre 1733, Q=2050 m3/s
- décembre 1740, Q=2200 m3/s
- juin 1764, Q=1450 m3/s
- octobre 1778, Q=1900 m3/s
- novembre 1859 : Q=1890m3/s

Date de l'événement	Origine	Secteur touché	Observations
2-3 novembre 1859	<p>Précipitations océaniques peu intenses mais continues sur plusieurs jours.</p> <p>Redoux le 1er novembre, pluies intenses et fonte brutale du manteau neigeux.</p>	Grenoble. Vallée du Grésivaudan, de Pontcharra à Moirans.	<p>Entre le 26 et le 31 octobre 1859, le bassin de l'Isère reçoit des précipitations océaniques peu importantes mais continues sur plusieurs jours. Les 31 octobre et 1er novembre des averses plus intenses associées à un redoux subit (19°C à Grenoble) porté par un vent du sud soutenu entraînent la fonte rapide du manteau neigeux tombé les jours précédents au-dessus de 800 m sur les massifs de Savoie et du Dauphiné (1.50 m d'épaisseur au-dessus de 1500 m.).</p> <p>Dans la nuit du 1er au 2 novembre, l'Isère déborde violemment tout le long de son cours. A l'amont de Grenoble, de nombreuses digues érigées par les riverains sont rompues et emportées. La vallée du Grésivaudan est submergée sur plus de 80 km. L'évacuation des eaux prendra plusieurs jours, voire plusieurs semaines dans les points bas. La ville de Grenoble est inondée à la fois par les débordements directs du lit et par les écoulements provenant de l'amont. Les hauteurs d'eau dans la ville atteignent et dépassent le mètre dans plusieurs quartiers. Plusieurs immeubles situés à proximité de l'Isère s'effondrent. Les fortifications connaissent d'importants affouillements et la plupart des canalisations sont détruites.</p> <p>En aval de Grenoble, toutes les digues sont rompues et la rivière se trace un nouveau lit jusqu'à</p>

			<p>Voreppe. Toutes les digues sont rompues.</p> <p>La forte mobilisation des habitants et de l'armée sur les ouvrages permet d'éviter le pire.</p> <p>Le 2 novembre au soir, le niveau des eaux de l'Isère à Grenoble atteint son maximum : 5.45 m au-dessus de l'étiage. Le débit de pointe de l'Isère est estimé à 800 m³/s à l'amont de la confluence avec l'Arc, 1890 m³/s au pont de la Gâche à Pontcharra (pour une hauteur de 4.70 m) et 1800 m³/s à Grenoble.</p> <p>Cet évènement restera la crue de référence sur l'Isère (période de retour estimée à 200 ans). De lourdes dépenses sont engagées au cours des années 1860, notamment en Combe de Savoie, en Grésivaudan et au passage de Grenoble pour consolider, aligner ou exhausser les digues.</p>
22 septembre 1968	Fortes précipitations	Isère amont	Crue d'occurrence decennale, une brèche se forme en amont de Grenoble
22 mars 2001			<p>Crue très rapide d'occurrence décennale.</p> <p>Des érosions par renard sont apparues en amont de Grenoble.</p>
31 mai 2010			Crue de temps de retour décennal

Le régime hydrologique de l'Isère à Grenoble peut se décomposer en trois périodes :

- la période de basses eaux, en hiver (janvier et février) et en été (mi-juillet à mi-septembre),
- la période des crues de printemps (mars, avril, mai, juin),
- la période des crues d'automne (essentiellement octobre et novembre).

Les deux périodes de crue (crues de printemps et d'automne) apparaissent très clairement dans l'observation des crues historiques. Il est également très intéressant de noter les deux points suivants:

La période d'occurrence la plus probable des crues très fortes ou exceptionnelles (supérieures à la crue trentennale) se situe en automne (octobre et novembre). Ces crues sont provoquées par une perturbation océanique (provenance Ouest ou Sud Ouest), qui peuvent générer des pluies généralisées sur l'ensemble du bassin. C'est typiquement ce qui s'est passé pour la crue des 2 ou 3 novembre 1859 . On peut également citer novembre 1651, octobre 1778, novembre 1882, octobre 1928, etc. Bien entendu, il est également possible qu'une crue plus faible se produise à cette période (par exemple la crue décennale d'octobre 2000).

Les périodes d'occurrence des crues faibles ou moyennes (jusqu'à la fréquence trentennale) se situent en

automne et au printemps. Les crues de printemps sont en général provoquées par une perturbation orientée Sud Est (phénomène de la Lombarde), qui peut se superposer et/ou provoquer la fonte de tout ou partie du manteau neigeux. Il faut noter que, si ce phénomène de Lombarde peut générer des crues exceptionnelles sur le haut bassin (notamment sur l'Arc), il ne génère pas de crue exceptionnelle sur la totalité du bassin de l'Isère. La crue de juin 1948 (période de retour 10 à 20 ans) était une crue de ce type. On peut également citer mai 1999, mars 2001.

La dernière grande crue quantifiable qui sert aujourd'hui de référence est celle des 2 et 3 novembre 1859. Les dégâts ont été importants dans la ville comme dans la vallée : infrastructures mais aussi habitations, récoltes et marchandises ont souffert de la présence ou de la violence des eaux (Q = 1890 m³/s).

Cartographie des événements :

Études et méthodes mobilisées

Hydrologie

L'hydrologie utilisée pour l'étude des 3 événements est celle faisant référence auprès des organismes compétents, elle est issue des études SOGREAH de 1971(1) pour l'Isère et de 1991(2), complétée en 2007 (3) pour les affluents.

Les débits de pointe ainsi que les périodes de retour considérées pour les affluents sont résumés dans le tableau ci après :

Période de retour de la crue de l'Isère	Débit (m ³ /s) au pont de la Gache à Pontcharra	Période de retour de la crue des principaux affluents
1000 ans	2 800	100 ans
200 ans	1890	20 ans
50 ans	1365	10 ans

(1) " Etude de rentabilité économique des travaux de protection contre les crues dans l'agglomération Grenobloise "Rapport n° 10 729 - avril 1971 pour le compte de la DDE 38.

(2) " Zones inondées par l'Isère entre Pontcharra et Grenoble " Rapport n° 6 0331 R5 – mai 1991 pour le compte de la DDE 38.

(3) " Elaboration de la phase AVP du Projet Intégré Isère amont - Etude hydrologique des affluents de l'Isère " - Oct. 2007 Rapport 4.12.0681 R2-RT1 pour le compte du SYMBHI

Modèle hydraulique :

Le modèle utilisé pour les simulations des crues correspondant aux 3 événements est le modèle mathématique de simulation des écoulements développé par SOGREAH (CARIMA -Calculs de Rivières Maillées- type 1D à casiers), qui a été complètement actualisé en 2004 et représente le lit ainsi que la plaine inondable de l'Isère entre la limite interdépartementale Savoie-Isère en amont, et le seuil de Pique Pierre en aval de Grenoble.

Il a également été utilisé pour la conception hydraulique des aménagements du schéma d'aménagement de l'Isère en amont de Grenoble.

Ce modèle a fait l'objet d'une extension au niveau de la plaine inondable pour l'étude de la crue millénaire (événement extrême).

La source des données utilisées pour la cartographie des différents scénarios diffèrent en fonction des données existantes :

Événement intermédiaire:

Les crues correspondant à un événement fréquent n'ayant pas été modélisé, il a été décidé de cartographier un scénario intermédiaire puisque qu'une crue cinquantennale avait été étudiée. Cette crue a servi de référence pour afficher l'état actuel des zones inondables dans l'avant projet de 2007 pour le projet d'aménagement Isère Amont porté par le SYMBHI.

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies du scénario intermédiaire sont le résultat des modélisations réalisées pour l'étude "L'Isère entre Pontcharra et Grenoble – Etude des brèches – Cartographie des zones inondables", réalisée en 2004 par SOGREAH sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de l'Isère (4). Ces résultats ont également été utilisés pour les études préalables au PPRI.

(4) Rapport 4.11.0563

Modélisation hydraulique

Les niveaux d'eau représentés dans la cartographie des hauteurs d'eau sont issus d'une synthèse des plusieurs simulations avec prise en compte du niveau d'eau maximum calculé en chaque point de calcul : calcul sans brèches, simulation de brèches par surverse et calculs indépendants pour les brèches par renard hydraulique. Ces calculs sont décrits dans l'étude d'inondabilité de novembre 2004 citée ci-dessus et dans l'étude préalable au PPRI : « L'Isère en amont de Grenoble – Documents préalables au PPRI » réalisée en novembre 2004 pour le compte de la DDE 38 (5) .

La localisation des brèches ainsi que les modes de rupture ont été déterminés en 2004 par les différents partenaires, Conseil Général de l'Isère, l'Association Départementale Isère, Drac, Romanche et la Direction Départementale de l'Équipement de l'Isère.

(5) Rapport 4.11.0542

Événement moyen :

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies du scénario moyen sont issues du PPRI Isère Amont approuvé en juillet 2007. Pour une cohérence parfaite entre le PPRI et les cartes directive inondation, il a été décidé de cartographier les aléas du PPRI pour ce scénario, les cartes de hauteurs d'eau n'ayant pas été fournies dans le PPRI. La crue de l'Isère considérée dans le PPRI est la crue bicentennale (type novembre 1859), pour laquelle, le débit de pointe au pont de la Gâche atteint 1890 m³/s. Pour ce type d'événement de crue, les affluents sont considérés en crue de 20 ans.

Cette crue bicentennale a été simulée avec prise en compte des brèches dans les digues de l'Isère selon la

même méthode, décrite ci-dessus, que pour la crue cinquantennale.

Notons que pour les crues débordantes le stockage des eaux débordées dans les plaines inondées induit l'écrêtement du débit de pointe dans la traversée de Grenoble. Ainsi, si on considère qu'aucune brèche dans les digues de l'Isère ne se produit, le débit de pointe résultant de l'écrêtement en crue bicentennale est de 1480 m³/s à Grenoble (1890m³/s à Pontcharra). En considérant les brèches étudiées, le débit de pointe à Grenoble est voisin de 1380 m³/s.

Signalons l'existence de zones situées hors aléa des études hydrauliques mais présentant des risques de remontée de nappe phréatique ou de refoulement par les réseaux. Ces zones n'ont pas été intégrées aux cartographies de la directive inondation, qui représente le phénomène de débordement des cours d'eau, mais font l'objet d'une traduction en zonage réglementaire dans le PPRI. Elles sont cartographiées pour mémoire et correspondent au périmètre de la crue historique de 1859 (c.f. annexe III – cartes complémentaires)

Evènement extrême :

La caractérisation de l'aléa inondation correspondant au scénario extrême a fait l'objet d'une étude spécifique pour répondre au besoin de cartographie de la directive inondation. Ainsi une étude a été confiée à Artélia en 2013 pour étudier la crue millénale de l'Isère sur sa partie amont.

Conditions de prise en compte des ouvrages de protection :

Afin de respecter la circulaire directive inondation qui demande de ne pas prendre en compte l'effet des ouvrages de protection, différents tests ont été menés sur un secteur particulier du champ d'inondation (secteur homogène et indépendant en terme d'inondation) afin de déterminer la façon de considérer « l'effacement » des ouvrages. Trois scénarios ont été étudiés :

- Dignes résistant à la surverse : on effectue une projection à l'horizontale de la ligne d'eau hors du lit mineur jusqu'à la limite de la zone inondable sous ce niveau.
- Effacement total : les digues et remblais sont purement et simplement arasés.
- Brèche : on simule l'apparition d'une brèche après que la surverse soit intervenue.

A l'issue de cette phase, il a été décidé de simuler la création d'une brèche par casier d'inondation, brèche située a priori le plus à l'amont du casier considéré. La situation de la brèche doit correspondre à l'endroit le plus défavorable en matière de différence de niveau entre digue et terrain naturel (TN). Elle correspond également à un nœud préexistant du modèle numérique. Leur emplacement a fait l'objet d'une validation par la DDT 38 sur la base de l'analyse conduite par Artélia.

Chaque brèche est indépendante des autres et il a été réalisé autant de simulations que de brèches. Au final, 14 brèches ont été simulées sur les 16 casiers d'inondation présents sur le TRI,

Modélisation hydraulique :

Afin de tenir compte des possibilités de débordement sur la ville de Grenoble, le modèle numérique d'écoulement a été complété. Cette extension a été effectuée de façon à représenter l'ensemble des zones inondées pour la crue millénale.

Des points de calcul de type casier ont été ajoutés sur l'ensemble de la zone susceptible d'être inondée, sur les communes de Saint-Martin d'Hères et Grenoble.

Elle a consisté tout d’abord à ajouter des points au Sud de l’avenue Gabriel Péri à St-Martin d’Hères et de définir les échanges par surverse sur les lignes de points hauts séparant le lit majeur Nord du lit majeur Sud (au Sud de l’avenue).

L’analyse de la topographie a permis de déterminer trois « tubes de courant » parallèles qui assurent un écoulement depuis l’amont jusque vers le centre de Grenoble. Ces points sont alimentés par des liaisons de type fluvial correspondant aux rues existant entre les casiers.

Les résultats ont été exploités en déterminant, en chaque point de calcul du modèle, la valeur maximale du niveau ainsi que la valeur maximale de la vitesse. Les valeurs affichées correspondent aux valeurs maximales obtenues pour l’ensemble des scénarios (sans et avec brèches).

Le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé est issu des études antérieures (limité à la rocade au droit de St Martin d’Hères) complété pour les besoins de l’étude par des données fournies par la METRO, la ville de Grenoble et celle de St Martin d’hères.

● **Événement intermédiaire:**

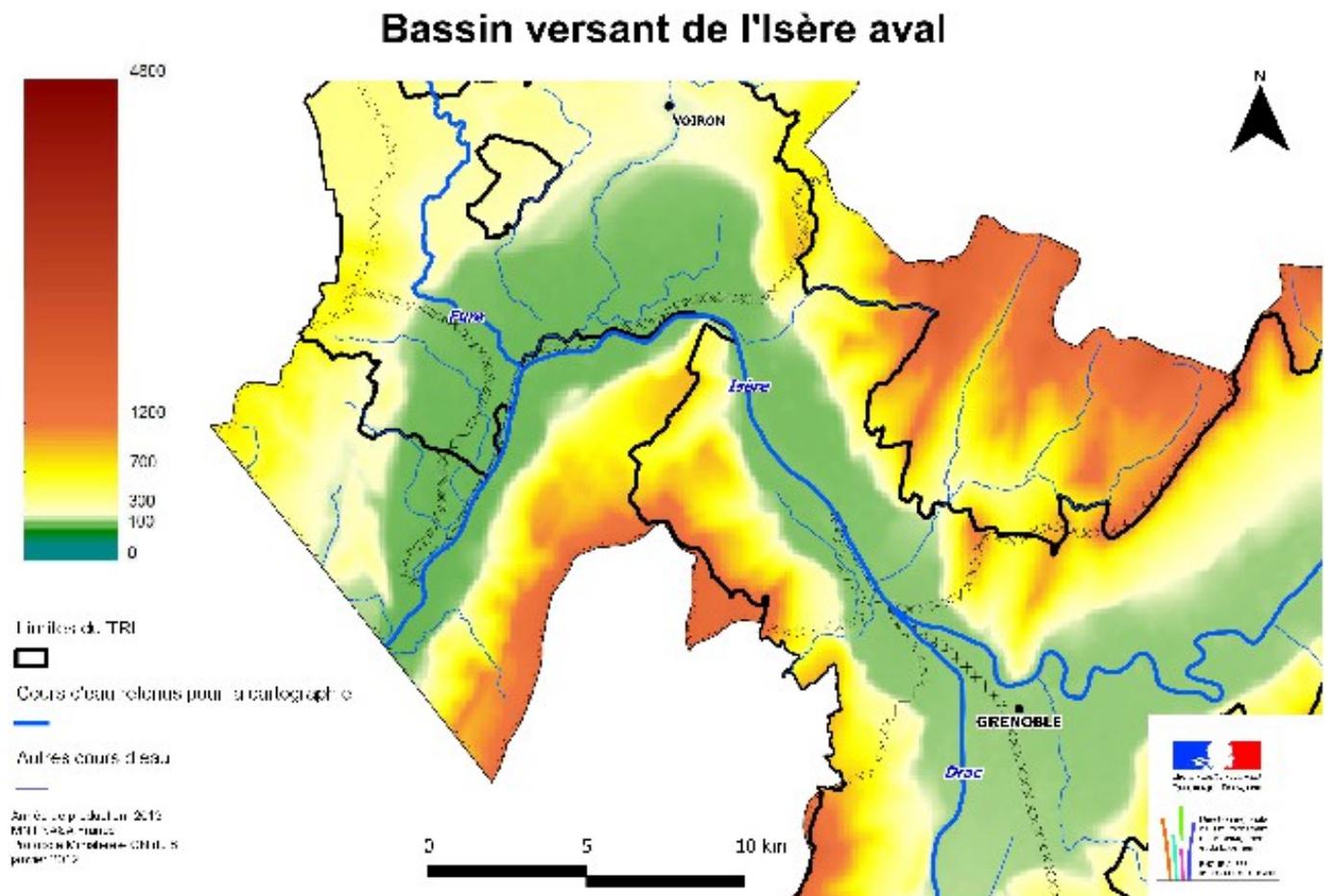
Scénario retenu	Q50
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits issus de l’hydrologie de référence (étude 1971)
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et par renard hydraulique
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau issues de l’étude d’inondabilité de 2004

● **Événement moyen :**

Scénario retenu	Q200
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits issus de l’hydrologie de référence (étude 1971) correspondant aux hypothèses du PPRI
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et par renard hydraulique (hypothèses PPRI)
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Aléas du PPRI

- Événement extrême :

Scénario retenu	Q1000
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits issus de l'hydrologie de référence (étude 1971)
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et par renard hydraulique
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau calculées par étude spécifique 2013



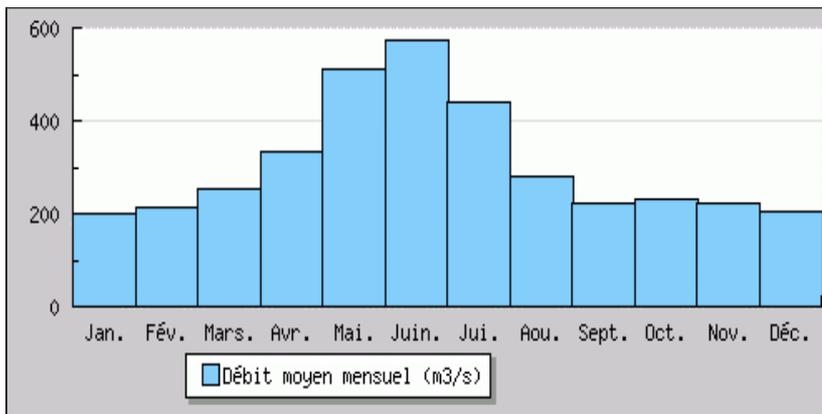
3.1.2 - L'Isère aval

En aval de Grenoble, l'Isère bénéficie de l'apport d'un affluent majeur qu'est le Drac, lui-même ayant été grossi un peu à l'amont par les hauts de la Romanche. En outre, une quinzaine de ruisseaux et canaux constituent les affluents de l'Isère entre Grenoble et Saint-Gervais ;

A Saint-Gervais, le bassin versant de l'Isère est de 9910 km² ;

En aval de Grenoble, l'Isère coule d'abord en direction du Nord-Ouest, entre les montagnes du Vercors et de la Chartreuse, puis après l'Echaillon, le cours s'infléchit d'abord vers l'Ouest, puis le Sud-Ouest en longeant les contreforts du Vercors. En amont, la plaine a une largeur moyenne de 2 km, elle s'élargit entre Moirans et Tullins, pour se resserrer à nouveau et disparaître après Saint-Gervais, où l'Isère s'enfonce dans une gorge.

Principales caractéristiques des phénomènes :



Crués historiques

Les crués de l’Isère en aval de Grenoble ont plusieurs origines :

- crués à l’aval du confluent Drac-Isère

Des pluies intenses sur le massif du Vercors et la Bas Dauphiné peuvent engendrer des montées d’eau importantes à l’aval de Grenoble : 1^{er} août 1851 et 26 septembre 1842

- crués concomitantes de l’Isère et du Drac

Crués d’été d’origine orageuses, où Drac et Isère subissent une crue moyenne , engendrant des débits importants à la confluence : mai 1878, août 1888 et juillet 1914

- crués d’origine océanique, influence prépondérante de l’Isère

Le Drac est en décrue lorsque arrive la pointe de crue de l’Isère : novembre 1859 et octobre 1928

- crués méditerranéennes « simples »

conduisant à une montée des eaux du Drac seulement avec un faible apport simultané de l’Isère : novembre 1843, novembre 1886, septembre 1928 et juin 1955

- crués méditerranéennes « générales »

Pluies méditerranéennes provoquant une crue dite exceptionnelle sur le Drac, associées à des précipitations océaniques sur les Alpes du Nord provoquant une montée des eaux importantes de l’Isère : 31 mai 1856 et 22 octobre 1928

Date de l’événement	Origine	Secteur touché	Observations
31 mai 1856	Précipitations méditerranéennes et océaniques	Isère Aval	Dégats importants en raison des apports du Drac en crue : digues du Fontanil, de Voreppe, de Moirans et de Tullins rompues en plusieurs endroits. Habitations envahies par l’eau. Route entre Grenoble et Valence coupée.

2 novembre 1859	<p>Précipitations océaniques continues sur plusieurs jours et redoux</p> <p>Redoux le 1er novembre, pluies intenses et fonte brutale du manteau neigeux.</p>	Grenoble. Vallée du Grésivaudan, de Pontcharra à Moirans.	<p>Crue décrite ci dessus (bassin versant Isère Amont)</p> <p>En aval de Grenoble, toutes les digues sont rompues et la rivière se trace un nouveau lit jusqu'à Voreppe. Toutes les digues sont rompues.</p>
23 juillet 1914	Précipitations orageuses	Isère Aval	Brèche de 200m dans la digue en face du Fontanil, un immense lac (3km de large et 6km de long) s'étend entre Veurey et le Chevallon
21 octobre 1928	Précipitations océaniques	Isère Aval	Rupture de digue à Veurey
19-20 juin 1948	Fortes précipitations entre le 10 et le 20 juin	Isère Aval	<p>Crue estimée d'occurrence vingtennale. La ville de Grenoble n'est pas touchée par les inondations, en revanche la plaine aval est fortement touchée : Cinq brèches se forment sur les digues de Voreppe, Moirans, St Quentin et sur la digue du Palluel.</p> <p>Toute la plaine est inondée de Voreppe à St Gervais en rive droite, sur plusieurs mètres par endroits (la ligne de chemin de fer Grenoble Valence est submergée sur plusieurs kilomètres sur Moirans)</p>
1971		Isère aval	Crue endommageant la commune de Veurey

Cartographie des événements :

Études et méthodes mobilisées :

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies des scénarios fréquent et moyen sont le résultat des modélisations réalisées pour « l'étude d'inondabilité de la vallée du Grésivaudan », réalisée en 2001 par SOGREAH sous maîtrise d'ouvrage ADIDR et DDE38 (6). Ces résultats ont également été utilisés pour le PPRI Isère Aval approuvé en août 2007.

(6) Rapport 55.0517 R1

Hydrologie

Les scénarios hydrologiques, faisant référence dans les études antérieures, et utilisés pour la cartographie des deux scénarios fréquent et moyen sont résumés dans le tableau ci après :

Isère à Poncharra	Drac à Fontaine	Affluents	Isère à Saint Gervais	
Période de retour (an)			Débits (m ³ /s)	Période de retour (an)
200	500	20	3300	200
50	15	10	2200	30

Notons toutefois que la crue de référence bi-centennale à Saint Gervais résulte d'une crue bien supérieure à l'amont, si on tient compte de l'écrêtement réalisé dans la plaine en aval de Moirans.

Les apports des affluents ont été intégrés dans la modélisation hydraulique selon les scénarios hydrologiques ci-dessus.

Modélisation hydraulique

Le modèle mathématique utilisé a été mis au point par SOGREAH pour l'étude d'inondabilité de 2001 citée ci-dessus. De type monodimensionnel maillé (1D à casier), il est basé sur le système CARIMA. Le modèle couvre le secteur compris entre le pont de Pique Pierre à Grenoble et le pont de St Gervais.

Précisions spécifiques à chacun des scénarios :

Événement fréquent

La cartographie des hauteurs d'eau affiche les niveaux maximum atteints lors de la modélisation selon le scénario hydrologique ci-dessus pour une crue trentennale à St Gervais. Des surverses se produisent en aval en rive droite, dès l'aval du TRI entre les communes de Tullins et de St Quentin.

Pour la crue trentennale et hors rupture de digues, l'inondation de la plaine en rive droite en amont de la RD45, n'est pas due aux débordements de l'Isère, mais aux apports de la Morge et de la Fure qui ne parviennent pas à s'écouler dans le canal Fure-Morge sous le niveau aval imposé par l'Isère.

Événement moyen

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies du scénario moyen sont celles utilisées pour le PPRI qui affiche la cartographie du risque inondation de la rivière Isère avec le débit de la crue de référence bi-centennale (crue de référence de 1859) et 3 cas de rupture de digues distinctes (brèches par renard ou par surverse).

La cartographie des hauteurs d'eau résulte de la compilation des niveaux d'eau maxima obtenus en chaque point du modèle numérique pour quatre simulations : absence de brèche, 3 brèches indépendantes.

Signalons l'existence de zones situées hors aléa des études hydrauliques, qui n'ont pas été intégrées aux cartographies de la directive inondation qui représente le phénomène de débordement de cours d'eau, mais qui font l'objet d'une traduction en zonage réglementaire dans le PPRI. Il s'agit des périmètres de crues historiques (crue de référence de 1859, crue de 1948 due à des ruptures de digues) ainsi que des zones présentant des risques de remontée de nappe phréatique ou de refoulement par les réseaux (c.f. annexe III – cartes complémentaires)

● **Événement fréquent :**

Scénario retenu	Q30
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Scénario hydrologique faisant référence (étude 2001)
Prise en compte des ouvrages de protection	Ouvrages considérés comme résistants conformément à la circulaire ministérielle
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude de 2001

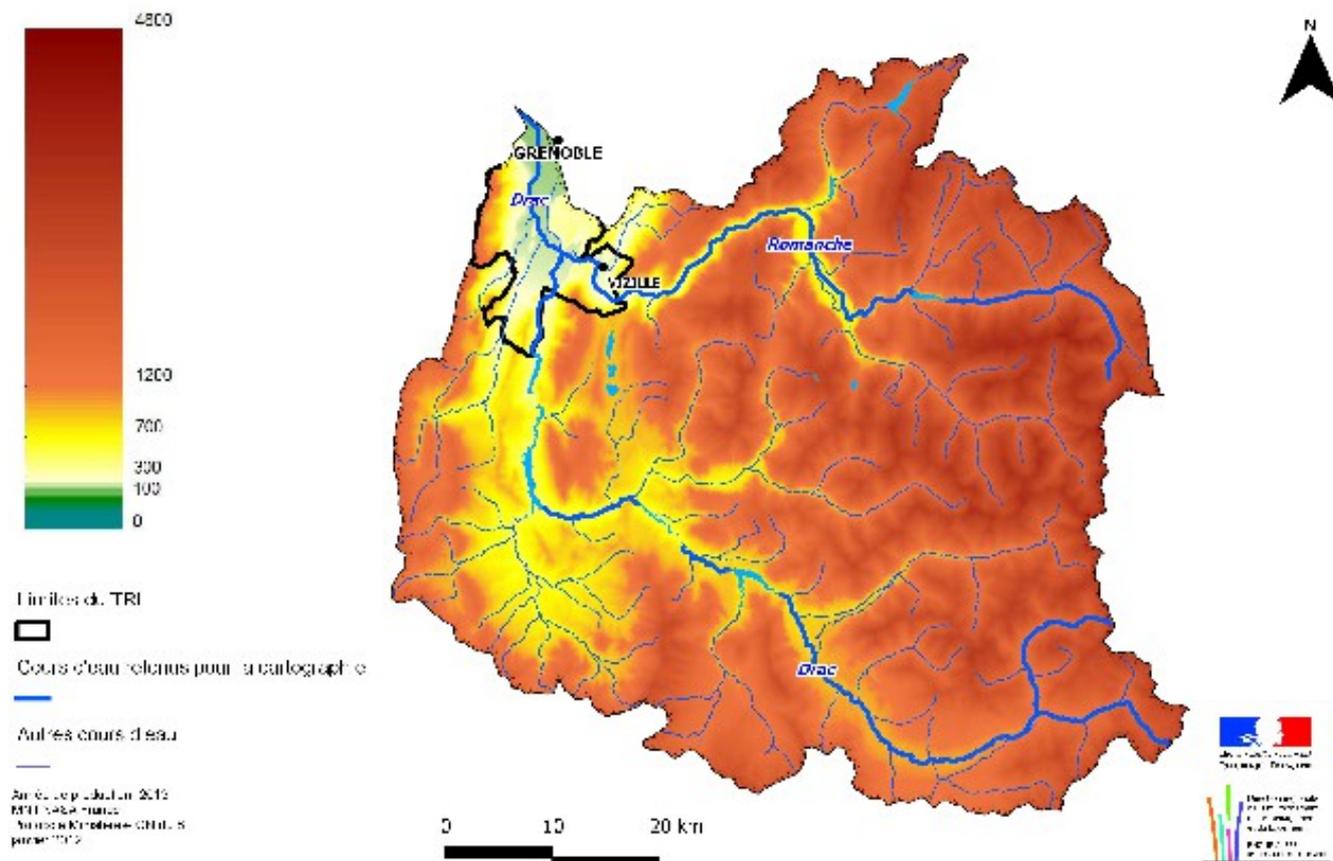
● **Événement moyen :**

Scénario retenu	Q200
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Scénario hydrologique faisant référence (étude 2001)
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et par renard hydraulique (hypothèses PPRI)
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude de 2001

- Événement extrême :

Scénario retenu	Q1000
Modèle utilisé	CARTINO PC
Données utilisées	BD TOPO, SHYREG
Prise en compte des ouvrages de protection	
Incertitudes et limites	la précision du MNT utilisé est plutôt faible pour une exploitation hydraulique. Compte tenu des délais impartis, le résultat donne toutefois un ordre de grandeur de l'emprise de la crue
Mode de représentation retenu pour la cartographie	hauteurs d'eau d'après les résultats de la modélisation Cartino

Bassin versant du Drac et de la Romanche



Le Drac est un affluent rive gauche de l'Isère. D'une longueur de 130 km, il prend sa source dans le Champsaur (département des Hautes Alpes) et rejoint la vallée de l'Isère à Grenoble selon un axe S/N. La superficie de son bassin versant est importante : 3550 km². En amont du TRI, dans sa partie iséroise, le Drac coule en fond de vallée étroite et ne traverse aucune zone urbanisée.

C'est un torrent dont le cours est parsemé d'aménagements hydroélectriques exploités par EDF, il s'agit des quatre grands barrages suivants : Le Sautet, Saint-Pierre-Cognet, Monteynard-Avignonet, Notre-Dame-de-Commiers.

Les principaux affluents du Drac sont La Séveraise à Saint-Firmin, la Souloise au lac du Sautet, la Bonne au sud de La Mure, l'Ébron dans le lac de Monteynard-Avignonet, la Romanche à Champ-sur-Drac et la Gresse à Varcès.

La Romanche est un torrent long de 78 kilomètres qui prend sa source dans le massif des Ecrins au pied du Pic de la Chamoissière., Axe de liaison entre Grenoble et Briançon par le col du Lautaret, la vallée est surtout un couloir de pénétration dans le massif de l'Oisans. Si la fréquentation humaine du coeur du massif est toujours restée faible, les moyennes et basses vallées ont, elles, toujours représenté des enjeux économiques : agricole, dans la plaine de Bourg d'Oisans, et industriel dans la basse vallée.

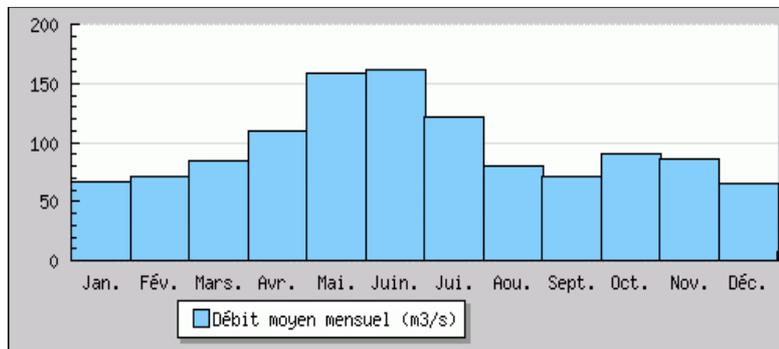
Le bassin versant total de la Romanche a une superficie d'environ 1200 km². Ses deux principaux affluents sont le Vénéon, et L'Eau d'Olle et elle conflue avec le Drac à Champ-sur-Drac. Il s'agit d'une rivière dont le lit naturel est préservé dans le massif des Ecrins mais relativement artificiel dans sa partie inférieure. Son cours est barré plusieurs fois (barrage du Chambon au niveau des limites communales de

Mizoën/Mont-de-Lans/Freney, de Saint Guillermes à la limite communale Auris/Bourg d'Oisans et d'une succession de barrages-seuils entre Champeau et Séchilienne – dont certains en projet de démantèlement), tout comme celui d'un de ses affluents, l'Eau d'Olle (barrage du Verney à Allemond, Grand Maison), puis se trouve endigué pour permettre, dans un premier temps l'agriculture, et en aval l'urbanisation (plaine du Bourg d'Oisans, Vizille).

3.1.3 - le Drac

Principales caractéristiques des phénomènes :

- Banque Hydro :



L'hydrologie de la basse vallée du Drac a été fortement modifiée, pour les débits communs, par la construction des retenues EDF dans les années 60. Le débit n'a plus rien de naturel, et, à l'exception des grandes crues, il est totalement contrôlé par EDF. En outre, en aval du Saut-du-Moine, les prélèvements effectués dans le canal EDF alimentant la centrale de Pont-de-Claix perturbent là encore le débit naturel. La rivière présente un régime nivo-pluvial : régime nival vers les sources, régime pluvial dans le cours moyen et inférieur.

La figure ci-dessus permet très nettement de distinguer deux maxima naturels annuels (l'un très prononcé sur les mois d'Avril, Mai et Juin et l'autre plus modéré au mois de Novembre) qui caractérise parfaitement un régime de type nivo-pluvial. Par ailleurs, les débits d'étiage étaient observés plus spécialement au mois d'Août Septembre et au mois de Janvier. Le premier pic de printemps résulte de la fonte des neiges tandis que le deuxième résulte des précipitations automnales.

Caractéristiques du réseau hydrographique

Le lit du Drac peut être décomposé en trois secteurs distincts :

- Du seuil de la Rivoire à la confluence avec la Romanche, le Drac traverse la plaine dite « de Reymure ». Sur ce tronçon d'environ 5600 m, le Drac est pour l'essentiel contraint entre des digues lui laissant de 380 à 1250 m de largeur de divagation.

Le canal EDF en rive droite constitue un obstacle majeur à la divagation.

- De la confluence avec la Romanche au pont de la RN75 à Claix, son lit est également endigué mais de façon plus étroite :

Environ 200 m au droit du barrage du Saut du Moine, à l'amont (aval immédiat de la confluence) 500 m au plus large, à 1,5 km du barrage puis il se rétrécit progressivement pour se terminer par un goulot rocheux très étroit au droit de Claix (< 50m).

- Du seuil rocheux prolongeant le goulet rocheux jusqu'à la confluence avec l'Isère, l'endiguement est plus régulier avec une largeur d'environ 150 m en moyenne, ne dépassant pas les 200 m.

Crues historiques du Drac

Les crues historiques sont des grandes crues dont la vallée du Drac a gardé la mémoire et dont divers auteurs ont donné les caractéristiques. Citons M. Champion « Les inondations en France depuis le 6ème siècle – 1862 », M. Pilot « Recherche sur les inondations à Grenoble » – 1857, M. Parde – Nombreuses publications au début du 20ème siècle.

Les estimations sont sommaires mais permettent de hiérarchiser les crues et d'en apprécier leur occurrence au cours du temps.

Notons que n'est pas listée la séquence des trois crues remarquables signalées entre 1733 et 1740 car aucune approximation de leur débit n'a été menée. Cependant Denis Coeur indique dans son livre - La plaine de Grenoble face aux inondations – paru en 2008 : « ces deux années (1733 et 1740) connaissent chacune une crue exceptionnelle du Drac, avec sans doute pour la première, l'événement le plus important sur le torrent au cours des 500 dernières années ». Il indique également : « le long du Drac, les crues de novembre 1843 et mai 1856 sont à l'origine des deux dernières très grandes inondations dans le plaine de Grenoble, celle de 1843 étant considérée comme la plus considérable des 250 dernières années. E. Gueymard la situe même avant celle de 1733 ». Il est donc probable que les crues de 1733 et 1740 soient des crues aussi exceptionnelles que celles de 1843 et 1856.

Des vieux registres tenus par les services de l'Etat apportent également de la connaissance des crues historiques du Drac. On peut citer notamment les crues des années (sources AlpeGéorisques – extrait du « Schéma de remise en eau pour la sécurisation active et la gestion des milieux-phase 1-CLE Drac Romanche-juin 2007 ») :

- 1474 ou 1475 ;

- 1646 ;

- 23 juillet 1914 : Barrage servant à capter les eaux pour la force électrique emporté. Il s'agit probablement de l'ancien barrage de la Rivoire qui, selon les élus, a été emporté au cours de la première partie du XXème siècle ;

- 1940, 1955, 1960 : Pour ces 3 crues, la plaine en aval de la Rivoire a été inondée. Un débit de 1500m³/s a été estimé au seuil de la Rivoire en 1955. La rivière en crue a affouillé l'ancienne conduite forcée EDF qui fait office de digue en rive droite. L'eau est passée sous la conduite et a inondé la plaine le long de la RD63a vers Champ sur Drac.

Depuis 1964 et la construction du barrage, les crues du Drac sont moins fréquentes.

- Octobre 1993 : La crue d'Octobre 1993 reste la plus forte crue survenue depuis la mise en service des barrages EDF de Monteynard et de Notre Dame de Commiers. Le débit lâché à Notre Dame de Commiers a dépassé 400 m³/s pendant plus de 16 heures avec une pointe à 524 m³/s. Le débit de pointe est de 614 m³/s si l'on cumule les 90 m³/s turbines à la Centrale de St Georges. La crue a arraché au lit amont, très

boise, des quantités importantes de bois, mais qui reste encore en faible proportion par rapport à l'ensemble de la végétation. A la Rivoire, l'écoulement s'est partagé entre la rive gauche dans le lit mineur, et la rive droite en empruntant le plan d'eau. A la fin de la crue, le lit correspondant au débit réservé s'est modifié en rétablissant son tracé par la passe déversant en rive droite du seuil. Sur le seuil de la Rivoire, quelques enrochements ont été emportés. Entre Saint Georges et Champ II, l'ancienne conduite forcée de Champ I, protégée par des épis en enrochement, a été affouillée pendant la crue.

Cartographie des événements :

Avertissement: pour le Drac, l'existence de zones situées hors aléa des études hydrauliques mais présentant des risques de remontée de nappe ou correspondant au périmètre de la crue historique de 1859, n'a pas été intégrée aux cartographies de la directive inondation qui représente le phénomène de débordement de cours d'eau, mais fait l'objet d'une traduction en zonage réglementaire dans le PPR multirisques.

Études et méthodes mobilisées (si points communs aux 3 événements)

La caractérisation de l'aléa inondation correspondant aux scénarios fréquent et moyen a fait l'objet d'une étude spécifique pour répondre au besoin de cartographie de la directive inondation. Cette étude a été confiée à Artélia en 2013 pour étudier les crues trentennale et centennale du Drac.

Hydrologie :

L'hydrologie utilisée est celle faisant référence auprès des organismes compétents, elle est issue d'une étude réalisée par SOGREAH en 1976 « Etude des écoulements du Drac – Mars 1976 N° R12 226 pour le compte du syndicat Drac-Isère ». Basée essentiellement sur les crues historiques, elle a été menée pour étudier le périmètre inondable de l'agglomération grenobloise..

Un ajustement statistique a été réalisé et représenté selon la loi de Gumbel.

Les crues caractéristiques et les débits du Drac aval sont extraits de cet ajustement :

Débits de pointe des crues du Drac dans la traversée de Grenoble	
Période de retour de la crue (ans)	Débits (m ³ /s)
1000	2660
500	2400
100	1800
50	1550
10	1000

Les débits en amont du pont de Claix sont diminués de 26 à 45 m³/s pour tenir compte des apports des affluents aval (Lavanchon et Boutonnière). En effet, ceux-ci n'ont pas de crue concomitante avec celles du Drac, en raison d'une superficie de bassin versant très différente.

Dans le cadre de l'étude menée en 2013, le débit de la crue trentennale a été déterminé en utilisant la méthode SPEED mise au point par Artélia qui exploite la théorie du gradex.

La méthode SPEED (Système Probabiliste d'Etude par Evènements Discrets) est fondée d'une part sur une analyse particulière et régionale des pluies et, d'autre part, sur la relation probabiliste mise en évidence entre pluie et débit de crue

Cette analyse confirme donc les valeurs utilisées jusqu'à présent. L'incertitude sur la détermination des débits de fortes périodes de retour est estimée à 20 %.

Les débits caractéristiques ainsi déterminés et considérés pour l'étude sont résumés ci-après :

Lieu	Q30 (m3/s)	Q100 (m3/s)
Aval de la confluence avec la Romanche	1293	1690
Pont de Claix (aval Gresse)	1343	1755
Fontaine (aval Lavanchon et Bouttonnière)	1380	1800

A noter que ces valeurs induisent une période de retour constante sur tout le parcours du Drac modélisé. Il en découle que les apports intermédiaires correspondent à des valeurs sans lien avec la période de retour de la crue du Drac.

En particulier, l'étude conduite pour le SYMBHI antérieurement a démontré qu'il n'y a pas de concomitance entre les crues du Drac et celles de la Romanche.

Modèle hydraulique :

ARTELIA (ex SOGREAH) a réalisé en novembre 1999 l'« étude d'inondabilité du Drac et de la Romanche – n° 55 0438 » pour le compte de l'Association Départementale Isère Drac Romanche. Le modèle correspondant a été utilisé à plusieurs reprises et, en dernier lieu, pour le compte de la DDT de l'Isère afin d'effectuer une expertise de l'état des îlots et de la végétalisation dans le domaine public fluvial du Drac (« Le Drac entre Pont de Claix et Grenoble – Juin 2012 n° 8 41 0055 »).

Ce modèle numérique est de type monodimensionnel maillé (par endroits). Il a été réalisé à l'aide du logiciel CARIMA, développé par Artelia et permettant la résolution des équations complètes de Barré de Saint-Venant. Le présent modèle est maillé afin de représenter les écoulements sur le secteur amont du Drac où le lit est composé de plusieurs bras ainsi que sur la commune de Claix pour y représenter l'inondation par débordement.

Ce modèle a été utilisé pour la modélisation des scénarios fréquent et moyen.

Topographie :

Le modèle est basé sur la bathymétrie du lit levée entre 1995 et 1999 (Cabinet Deniau et SETAT) et la topographie de la plaine levée en 1988 par le cabinet Rollin.

Il a été complété par les levés de profils en travers effectués en 2012 pour le compte de la DDT38. Ceux-ci, au nombre de 13 sur l'Espace Comboire et de 10 entre le pont de Catane et le pont du Drac.

Le modèle numérique initial a fait l'objet d'un réglage en 1999 lors de l'étude déjà citée. Ce réglage a été effectué grâce aux niveaux enregistrés lors de la crue d'octobre 1993 (25 laisses de crues nivelées) dont le débit était de 780 m3/s (soit une crue d'ordre quinquennal). Le modèle utilisé était construit à partir de

profils en travers datant de 1993.

Pour le calcul des surfaces inondables et des hauteurs d'eau, le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé a été réalisé à partir des plans disponibles pour l'étude : plans topographiques fournis par la METRO, la ville de Grenoble et celle de St-Martin d'Hères.

Prise en compte des digues :

La méthodologie suivante, qui définit deux cas, a été mise en œuvre afin de prendre en compte la défaillance des digues préconisée par la circulaire ministérielle :

- non prise en compte des digues et cartographie au-delà des digues en considérant le niveau en lit mineur ;
- hypothèse de brèche et analyse des écoulements derrière la brèche.

Les niveaux d'écoulement pour les deux crues ont donc été déterminés et ont été comparés aux niveaux des digues ainsi qu'au niveau du terrain naturel derrière les digues de façon à estimer le risque de brèche. En cas de surverse, une brèche est systématiquement considérée. Sinon, le rapport épaisseur de digue/charge est analysé. S'il est inférieur à 20, une brèche par renard est considérée. Dans le cas contraire, il est appliqué une projection horizontale du niveau d'écoulement en lit mineur.

Précisions spécifiques à chacun des scénarios :

● Événement fréquent :

La modélisation de la crue trentennale a montré que cette crue n'était pas débordante, elle n'a donc pas été cartographiée.

Aucune donnée n'existe relativement aux hydrogrammes de crue au droit des différents barrages EDF. La question de l'amortissement des crues fréquentes par les barrages EDF reste donc difficile voire impossible à traiter. Par ailleurs, les barrages n'ont a priori pas ce rôle, ayant été construits strictement à des fins de production hydroélectrique. Ainsi, il a été décidé de ne pas prendre en compte le rôle d'écrêtement des barrages pour la crue fréquente.

Cette décision est confortée par ailleurs la position d'EDF qui indique que les retenues n'écrètent que les crues dont la période de retour est inférieure à 20 ans. Pour les crues supérieures, les retenues sont transparentes.

La ligne d'eau de la crue trentennale n'induit pas de risque de rupture de digue, étant située sous le niveau des terrains naturels en arrière des digues.

Evénement moyen :

Les choix effectués secteur par secteur et rive par rive, en matière de prise en compte des digues ont conduit à retenir 2 brèches, une sur chacune des rives (rive gauche au niveau de Claix et rive droite au niveau du CENG) auxquelles s'ajoutent 2 brèches déjà localisées et modélisées dans le cadre des études de danger menées pour le compte de l'ADIDR et situées en aval dans le secteur du rondeau à l'Isère. Enfin, 4 secteurs ont été identifiés où, conformément à la méthodologie décrite ci-dessus, une

projection à l'horizontale de la ligne d'eau en lit mineur a été appliquée.

Des données topographiques complémentaires obtenues auprès des services techniques des communes concernées et de la Métro ont permis de préciser les risques en certains endroits.

Dans le cadre des études de dangers, les simulations ont été réalisées pour une crue cinq-centennale. La modélisation 2D a été utilisée en l'exploitant avec une crue centennale du Drac.

Scénario retenu	Q100
Modèle utilisé	Modèle CARIMA ARTELIA (ex SOGREAH)et modélisation 2D des EDD
Données utilisées	Hydrologie faisant référence (étude 1976) confortée en 2013
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et projection de ligne d'eau à l'horizontale
incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau issues de l'étude Artélia 2013

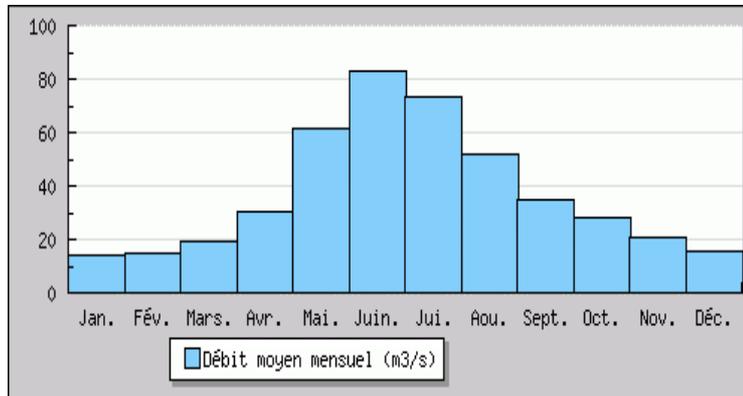
● **Événement extrême :**

Scénario retenu	Crue millénale (Q1000)
Modèle utilisé	CARTINO PC
Données utilisées	Données SHYREG recalées (cohérence PPRi)
Prise en compte des ouvrages de protection	non
Incertitudes et limites	la précision du MNT utilisé est plutôt faible pour une exploitation hydraulique. Compte tenu des délais impartis, le résultat donne toutefois un ordre de grandeur de l'emprise de la crue
Mode de représentation retenu pour la cartographie	hauteurs d'eau d'après les résultats de la modélisation Cartino

3.1.4 La Romanche

Principales caractéristiques des phénomènes :

- Banque Hydro :



Débits annuels moyens de la Romanche (station de Champeau) calculés sur 58 années. Source : BANQUE HYDRO.

La figure ci-dessus montre que le débit moyen maximum est atteint au mois de Juin. A la station de Champeau, station située en sortie de la plaine du Bourg d'Oisans, après la confluence de l'Eau d'Olle et de la Romanche, le débit moyen journalier est de 37,6 m³/s. L'étiage moyen (débit mensuel minimal annuel calculé sur 58 années) est de 14 m³/s. Enfin, la crue décennale est atteinte pour un débit Q10 dépassant les 310 m³/s. A Champeau, le bassin versant est de 1000 km² (soit plus de 80% de la surface totale). Ces données sont donc assez représentatives des valeurs minimums attendues en moyenne à Vizille.

Le régime hydrologique de **la Romanche** est dit glaciaire ou nival. Il est caractérisé par un débit minimum en hiver, et des débits importants lors de la fonte des neiges au printemps avec un maximum en juin. Le débit reste élevé tout l'été, soutenu par la fonte des nombreux glaciers qui dominent la vallée de la haute Romanche. Son étiage d'hiver reste malgré tout très prononcé. La lame d'eau annuelle écoulée sur le bassin versant est d'environ 1200mm. Cette valeur est élevée mais tout à fait normale dans cette région (précipitations abondantes sur les hauts sommets des Alpes).

Crues historiques

Les principaux événements sur la Romanche sont résumés ci-après :

Le 14 et 15 septembre 1219 : rupture subite du lac de Saint Laurent (formé sur la plaine du Bourg d'Oisans suite à la formation d'un barrage naturel dans les gorges de Livet-Gavet) qui ne laisse aucune chance aux habitants n'ayant pas le temps de monter sur les toits, et inonde les campagnes.

Le 7 août 1612 : éboulement sur la Romanche au pied du torrent de Vaudaine ; on évite la catastrophe de 1219 en creusant une ouverture sur le barrage. Les ponts de Livet, Saint Barthélémy et de Mésage sont emportés.

Le 16 juillet 1666 : le cours de la Romanche aurait été intercepté à la confluence avec l'Eau d'Olle, et se vida brusquement inondant toute la plaine de Séchilienne.

Septembre 1674 : la Romanche déborde violemment détruisant de nombreux ponts du cours d'eau.

14 septembre 1733 : Crue du 13 au 18 septembre, tous les ponts sont détruits, inondation complète de la plaine et du bourg de Vizille, plusieurs bâtiments emportés, rues et maisons remplies d'eau et de

boue, de même que le château.

9 août 1852 : La communication entre Vizille et Séchilienne est coupée, les deux passerelles de Séchilienne et de Falcon sont emportées. La route nationale 91 est coupée en 6 endroits entre Vizille et Séchilienne. La Romanche s'est étendue rive gauche (non diguée) et ravage les terrains de Saint-Pierre de Mésage et Notre Dame de Mésage en délaissant son lit ordinaire. Avaries sur les chemins vicinaux à Vizille et Notre Dame de Mésage. Les propriétés sont inondées et les récoltes emportées...

29 et 30 mai 1856 : La Romanche rompt des digues en rive gauche à Jouchy et en rive droite sur plus de 800m, inondant la plaine de Cornage. Dégâts importants entre Séchilienne et Vizille (chemins et routes emportés). La route est ravinée dans les gorges de l'Étroit et la circulation est coupée pendant 20 jours.

22 septembre 1968 : l'usine de papeterie de Séchilienne est détruite à 50 % suite à une crue importante. Inondation au Godard sous 50cm d'eau, fermeture de la circulation pendant 2 jours à la sortie Ouest de Vizille. La rue colonel Manhes est recouverte par 15cm d'eau au centre ville de Vizille.

Cartographie des événements :

Études et méthodes mobilisées :

Hydrologie

De 2005 à 2010, différentes études ont contribué à faire évoluer la connaissance scientifique des hydrogrammes de crue et ont aboutis à l'évaluation des débits de crue de la Romanche pour différentes périodes de retour.

Ces débits, qui font référence aujourd'hui sont repris dans l'étude réalisée en 2011 par le Groupement SOGREAH – CNR, sous maîtrise d'ouvrage SYMBHI, dans la phase avant projet des travaux d'aménagement de la Romanche entre Livet-Gavet et Champ-sur-Drac :

Période de retour (ans)	Débit (m ³ /s)
10	330
30	400
50	464
100	550

Sur la base de ces scénarios hydrologiques, **les études et méthodes mobilisées différentes selon les scénarios :**

Événement fréquent

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies du scénario fréquent sont issues de l'étude citée ci-dessus réalisée en 2011 (étude SYMBHI, AVP 2011). Cette étude concernait la modélisation hydraulique.

Hydrologie

Les débits de crue servant à établir les conditions d'écoulement sont issus de l'hydrologie qui fait référence (cf ci dessus).

Modèle hydraulique :

Le modèle maillé de la Romanche a déjà été réalisé à l'aide du logiciel CARIMA à l'occasion des études relatives aux Parades hydrauliques aux Ruines de Séchilienne. Il représente la Romanche et le Drac de l'amont de l'endiguement de Jouchy (limite amont du TRI) jusqu'à la confluence du Drac et de l'Isère. Un autre modèle Carima existant traite le tronçon barrage de Séchilienne – pont de la RD 1091. Ces deux modèles ont donc été assemblés et complétés de façon à représenter la zone qui était jusqu'alors couverte par un modèle bidimensionnel Télémac 2D. Cependant, pour des raisons de temps de calculs, deux modèles CARIMA ont été définis : Un modèle « amont » qui s'étend de Séchilienne jusqu'à l'aval des Ruines de Séchilienne. Ce modèle intègre le module d'érosion CASCADE permettant de simuler l'érosion du barrage créé par l'éboulement des Ruines de Séchilienne. Un modèle aval s'étendant de l'aval des Ruines de Séchilienne jusqu'à la confluence avec l'Isère. Le modèle hydraulique des canaux de Vizille a également été inséré à ce modèle.

Des calculs ont été conduits avec le modèle représentant l'état actuel pour les crues de références soit Q10, Q30, Q50, Q100 et Q100 + 50 m³/s. **Ce sont les résultats de la Q30 qui sont utilisés pour représenter l'évènement fréquent.**

Evènement moyen

Les données utilisées pour la réalisation des cartographies du scénario moyen sont celles utilisées pour le PPRI Romanche aval (depuis Séchilienne et St Barthélémy de Séchilienne jusqu'à la confluence avec le Drac approuvé en juillet 2012) qui affiche la cartographie du risque inondation de la Romanche avec le débit de la crue de référence centennale et 2 brèches en rive droite avec risque de rupture par surverse ou érosion interne (renard hydraulique).

Hydrologie

Sur la base des éléments hydrologiques exposés précédemment et pour déterminer le débit de la crue de référence du PPRI, deux phénomènes ont été distingués : le premier est l'hydrogramme de la crue à Séchilienne, à l'amont du glissement des Ruines, provenant pour l'essentiel de l'addition à chaque instant des apports des différents affluents à la plaine de Bourg d'Oisans, le second est la rupture du barrage qui serait formé par l'éboulement de 3 millions de m³ provenant des Ruines de Séchilienne et obstruant la vallée : cette rupture libérerait pendant la crue le volume accumulé derrière le barrage et provoquerait un accroissement du débit.

Le calcul de la crue centennale a mis en évidence l'importance de l'atténuation de la pointe de crue dans la plaine du Bourg d'Oisans et l'évolution du scénario d'éboulement des ruines de Séchilienne a conduit à diminuer l'estimation du sur-débit correspondant.

Les possibilités d'écroulement offertes par les barrages du Chambon, de Grand'Maison et du Vernet ont été également étudiées : le Chambon n'offre pas de possibilité d'écroulement (l'ouvrage a vocation à être neutralisé), le barrage de Grand'Maison stockera la totalité du débit de la crue de son bassin versant et le

barrage du Verney n'assurera qu'un léger écrêtement du bassin intermédiaire de l'Eau d'Olle (volume disponible),

Le débit retenu pour la crue centennale de la Romanche, crue de référence du PPRI est de 600m³/s : 550m³/s augmenté du sur-débit dû à l'éboulement des ruines de Séchilienne estimé à 50m³/s.

Modèle hydraulique :

Les modèles CARIMA développés par SOGREAH, déjà évoqués pour le scénario fréquent, ont été utilisés mais le travail d'assemblage des modèles évoqué ci-dessus n'ayant pas été réalisé, le modèle bidimensionnel TELEMAC 2D a également été utilisé. Ces modèles intègrent la topographie et la bathymétrie levées en 2007 complétées par des levés terrain en 2010 qui font que la topographie utilisée reflète l'état du secteur en 2010.

La cartographie des hauteurs d'eau résulte de la compilation des niveaux d'eau maxima obtenus en chaque point des modèles numériques pour trois scénarios distincts : « état actuel » sans brèche et 2 brèches indépendantes. Les calculs sont effectués en régime transitoire (non permanent).

Enfin, le débordement du Drac sur sa rive droite a été pris en compte en sortie de modèle, à la confluence Drac-Romanche sur la base d'un débit permanent du Drac juste à l'amont de la confluence avec la Romanche de 1100m³/s. Ces hypothèses conduisent à un débit d'environ 1850m³/s pour le Drac aval (avec les contributions constantes de la Gresse à 90m³/s, du Lavanchon à 40m³/s et de la Bouttonnière de 20m³/s). Pour mémoire le débit centennal du Drac aval est de 1800m³/s.

Evénement extrême

Comme vu précédemment, les différentes études menées de 2005 à 2010, ayant fait évoluer la connaissance scientifique de l'hydrogramme des crues de référence de la Romanche, ont conduit à abaisser de façon significative les débits maximum à considérer.

Ainsi, il a été décidé d'utiliser les données de la carte d'aléas réalisée en 2006, antérieure à ces réajustements et dont le débit pris en compte a été réévalué en crue d'occurrence 3000 ans, pour cartographier l'événement extrême.

Hydrologie :

La carte d'aléas de 2006 affiche le risque inondation pour un débit de 1100 m³/s : 880m³/s + 220 m³/s de sur-débit dû à l'éboulement des ruines de Séchilienne.

Modèle hydraulique :

Deux modèles de simulation ont été utilisés, à l'amont le modèle TELEMAC 2D et CARIMA en aval, tous deux développés par SOGREAH (cf ci-dessus).

La cartographie des hauteurs d'eau résulte de la compilation des niveaux d'eau maxima obtenus en chaque point des modèles numériques pour trois scénarios de rupture de brèches distincts : brèches par surverse, brèches par renard hydraulique et rupture de la glissière béton armé jouant le rôle de digue en (rive gauche sur la commune de Notre Dame de Mésage). Pour le Drac, le débordement en rive droite au niveau de la confluence avec la Romanche a été pris en compte sur la base de la crue de référence, soit 1 850m³/s.

- **Événement fréquent :**

Scénario retenu	Q30
Modèle utilisé	Modèles CARIMA développés par ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits de référence des crues
Prise en compte des ouvrages de protection	Ouvrages considérés comme résistants ce qui est conforme à la circulaire ministérielle
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau issues de l'étude SYMBHI (AVP) 2011

- **Événement moyen :**

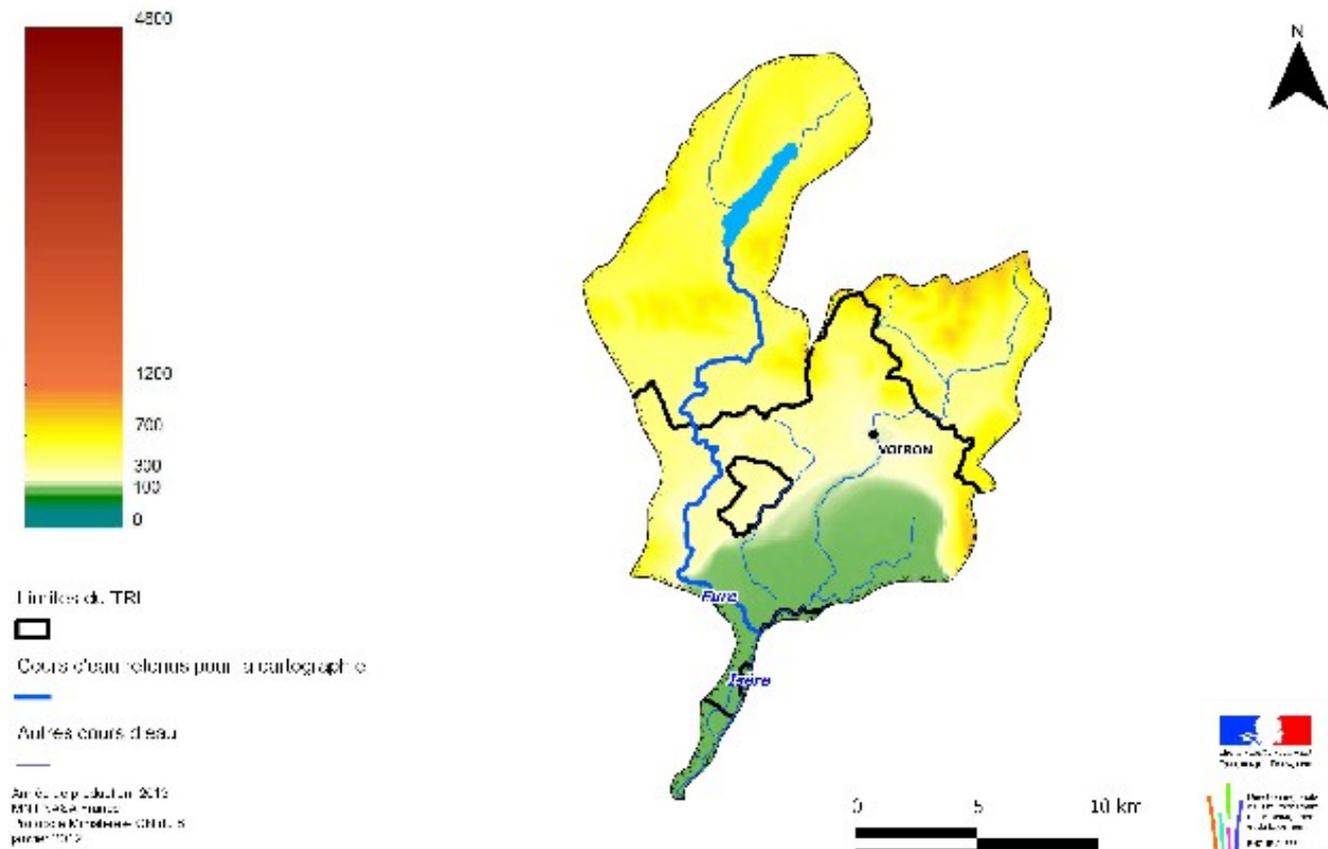
Scénario retenu	Q100
Modèle utilisé	Modèles CARIMA et TELEMAC développé par ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits calculé dans le cadre des études pour le PPRI
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de brèches par surverse et par renard hydraulique (hypothèses PPRI)
Incertitudes et limites	Synthèse des événements historiques liés aux crues de la Romanche dans son secteur aval hypothèses de débits (Romanche et Drac)
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau du PPRI

- **Événement extrême :**

Scénario retenu	Environ Q3000
Modèle utilisé	Modèles CARIMA et TELEMAC développé par ARTELIA (ex SOGREAH)
Données utilisées	Débits de référence antérieurs et réévalués
Prise en compte des ouvrages de protection	Simulation de 3 cas de brèches distinctes
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau de la carte d'aléas de 2006

3.1.5 la Fure

Bassin versant de la Fure



Le bassin versant de la Fure s'étend sur une superficie de 101 km² et présente un relief relativement prononcé : les altitudes varient de 190 mètres dans la plaine de l'Isère vers Saint Jean de Chépy à plus de 800 mètres dans les bois plus au nord (ex : bois de Bavonne culminant à 843 mètres).

Le bassin versant de la Fure est constitué des principaux éléments hydrographiques suivants :

- Ruisseau du Pin (ou Suran) (9 km),
- Le Ruisseau du Courbon (6 km),
- Le Lac de Paladru (3,9 km²),
- La Fure (26 km),
- Le Réaumont (3 km).

Le linéaire total des principaux cours d'eau est donc de 18 km.

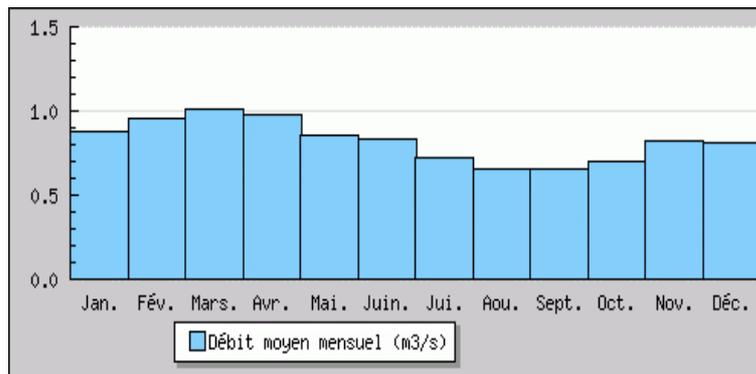
Le Lac de Paladru s'étend sur une surface de 392 ha à une altitude de 492,37 mNGF pour un périmètre de 12,1 km ; sa profondeur maximale avoisine 36 m et son volume global est estimé à 97 millions de m³. Les ruisseaux du Pin et du Courbon constituent les deux principaux affluents alimentant le lac. Par ailleurs, l'apport supplémentaire de sources sous-lacustre est avéré.

Excepté d'éventuels et faibles émissaires sous-lacustres dont l'existence n'a jamais été confirmée, la Fure constitue le principal exutoire du Lac de Paladru. La Fure s'écoule sur un linéaire de 26 km jusqu'à rejoindre le canal de la Morge au niveau de la plaine de l'Isère. Dans le bourg de Rives, ses eaux sont grossies par l'apport de son principal affluent : le Réaumont.

Le dénivelé de la Fure entre les vannes du Lac de Paladru et son exutoire dans la Morge est de 302 m, ce qui donne une pente moyenne de 1,1 % sur le linéaire total.

Principales caractéristiques des phénomènes :

- Banque Hydro :



Crues historiques sur la Fure :

Les crues historiques sont connues d'après les documents d'Ardouin-Dumazet (1903), P.Bozon (1943), Belhoste (1982), SAFEGE (1994) et BURGEAP (2006, 2009) :

Des fortes crues au 19ème siècle, dont une crue exceptionnelle :

- Crues fortes de 1816 et 1840 ;
- Crue exceptionnelle de Mai 1856 ;
- Petites crues de 1852 et 1853 ;

Quelques crues lors de la première moitié du 20ème siècle :

- Une crue en juin 1934 ayant affecté également les vallées voisines ;
- Une forte crue du Lac de Paladru et de ses affluents en 1941, avec probablement une crue

importante sur la Fure (non renseignée par la bibliographie) ;

Plusieurs crues moyennes depuis 1970 :

- Crue de Juillet 1972 ;
- Crue de Juillet 1983 ;
- Crue d'Octobre 1993 ;
- Crue de Novembre 2002 ;
- Ainsi que des petites crues : 21 décembre 1991 ; Septembre 1992 ; 25 septembre 1999 ; 10 août 2004

Les principales crues sont décrites plus amplement ci dessous.

Date de l'événement	Origine	Secteur touché	Observations
Mai 1856	Dépression généralisée	Bassin Rhône	Cumul les effets des crues des affluents du lac de Paladru et celle du lac. Débit de pointe très probablement supérieur à 55-60m ³ /s à Tullins-Fure. Dégâts impressionnants dans la vallée de la Fure : pont de La Ravignouse détruit, au Guillermet magasin à charbon et soufflets inondés, et plus d'une cinquantaine de maisons ainsi que plusieurs fabriques renversées en tout ou en partie. La forge des frères Blanchet fut ainsi détruite et la taillanderie Bret, bien que positionnée sur le secteur amont, fut également endommagée.
22 juillet 1972	Evènement pluviométrique court	Bassin Fure	Débit de 27m ³ /s à la station hydrométrique d'Hurtières à Tullins-Fure. Le village de Réaumont a été inondé ainsi que la papeterie BFK du Bas Rives. Une lame d'eau de 0,8 à 1 m a été observée sur les bassins de pisciculture. Ces inondations importantes résultent de la combinaison d'une crue naturelle formée sur le bassin versant du Réaumont et d'une rupture soudaine d'un bassin au niveau de La Murette, dont la digue fut minée par les pluies. Au niveau du Château d'Alivet, sur la commune de Renage, la Fure a coulé dans son ancien lit en créant une très forte érosion et déracinant des arbres. Au pont d'Hurtières, le niveau d'eau a atteint la route puis des dégâts se sont produits à l'usine textile de Tullins-Fures. Dans la traversée de Tullins-Fures, l'eau a atteint le niveau du tablier du pont de la RN 92 (actuellement RD1092).
Juillet 1983		Bssins Fure, Morge et Ainan	Déversement du lac (7m ³ /s). Dégâts dans la traversée de Tullins-Fure, notamment sur le site Paraboot qui a été inondé. Sur ce site, les différents bras de la Fure, encombrés lors de la crue, ont été remplacés par un lit unique recalibré.

Octobre 1993	Evènement pluvieux de longue durée	Rhône Alpes	Déversement du lac (8m ³ /s). Déchaussement du pont de la Guillonnière.
Novembre 2002	Evènement pluvieux (2 semaines)		Déversement du lac (8m ³ /s). Débits estimés à 20m ³ /s à Tullins-Fure et, 22m ³ /s à St Jean de Chepy. Inondations ponctuelles de jardins, maisons et site industrielles. L'enjeu majeur touché a été le captage de Côte-Gagère sur Apprieu. Les jardins des habitations du site des aciéries de Bonpertuis ont été inondés. Le canal des papeteries Arjo Wiggins a Renage a débordé, entraînant des dégâts aux sous-sols (quelques moteurs noyés). Le canal des Papeteries de Fures a été bouché suite à un glissement de terrain depuis le coteau sur 15-20 mètres sur sa portion amont.

L'analyse des événements historiques, réalisée dans le cadre des études BURGEAP de 2006 et 2009, ainsi que les différentes études de MM. SCHRAMBACH et CAPOLINI (2002, 2005), ont mis en évidence l'existence de deux types principaux d'évènement de crue :

- les crues lentes se produisant généralement à l'automne et au printemps et résultant d'un évènement pluviométrique de longue durée,
- les crues rapides se produisant souvent suite à des orages estivaux.

Deux crues assez bien connues de la Fure sont particulièrement représentatives de ces deux types de crues pouvant être générés sur le bassin de la Fure:

- La crue de Juillet 1972 (crue rapide),
- La crue de Novembre 2002 (crue lente).

Cartographie des événements :

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie sont le résultat de la modélisation ayant fait l'objet de l'étude pour l'élaboration et la mise en œuvre d'un nouveau schéma de gestion du lac de Paladru, dont le maître d'ouvrage est le SIBF, et menée par BURGEAP en 2009. Cette étude a aboutie à la caractérisation des aléas pour les crues décennale et centennale et a été complétée en 2013 pour la cartographie des hauteurs, vitesses et pour la modélisation de la crue millénaire.

Hydrologie :

Le bassin versant du lac de Paladru correspondant à la partie amont du bassin versant de la Fure a été pris en compte notamment dans la détermination des débits de crues. En effet les crues de la Fure présentent la particularité d'être influencées de manière significative par le fonctionnement du lac de Paladru.

L'analyse hydrologique a été menée à partir des débits retenus dans l'étude de 2009. Un approfondissement des données hydrométriques des crues historiques a été réalisé de façon à préciser le débit de la crue décennale et ainsi de réévaluer les débits de crues de forte et moyenne probabilité (Q10 à Q30 ; Q100 à Q300).

Des nouvelles enquêtes ont été menées auprès des riverains et propriétaires d'ouvrages afin d'estimer les débits de crues historiques en plusieurs points du bassin versant et à tenter de hiérarchiser les crues des 50 dernières années.

Le complément d'étude mené en 2013 a permis d'actualiser les valeurs médianes des débits de pointe aux 3 principaux points de calcul : l'exutoire du lac de Paladru, l'aval confluence Fure-Réaumont et traversée de Tullins-Fure. Les valeurs actualisées ont été calculées à partir de la méthode du Gradex brut.

Pour la cartographie des aléas, hauteurs et vitesses d'écoulement, on retiendra que les débits simulés en 2009 pour les crues décennale (Q10) et centennale (Q100) deviennent des débits de période de retour 30 ans et 200 ans respectivement.

Ce constat peut résulter du fait que le bassin versant est réellement peu productif en crue (seuil de saturation des sols élevé, présence de la forêt en zone tampon entre les zones de production agricoles et urbaines et les fonds de vallée), et/ou d'une éventuelle faible occurrence des crues depuis plusieurs décennies.

Pour la crue millennale, les débits de pointe ont été évalués en 2013 et sont déduits par extrapolation des débits des crues trentennale actualisés selon un ajustement de Gumbel et la méthode du gradex brut.

Le Tableau ci-après fournit les débits de crue de référence en différents points du linéaire de la Fure, ainsi que les valeurs des débits modélisés pour la cartographie des aléas, hauteurs et vitesses :

L'estimation des débits de crues sur la Fure mérite cependant de nombreuses précautions :

Points de calcul	Surface (km ²)	Débits réévalués (m ³ /s)							
		Q2	Q5	Q10	Q30	Q50	Q100	Q300	Q1000
Exutoire du lac de Paladru	46,24	4,5	5,5	6,5	8,5	9,5	11,0	13,0	16,0
La Fure au Guillermet	57,53	6	8	9	13	15	18	22	28
La Fure à Ravignhouse	66,65	7	10	11	17	19	24	30	37
La Fure à Pastières	73,35	8	11	13	20	23	28	35	44
Confluence Fure-Réaumont	82,90	9,0	12,8	15,0	23,4	27,3	33,5	43,1	54,5
La Fure au centre de Renage	91,61	10	14	17	27	33	40	52	64
La Fure à Hurlières	97,59	11	15	18	30	36	45	57	71
La Fure à Tullins-Fures	98,19	11,0	15,0	18,0	30,5	36,5	45,0	58,0	72,0
La Fure à Saint Jean de Chépy	98,75	11	15	18	31	37	45	58	72
Confluence Fure-Morge	101,54	11	16	19	32	38	47	60	74

Points de calcul	Surface (km ²)	Débits modélisés		
		Forte probabilité ≈ Q30	Moyenne probabilité ≈ Q200	Faible probabilité ≈ Q1000
Exutoire du lac de Paladru	46,24	8	12	16
La Fure au Guillermet	57,53	9	16	28
La Fure à Ravignhouse	66,65	14	26	37
La Fure à Pastières	73,35	16	30	44
Confluence Fure-Réaumont	82,90	21	39	55
La Fure au centre de Renage	91,61	26	47	64
La Fure à Hurlières	97,59	28	52	71
La Fure à Tullins-Fures	98,19	29	53	72
La Fure à Saint Jean de Chépy	98,75	29	53	72
Confluence Fure-Morge	101,54	30	55	74

- peu de secteurs concentrent le débit total du cours d'eau (débit réparti entre Fure-Mère et canaux, fonctionnement des turbines en bout de prise d'eau ou non)
- la qualité des estimations dépend de la précision des laisses de crues et des témoignages
- les conditions d'écoulement pendant la crue ne sont pas forcément connues (présence d'embâcles, ouverture des vannes,...)

Les valeurs affichées restent sujettes à un aléa fort d'estimation de par l'absence de station hydrométrique avec un long suivi dans la basse vallée de la Fure.

Risque d'embâcles :

La Fure est un cours d'eau potentiellement sensible à la formation d'embâcles :

- La rivière est souvent bordée de boisements (entretien non régulier bien qu'un Contrat de rivière soit à venir) ;
- La rivière est encaissée dans une vallée profonde qui possède des versants boisés et sensibles aux glissements de terrain ;
- Les débits générés et les énergies développées par sa pente (1%) sont suffisants pour arracher des arbres sur les berges et entraîner des flottants sur plusieurs centaines de mètres;
- La Fure comprend de nombreux ouvrages sur son lit qui peuvent faire obstacle aux écoulements : ponts, bâtiments industriels plus ou moins désaffectés, ouvrages de prises d'eau à vannages.

Des obstructions totales ou partielles d'ouvrages peuvent avoir lieu en cas d'embâcles et augmenter les aléas simulés, voire créer de nouveaux aléas. Ainsi dans le cadre du complément d'étude menée en 2013 une méthodologie de prise en compte du phénomène d'embâcles a été établie. La modélisation de l'obstruction de chaque ouvrage aurait été fastidieux et générateur d'instabilité pour le calcul. En conséquence, la méthodologie suivante a été appliquée :

Hierarchisation des ouvrages: (69 ouvrages au total) basée sur l'évaluation de la sensibilité de l'ouvrage au risque d'embâcle (notamment d'après ses caractéristiques géométriques) ainsi que les enjeux (habitations, infrastructures) potentiellement menacés par cette majoration du risque d'inondation imputable à la formation d'embâcles.

La hiérarchisation est opérée selon 3 types d'ouvrages : ouvrages de prise d'eau (vannage, seuil, barrage), ouvrages de franchissement, ouvrages sous bâtiment.

Extraction des lignes d'eau pour les 3 crues simulées (sans prise en compte des embâcles) ;

Pour chaque ouvrage sensibles aux embâcles, définition des cotes suivantes :

- Ligne d'eau en amont immédiat de l'ouvrage ;
- Cote supérieure de la section (début de mise en charge) ;
- Cote de débordement (tablier ou berge latérale) ;

Application d'une majoration argumentée de la ligne d'eau;

Pour les ouvrages de prise d'eau :

- Si la cote du déversoir de l'ouvrage est supérieure aux cotes des berges, le niveau d'eau a été redéfini en appliquant une surcote de 1m par rapport à la hauteur de berges minimale ;
- Si la cote du déversoir de l'ouvrage est inférieure aux cotes des berges, le niveau d'eau est calculé et défini en appliquant une surcote de 1 m par rapport au niveau du déversoir correspondant à l'encombrement de l'ouvrage au niveau de ces montants de vannes, passerelles.

Pour les ouvrages de franchissement (pont et passage sous bâtiment) :

- Si le tirant d'air (différence entre le haut de section et la hauteur d'eau) est supérieur à 1m on conserve le niveau d'eau initial considérant qu'un tirant d'air supérieur à 1 m est suffisant pour permettre le passage de flottant et éviter ainsi la formation d'embâcles ;
- Si le tirant d'air est inférieur à un 1 m, on considère que la formation d'un embâcle est probable au niveau de cet ouvrage et deux cas de figure sont envisageables :
- La section étant obstruée une surverse s'effectue par-dessus le tablier de l'ouvrage, le niveau d'eau correspondant est donc défini comme le niveau de déversement + 50 cm ;
- Si les berges sont à une altitude plus faible que la cote de déversement de l'ouvrage alors les débordements s'opéreront en premier lieu au niveau de ces berges, le niveau d'eau correspondant est donc défini comme le niveau minimal des berges avec une majoration de 1m

Cartographies des hauteurs et vitesses correspondantes : les cartes de hauteurs, vitesses, ainsi que les aléas résultants, cartographiés dans la situation sans embâcle sont modifiées en conséquence, sur la base de la topographie disponible (profils en travers levés, SCAN25 IGN). Cette donnée topographique, lâche entre les profils en travers, peut être insuffisante pour caractériser précisément les aléas ; dans ce cas, nous avons fait appel à notre connaissance des sites, avant de cartographier éventuellement la situation la plus pénalisante.

Modélisation hydraulique :

Le modèle hydraulique développé lors de l'étude BURGEAP de 2009, entre le Lac de Paladru et la

confluence avec le Canal Fure-Morge et à partir de profils en travers de vallée et d'ouvrages, a été réutilisé et ajusté pour permettre une modélisation en crue millénale.

La modélisation hydraulique a été réalisée grâce au logiciel ISIS de la société Halcrow Software. Ce logiciel permet de construire des modèles 1D-linéaire à casiers et ainsi de réaliser des simulations en régime transitoire.

Sur le secteur amont entre le Lac de Paladru et Rives, où sont observés les principaux effets de laminage, la modélisation s'effectue en régime transitoire, avec un modèle 1D, localement 1D maillé lorsque les casiers présentent un fonctionnement indépendant du lit mineur ;

Sur le secteur aval, de Rives à Fures, la modélisation s'effectue en régime permanent et le modèle est de type 1D.

En travail préalable, les dimensions des ouvrages ont été relevées dans l'objectif d'évaluer les capacités hydrauliques des différents ouvrages (ponts et passages sous bâtiments) présents le long du linéaire de la Fure. Les capacités ont été évaluées en utilisant une formule de type Borda.

Au vu des résultats obtenus, nous constatons que la majorité des ouvrages de franchissement sont dimensionnés pour admettre le débit d'une crue centennale ou plus que centennale. Seuls 15 ouvrages, sur les 48 au total, n'admettent pas une crue plus que cinquantennale et parmi ces ouvrages, 7 d'entre eux sont dimensionnés pour une crue inférieure ou égale à la crue décennale.

Concernant les passages sous bâtiments, la proportion d'ouvrages en sous capacité est importante. 7 passages, sur les 16 au total, ont un gabarit insuffisant pour les crues plus que décennales.

La connaissance des ouvrages en sous capacité, préalablement à la phase de terrain, a permis d'analyser, lors de celle-ci, les modes de débordements au niveau de ces points noirs.

Rôle des canaux

Les nombreux canaux de dérivation de la vallée de la Fure ne sont pas intégrés dans le modèle hydraulique. Il est supposé que l'ensemble des débits transite par la Fure en fond de vallée, appelée « Fure mère ». La modélisation considère donc que les canaux « se bouchent » en crue (embâcles, vannes fermées, etc.) et que la totalité du débit poursuit dans le lit mineur et le lit majeur de la Fure, ce qui est sécuritaire pour l'analyse des enjeux liés à la crue de la Fure.

Parcours de terrain

Le parcours pédestre réalisé pour l'étude de 2009 sur l'ensemble du linéaire de la Fure n'a pas été renouvelé, hormis sur certains secteurs complexes. Ce relevé a permis de :

- comprendre le fonctionnement hydraulique de la Fure en crue, avec repérage des mécanismes d'inondations mis en jeu (zones de surverse, inondation progressive du lit majeur par insuffisance du lit mineur, submersion par remous aval, zone de stockage ou d'écoulement, etc.) ;
- comprendre le fonctionnement hydraulique des canaux en crue, notamment les points de débordement privilégiés et les modes d'écoulement en crue ;
- relever des informations permettant d'évaluer le risque de rupture des digues des canaux (hauteur de la digue, matériel, état et le dénivelé entre la Fure mère et le canal).

Pour les nombreux passages couverts (sous usine ou bâtiment), une attention particulière a été apportée lors de la modélisation. En premier lieu, la topographie a été levée au niveau de la section limitante de l'ouvrage. En général, il s'agit de la section d'entrée, mais si le travail préliminaire le met en évidence, il peut s'agir d'une section intermédiaire sous le bâtiment (cas des anciennes papeteries de Renage).

Calage du modèle

La modélisation hydraulique des écoulements de la Fure est réalisée dans le cas d'une situation critique pour laquelle les canaux sont bouchés et ne délestent donc pas la Fure. Les informations récoltées sur les

crues passées peuvent difficilement être exploitées pour caler le modèle car elles ne correspondent pas au cas critique des canaux bouchés.

Les paramètres de calage du modèle (rugosité, coefficients de déversement) ont donc été fixés par expertise à partir du parcours de terrain.

Données topographiques

Les données topographiques utilisées résultent des levés du cabinet de Géomètres ARGEO en 2007 pour l'étude BURGEAP 2009. Ces données topographiques sont jugées comme encore très représentatives de la situation actuelle. Les profils topographiques levés sont de différents types :

- Profils en travers de la Fure (78 profils) ;
- Profils au niveau d'ouvrages de prélèvement (30 profils) ;
- Profil au niveau d'ouvrages de franchissement (35 profils) ;
- Profil au niveau de passage sous bâtiment (15 profils).

Au total l'ensemble des levés topographiques permet de disposer d'un levé tous les 160 m en moyenne.

On notera que la modélisation suppose que les profils en travers et en long de la Fure ne varient pas en cours de crue en fonction notamment des remobilisations de sédiments, phénomènes d'érosion et de dépôt.

Cartographie des événements :

La méthode employée pour cartographier l'ensemble des événements est celle décrite précédemment , sauf concernant la prise en compte des ouvrages de protection : ouvrages considérés comme résistants pour l'événement fréquent et transparents pour les événements moyen et extrême.

La représentation des ouvrages de protection (digues) est issue d'un levé réalisé par BURGEAP dans le cadre de l'étude de 2009. Ces données concernent la Fure « Mère » mais également les canaux et doivent faire l'objet d'une validation en vu du classement de ces ouvrages.

Événement fréquent :

Scénario retenu	Q30
Modèle utilisé	Logiciel ISIS de la société Halcrow Software développé lors de l'étude BURGEAP de 2009
Données utilisées	Débits 2009 actualisés en 2013 après approfondissement de l'étude historique des crues
Prise en compte des ouvrages de protection	Ouvrages considérés comme résistants conformément à la circulaire ministérielle
Incertitudes et limites	Cf ci-dessous synthèse des hypothèses, incertitudes et limites
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude BURGEAP 2013

● **Événement moyen :**

Scénario retenu	Q200
Modèle utilisé	Logiciel ISIS de la société Halcrow Software développé lors de l'étude BURGEAP de 2009
Données utilisées	Débits 2009 actualisés en 2013 après approfondissement de l'étude historique des crues
Prise en compte des ouvrages de protection	Ouvrages de protection transparents conformément à la circulaire ministérielle
Incertitudes et limites	Cf ci-dessous synthèse des hypothèses, incertitudes et limites
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude BURGEAP 2013

● **Événement extrême :**

Scénario retenu	Q1000
Modèle utilisé	Logiciel ISIS de la société Halcrow Software développé lors de l'étude BURGEAP de 2009
Données utilisées	Débits 2009 actualisés en 2013 après approfondissement de l'étude historique des crues
Prise en compte des ouvrages de protection	Ouvrages de protection transparents conformément à la circulaire ministérielle
Incertitudes et limites	Cf ci-dessous synthèse des hypothèses, incertitudes et limites
Mode de représentation retenu pour la cartographie	Hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude BURGEAP 2013

Synthèse des hypothèses, incertitudes et limites

- Les canaux ne sont pas intégrés dans le modèle hydraulique ; la Fure reste l'axe principal d'écoulement des crues ; le canal est considéré comme n'admettant pas de débits provenant de la Fure ;
- les digues sont supposées résistantes pour la crue de forte probabilité et transparentes pour les crues supérieures;
- Le modèle hydraulique ne prend pas en compte d'évolution morphodynamique du profil en long de la Fure lors des crues;
- Les affluents (Réaumont, Suran, etc) ne sont pas modélisés;
- La situation considérée est un cas majorant où tous les ouvrages sensibles aux embâcles sont touchés;
- Le manque de données topographiques entre les sections modélisées conduit à interpoler les champs hauteurs/vitesses d'après les Scan IGN, la connaissance du terrain et l'étude BURGEAP de 2009;
- La méthodologie utilisée pour prendre en compte la formation d'embâcles est basée sur un ajustement des hauteurs d'eau. Il y a donc une incertitude quant à l'ajustement du champ de vitesse et donc des aléas;
- Les limites de zones inondables ne doivent cependant pas être interprétées comme des limites physiques nettes, notamment dans des secteurs très ouverts en aval de Tullins-Fure jusqu'à la confluence avec Morge.

3.2 - Carte de synthèse des surfaces inondables

Il s'agit de cartes restituant la synthèse des surfaces inondables de l'ensemble des scénarios (fréquent, moyen, extrême) par type d'aléa considéré pour le TRI. Ne sont ainsi représentées sur ce type de carte que les limites des surfaces inondables.

Les cartes de synthèse du TRI de Grenoble/Voirion ont été établies pour l'ensemble des débordements de cours d'eau.

Plus particulièrement pour la cartographie des débordements de cours d'eau, celle-ci a été élaborée à partir de l'agrégation par scénario des enveloppes de surfaces inondables de chaque cours d'eau cartographié. Ainsi, dans les zones de confluence, l'enveloppe retenue correspond à l'extension du cours d'eau le plus étendu en un point donné pour le scénario considéré.

Son échelle de validité est le 1 / 25 000°.

4 - Cartographie des risques d'inondation du TRI

La cartographie des risques d'inondation est construite à partir du croisement entre les cartes de synthèse des surfaces inondables et les enjeux présents au sein de ces enveloppes. Elles de fait ont été établies uniquement pour l'ensemble des débordements de cours d'eau.

En outre, une estimation de la population permanente et des emplois a été comptabilisée par commune et par scénario. Celle-ci est complétée par une comparaison de ces résultats avec la population communale totale et la population saisonnière moyenne à l'échelle de la commune.

Son échelle de validité est le 1 / 25 000°.

4.1 - Méthode de caractérisation des enjeux

L'élaboration des cartes de risque s'est appuyée sur un système d'information géographique (SIG) respectant le modèle de données établi par l'IGN et validé par la Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS)¹.

Certaines bases de données ont été produites au niveau national, d'autres données proviennent d'informations soit d'une base commune à l'échelle du bassin, issue des travaux de l'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), soit de bases plus locales.

4.2 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques

L'article R. 566-7 du Code de l'environnement demande de tenir compte a minima des enjeux suivants :

1. Le nombre indicatif d'habitants potentiellement touchés ;
2. Les types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée ;
3. Les installations ou activités visées à l'annexe I de la directive 2010/75/ UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution), qui sont susceptibles de provoquer une pollution accidentelle en cas d'inondation, et les zones protégées potentiellement touchées visées à l'annexe IV, point 1 i,

¹ La Commission de Validation des Données pour l'Information Spatialisée (COVADIS) est une commission interministérielle mise en place par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et par le ministère de l'agriculture et de l'agroalimentaire pour standardiser leurs données géographiques les plus fréquemment utilisées dans leurs métiers. Cette standardisation prend la forme de *géostandards* que les services doivent appliquer dès qu'ils ont à échanger avec leurs partenaires ou à diffuser sur internet de l'information géographique. Ils sont également communiqués aux collectivités territoriales et autres partenaires des deux ministères. La COVADIS inscrit son action en cohérence avec la directive INSPIRE et avec les standards reconnus.

- iii et v, de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;
- 4. Les installations relevant de l'arrêté ministériel prévu au b du 4° du II de l'article R. 512-8 ;
- 5. Les établissements, les infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public.

Conformément à cet article, il a été choisi de retenir les enjeux suivants pour la cartographie des risques du TRI :

1. Estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semi de point discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2010 à l'échelle de chaque parcelle. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique.

2. Estimation des emplois dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit d'une évaluation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces inondables, au sein de chaque commune du TRI. L'évaluation se présente sous forme de fourchette (minimum-maximum). Elle a été définie en partie sur la base de données SIRENE de l'INSEE présentant les caractéristiques économiques des entreprises du TRI. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation de la fourchette d'emploi est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique.

3. Estimation de la population saisonnière

Deux types d'indicateurs ont été définis afin de qualifier l'éventuelle affluence touristique du TRI : le surplus de population saisonnière théorique et le taux de variation saisonnière théorique.

Ces indicateurs ont été établis à partir des données publiques de l'INSEE à l'échelle communale. A défaut de disposer d'une précision infra-communale, ils n'apportent ainsi pas d'information sur la capacité touristique en zone inondable.

Le surplus de la population saisonnière théorique est estimé à partir d'une pondération de la capacité de différents types d'hébergements touristiques mesurables à partir de la base de l'INSEE : hôtels, campings, résidences secondaires et locations saisonnières. Certains types de hébergements à l'image des chambres d'hôte ne sont pas comptabilisées en l'absence d'information exhaustive.

Le taux de variation saisonnière théorique est quant à lui défini comme le rapport entre le surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente. Il apporte une information sur le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale.

Ces indicateurs restent informatifs au regard de l'exposition potentielle de l'affluence saisonnière aux inondations faute de précision. Par ailleurs, elle doit être examinée en tenant compte de la concomitance entre la présence potentielle de la population saisonnière et la survenue éventuelle d'une inondation. Ainsi dans les territoires de montagne, les chiffres importants correspondent parfois à une variation hivernale (stations de ski par exemple), généralement en dehors des périodes à risque d'inondation.

Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

4. Bâtiments dans la zone potentiellement touchée

Seuls les bâtiments dans la zone potentiellement touchée sont représentés dans les cartes de risque. Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Ils tiennent compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (habitations, bâtiments industriels, bâtis

remarquables, ...).

5. Types d'activités économiques dans la zone potentiellement touchée

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables. Cette information est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Elle tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles, des zones de camping ainsi que des zones portuaires ou aéroportuaires.

6. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées.

Les IPPC sont les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement) les plus polluantes, définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles. Il s'agit d'une donnée établie par les DREAL collectée dans la base S3IC pour les installations situées dans une des surfaces inondables du TRI.

Les stations de traitement des eaux usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable du TRI.

La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée nationale « BDERU » complétée par la base de donnée de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse. Les données sont visualisables sur <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

7. Zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes

Il s'agit des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou par des stations de traitement des eaux usées. Ces zones, rapportées dans le cadre de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE (DCE), sont les suivantes :

- « zones de captage » : zones désignées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine en application de l'article 7 de la directive 2000/60/CE (toutes les masses d'eau utilisées pour le captage d'eau destinée à la consommation humaine fournissant en moyenne plus de 10 m³ par jour ou desservant plus de cinquante personnes, et les masses d'eau destinées, dans le futur, à un tel usage) ;
- « eaux de plaisance » : masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CEE (« eaux de baignade » : eaux ou parties de celles-ci, douces, courantes ou stagnantes, ainsi que l'eau de mer, dans lesquelles la baignade est expressément autorisée par les autorités compétentes de chaque État membre ou n'est pas interdite et habituellement pratiquée par un nombre important de baigneurs) ; en France les « eaux de plaisance » se résument aux « eaux de baignade » ;
- « zones de protection des habitats et espèces » : zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces et où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, notamment les sites Natura 2000 pertinents désignés dans le cadre de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

8. Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Il s'agit des enjeux dans la zone potentiellement touchée dont la représentation est issue de la BDTopo de l'IGN (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- *les bâtiments utiles pour la gestion de crise* (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles pour la gestion de crise », sont concernés les casernes, les gendarmeries, les mairies, les postes de police, les préfectures ;
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings » ;

les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise, ils sont référencés dans : « gares », « aéroports », « autoroutes, quasi-autoroute », « routes, liaisons principales », « voies ferrées principales » ;

- *les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « installations d'eau potable », « transformateurs électriques », « autre établissement sensible à la gestion de crise » (cette catégorie recense principalement les installations SEVESO et les installations nucléaires de base (INB)).

4.3 - Avertissement pour la cartographie de synthèse et de risque

Il convient de préciser que, pour les cartes de synthèse et de risque, chaque cours d'eau est étudié de manière spécifique dans un premier temps, et les contours des zones inondables pour les différents scénarios sont cartographiés. Est ensuite établie une carte de synthèse sur l'ensemble du TRI de Grenoble-Voiron qui reprend finalement le contour maximum des zones inondables de chaque affluent (logique réglementaire d'enveloppe). Or cette cartographie ne recouvre pas une réalité physique : par exemple, une crue bicennale sur l'Isère Aval n'est pas la somme d'une crue bicennale sur l'Isère Amont, d'une crue centennale du Drac, d'une crue centennale de la Romanche et d'une crue bicennale de la Fure. Les scénarios de crue peuvent être très différents et la concomitance des crues n'est pas la règle.

5 - Liste des Annexes

➤ **Annexe I : Atlas cartographique**

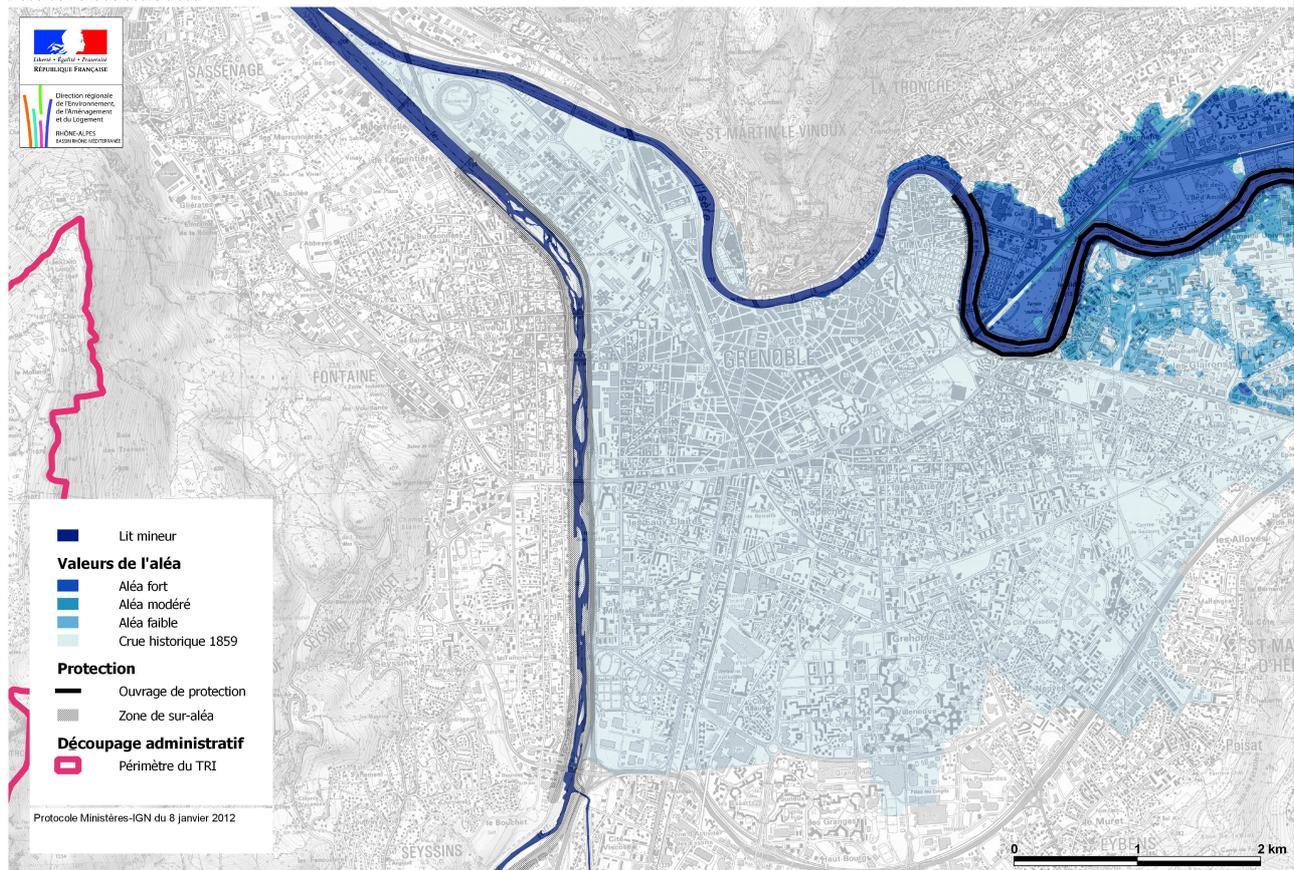
- Cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau (et pour les submersions marines).
- Cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau (et pour les submersions marines).
- Cartes des risques d'inondation
- Tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

➤ **Annexe II : Compléments méthodologiques**

- Description de la base de données SHYREG
- Description de l'outil de modélisation CARTINO
- Description de la méthode d'estimation de la population permanente dans la zone potentiellement touchée
- Description de la méthode d'estimation des emplois
- Description de la méthode d'estimation de la population saisonnière
- Métadonnées du SIG structurées selon le standard COVADIS Directive inondation
-

➤ **Annexe III : Cartes complémentaires pour l'événement moyen de l'Isère**

- Cartes des zones présentant des risques de remontée de nappe phréatique ou de refoulement de réseaux (périmètre de la crue historique de 1859 – échelle 1/25 000°)

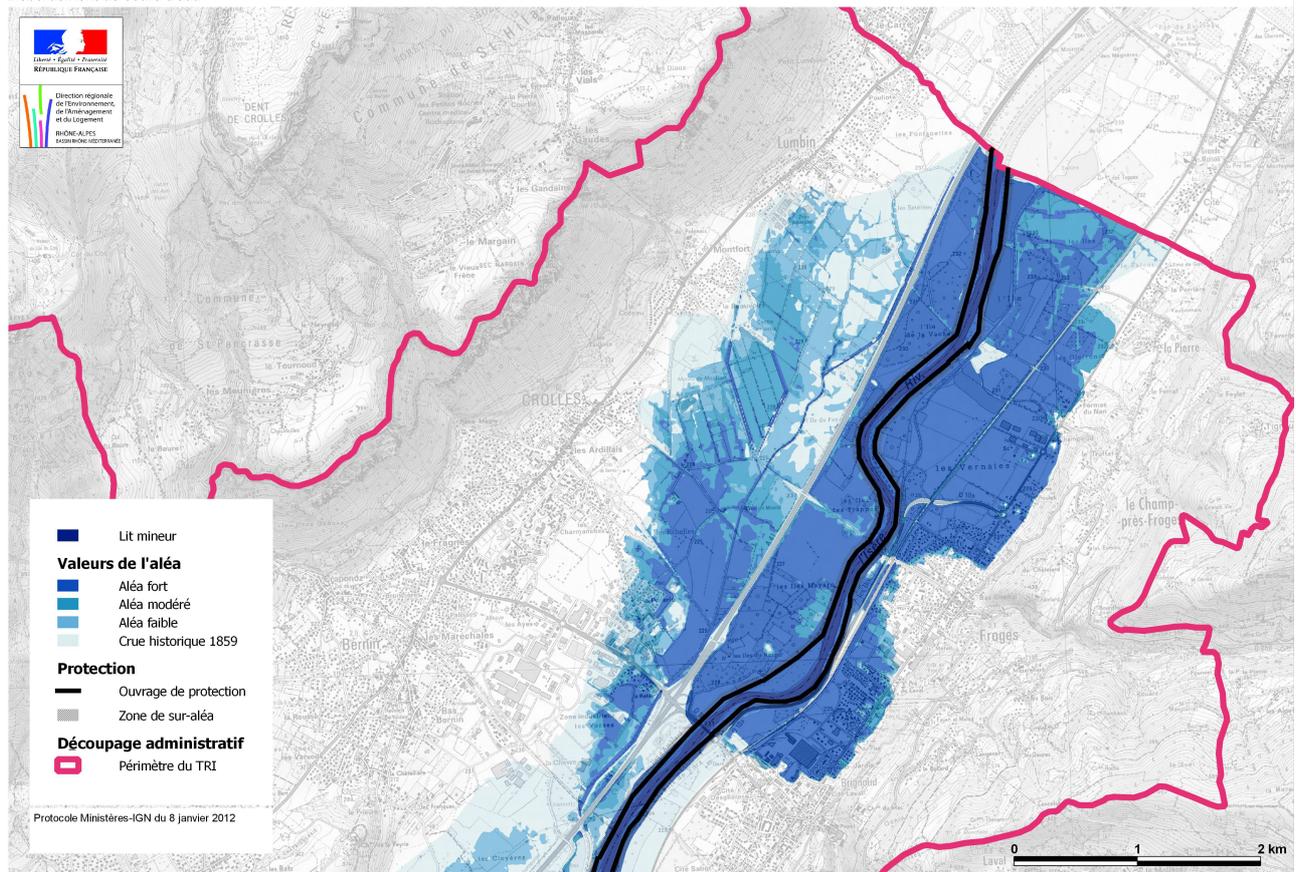


**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



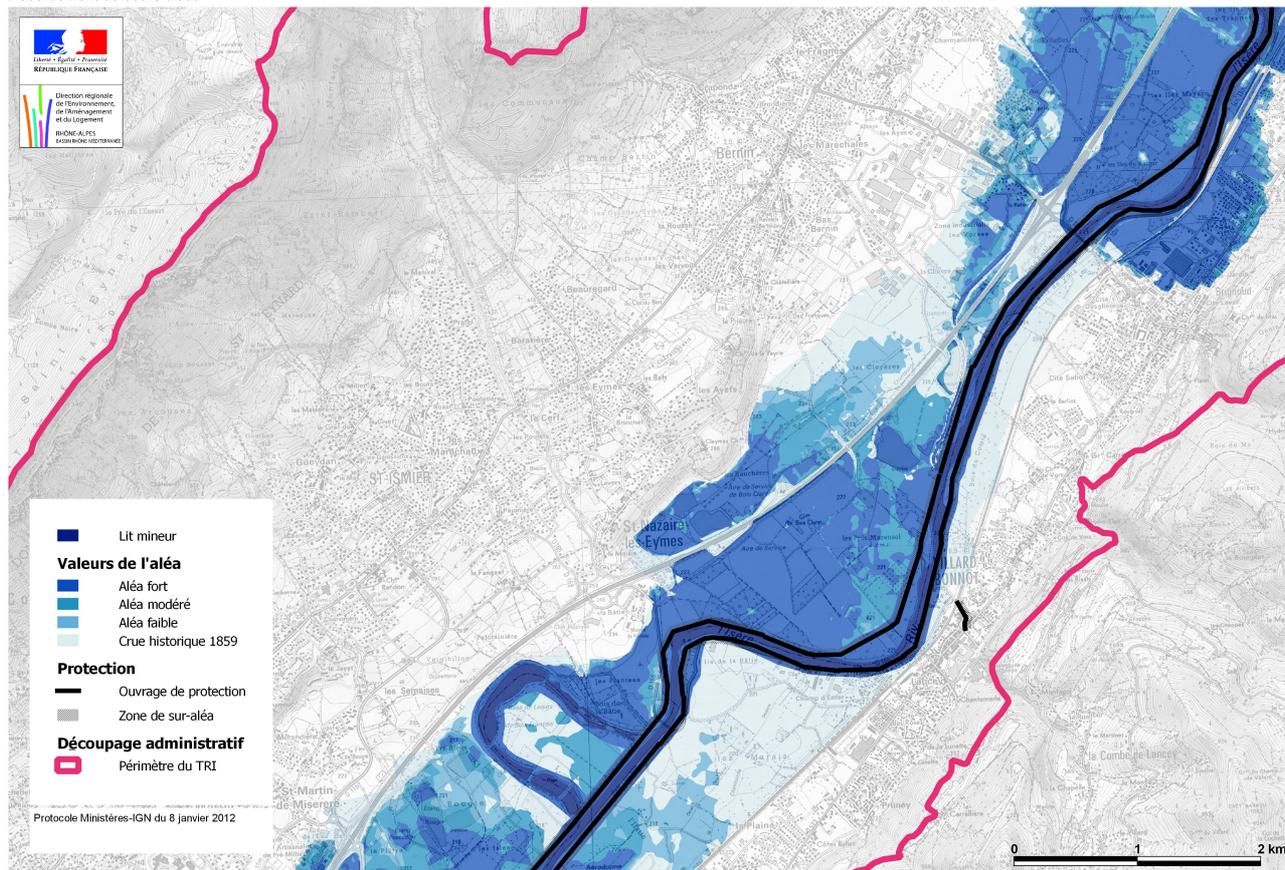


Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



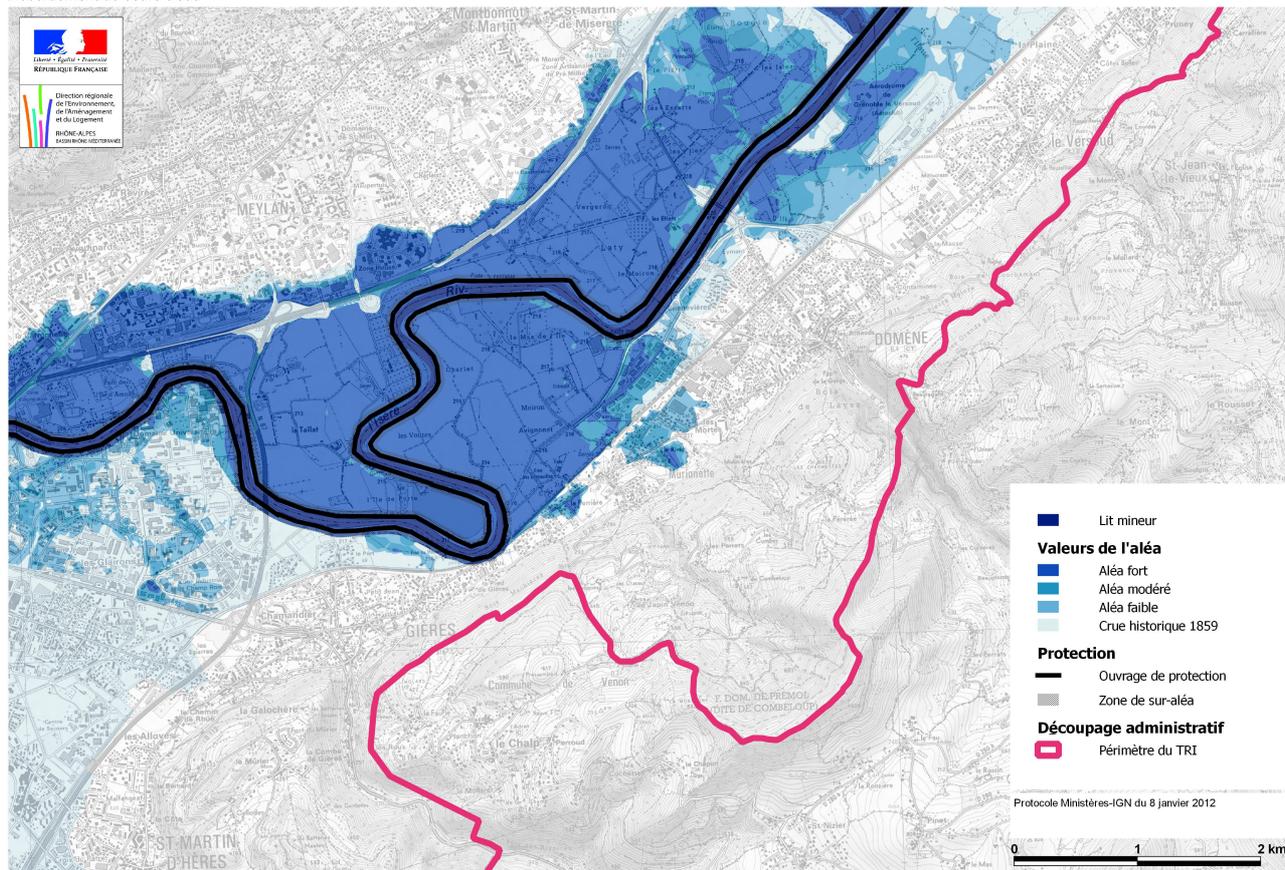


**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



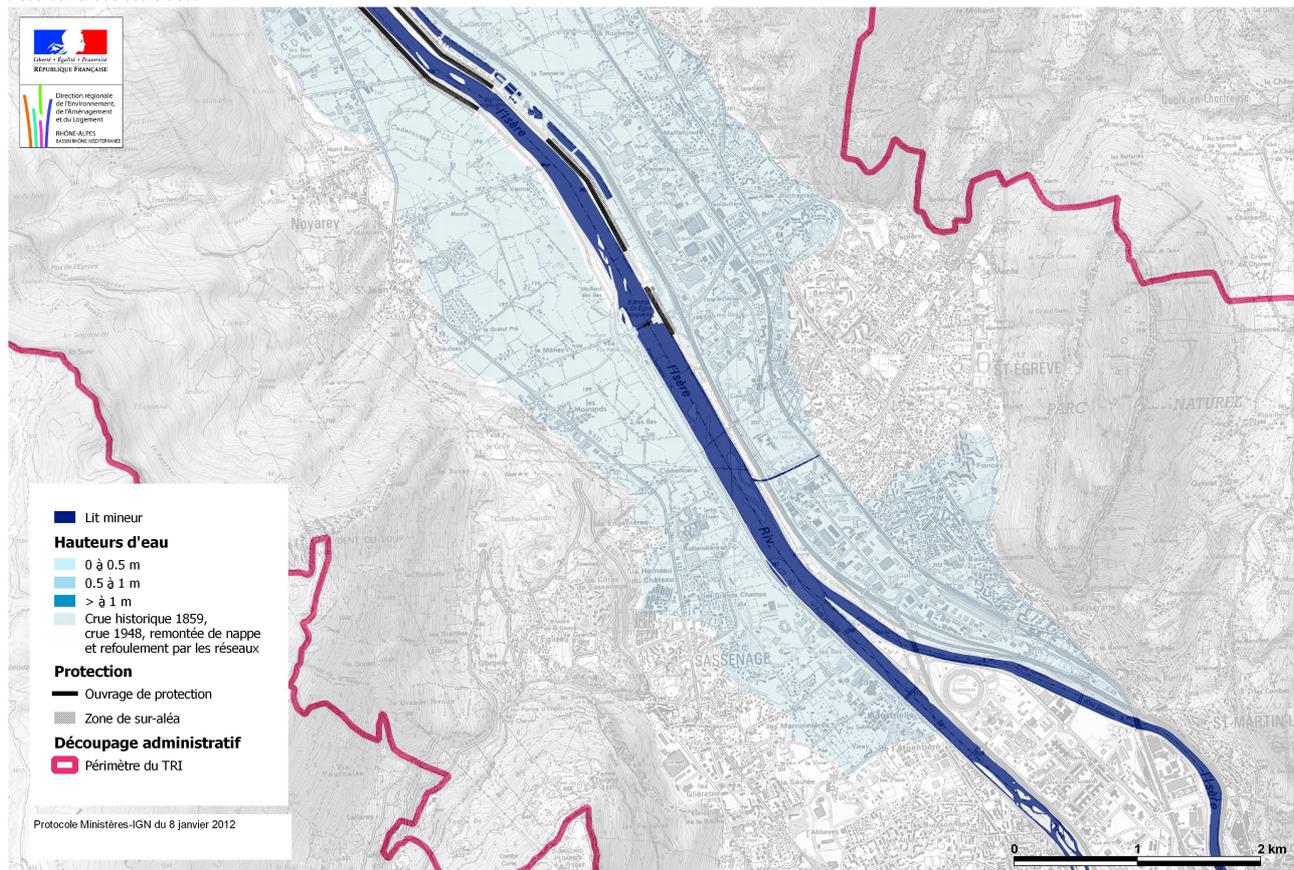


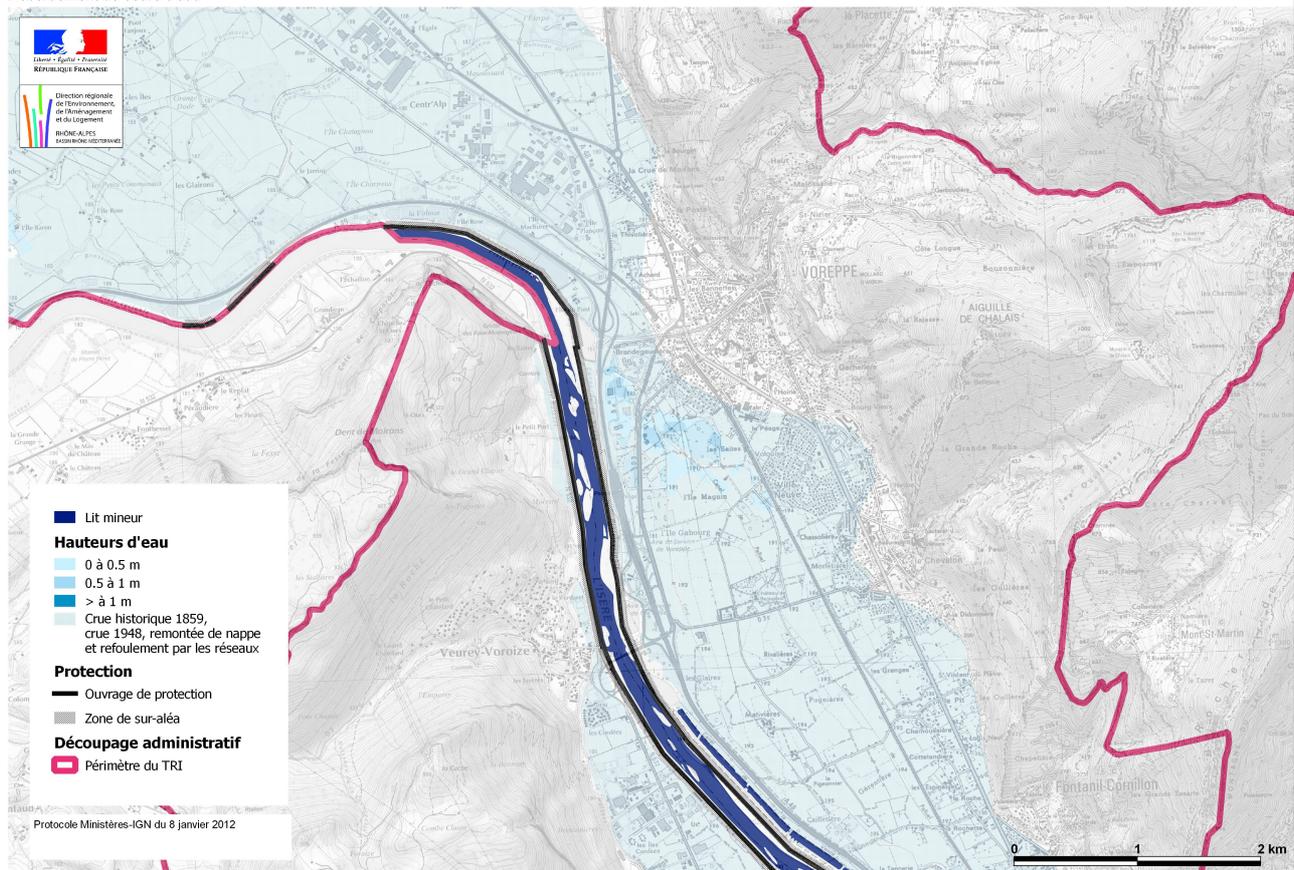
Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

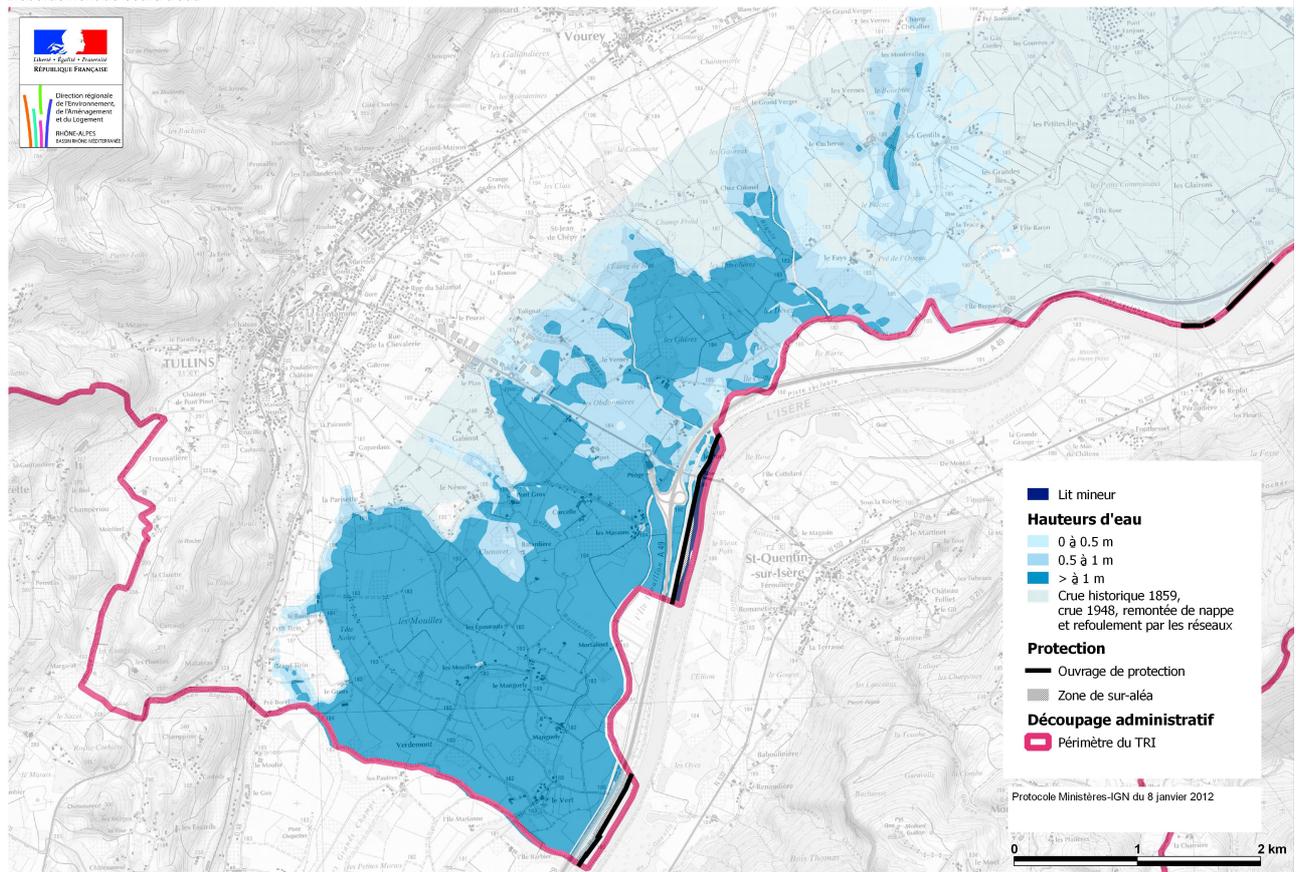
69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19







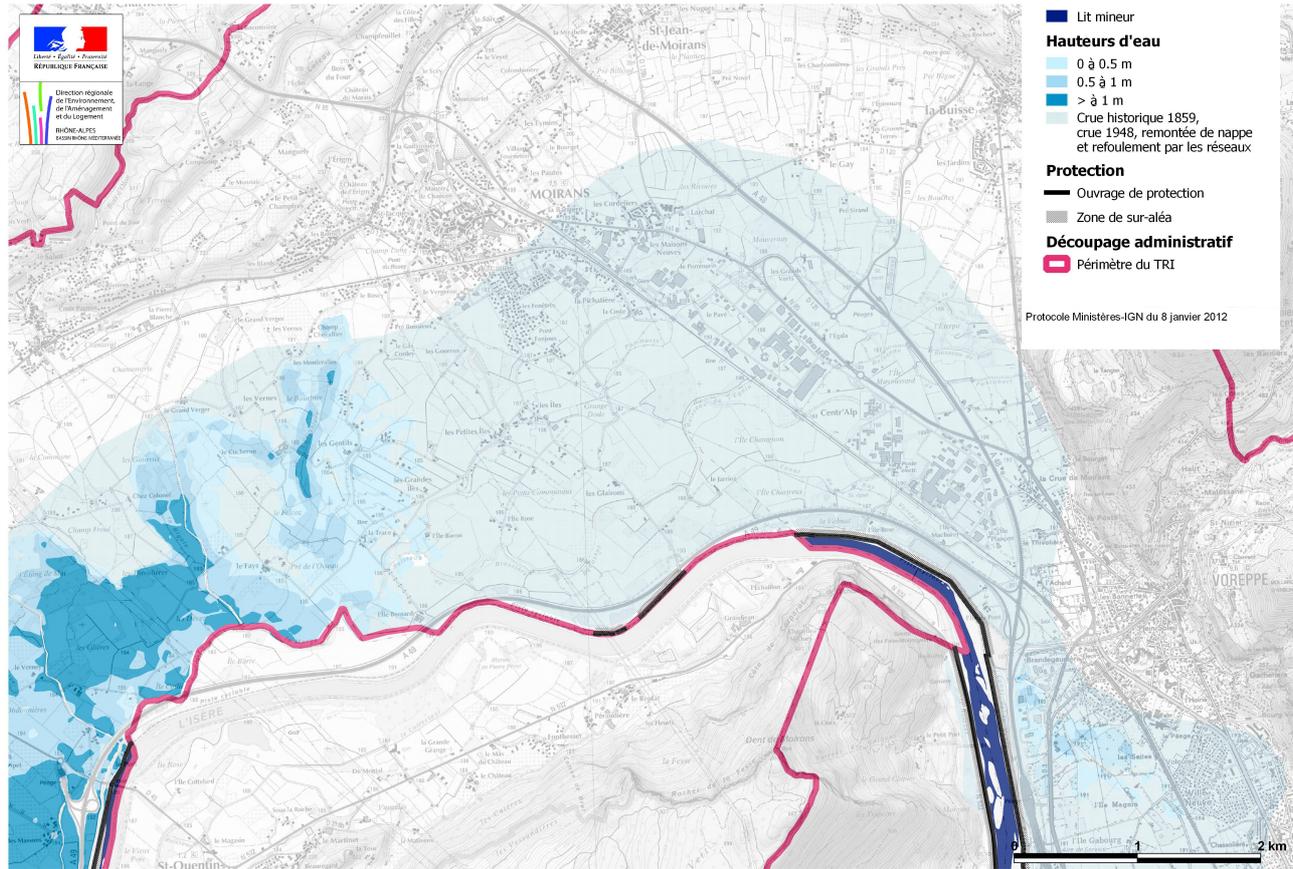


**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19





Legend

- Lit mineur
- Hauteurs d'eau**
 - 0 à 0,5 m
 - 0,5 à 1 m
 - > à 1 m
- Crue historique 1859, crue 1948, remontée de nappe et refoulement par les réseaux
- Protection**
 - Ouvrage de protection
 - Zone de sur-à-léa
- Découpage administratif**
 - Périmètre du TRI

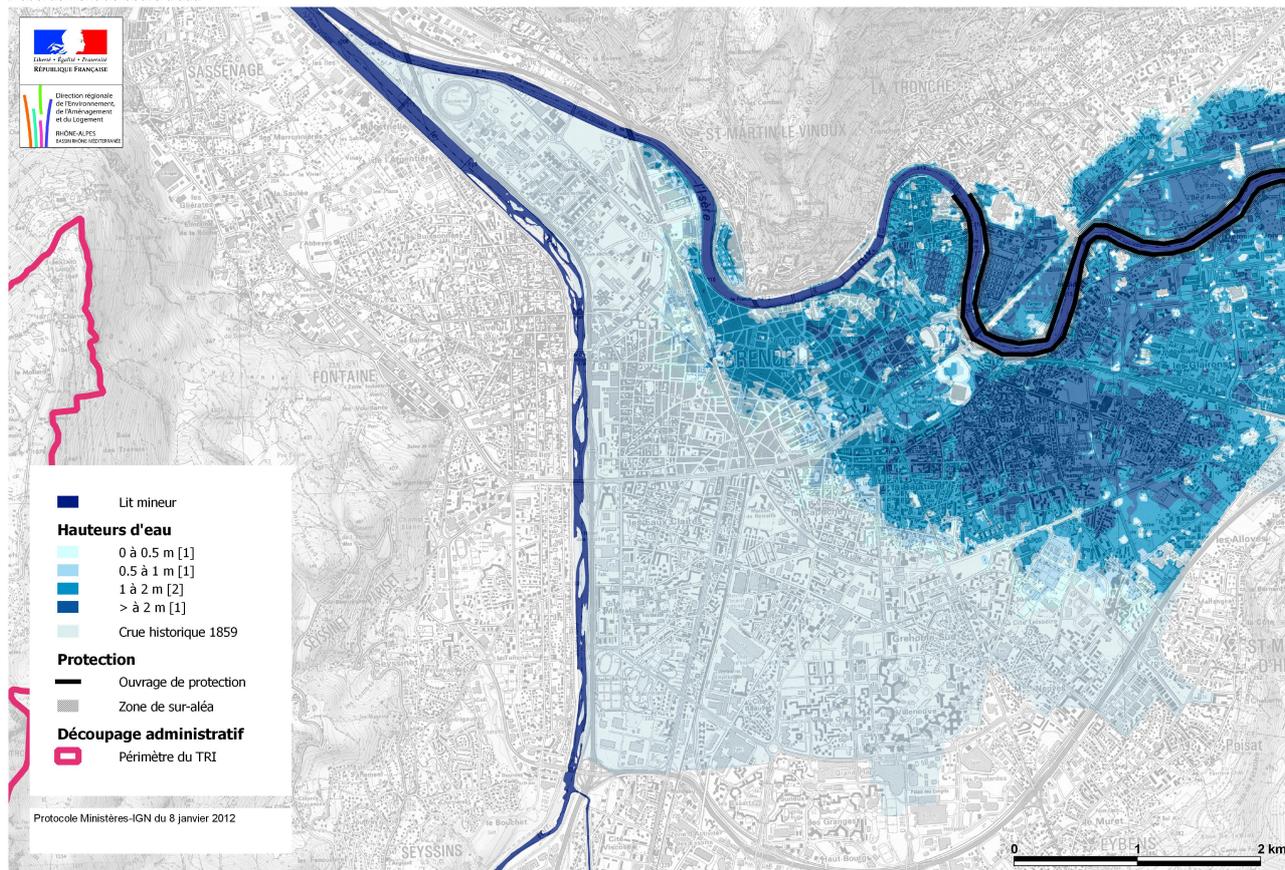
Protocole Ministères-IGN du 8 janvier 2012

**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES**
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



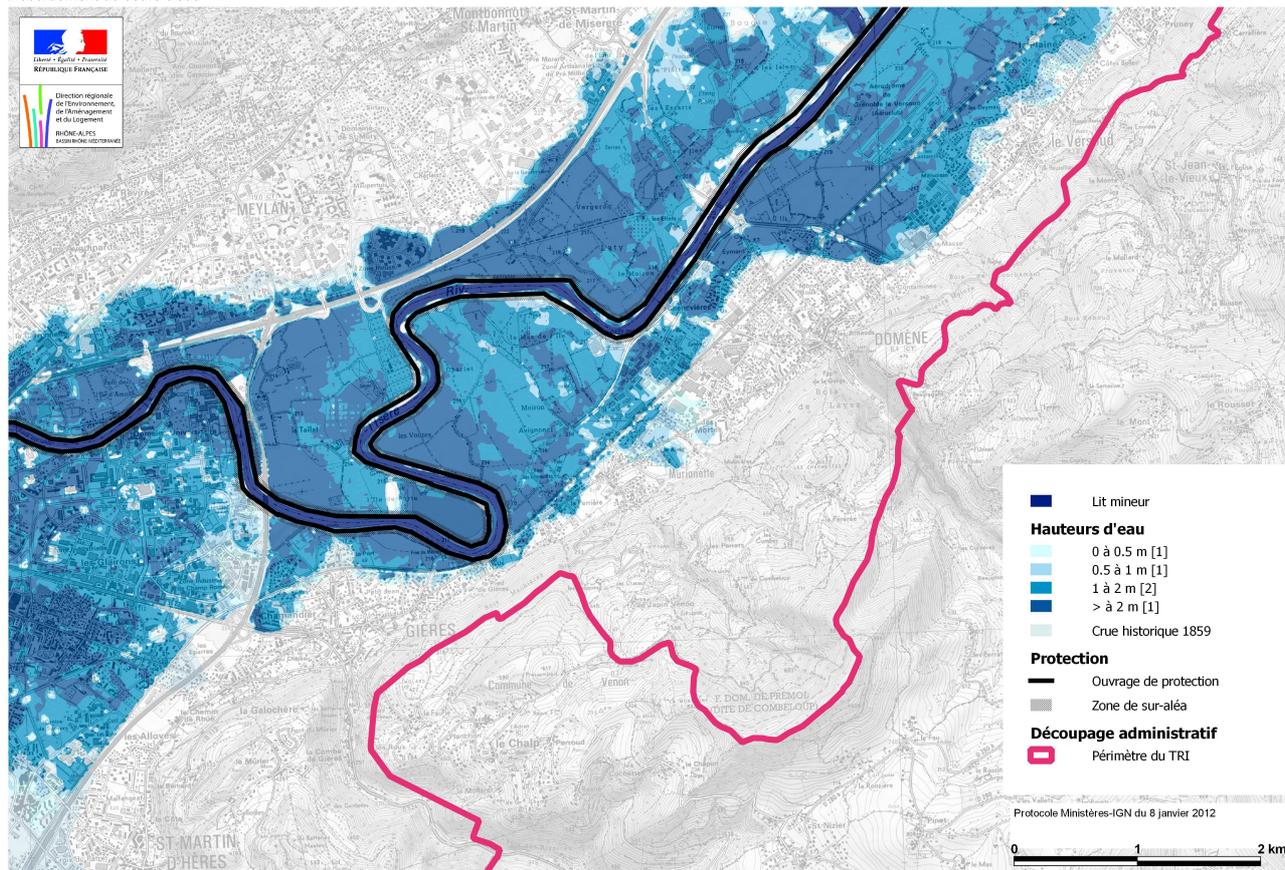


**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



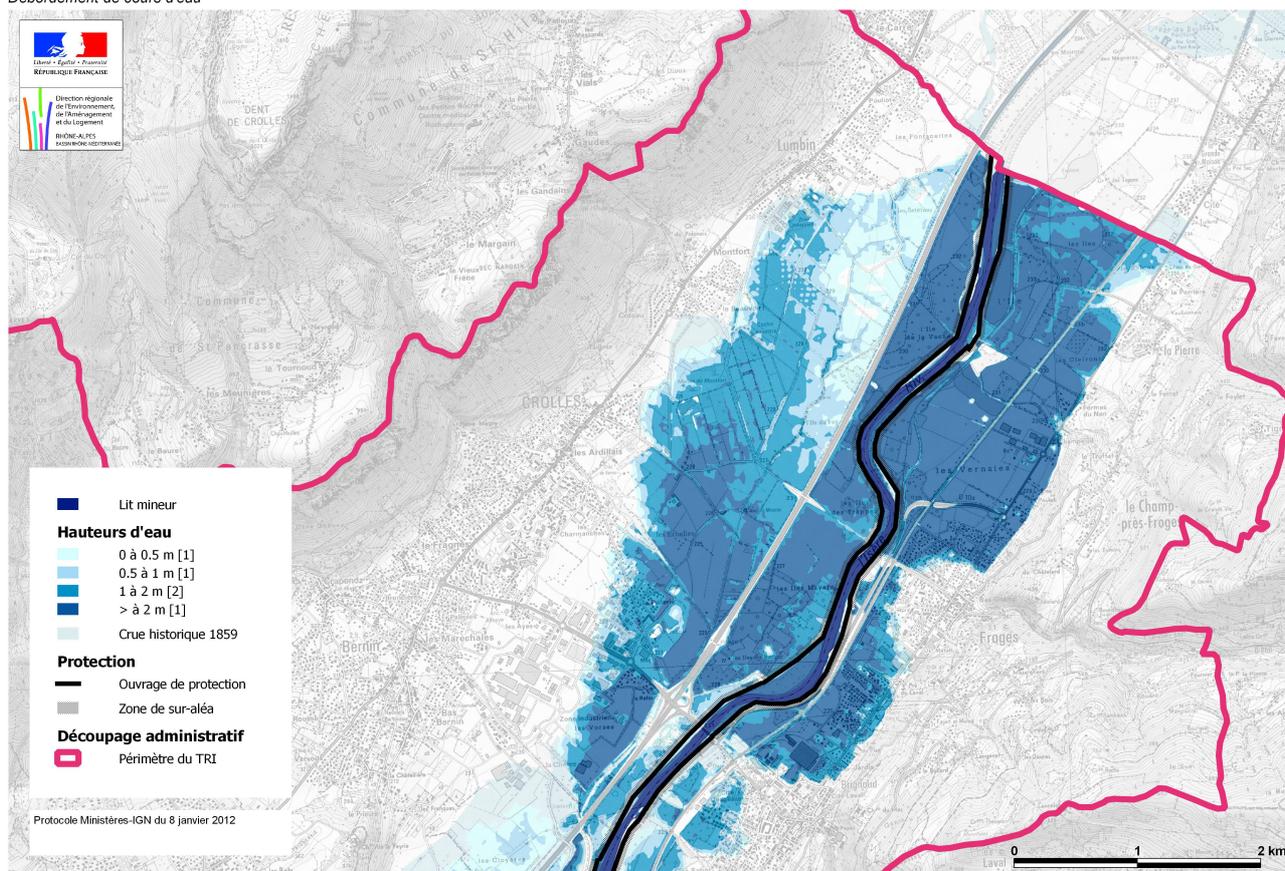


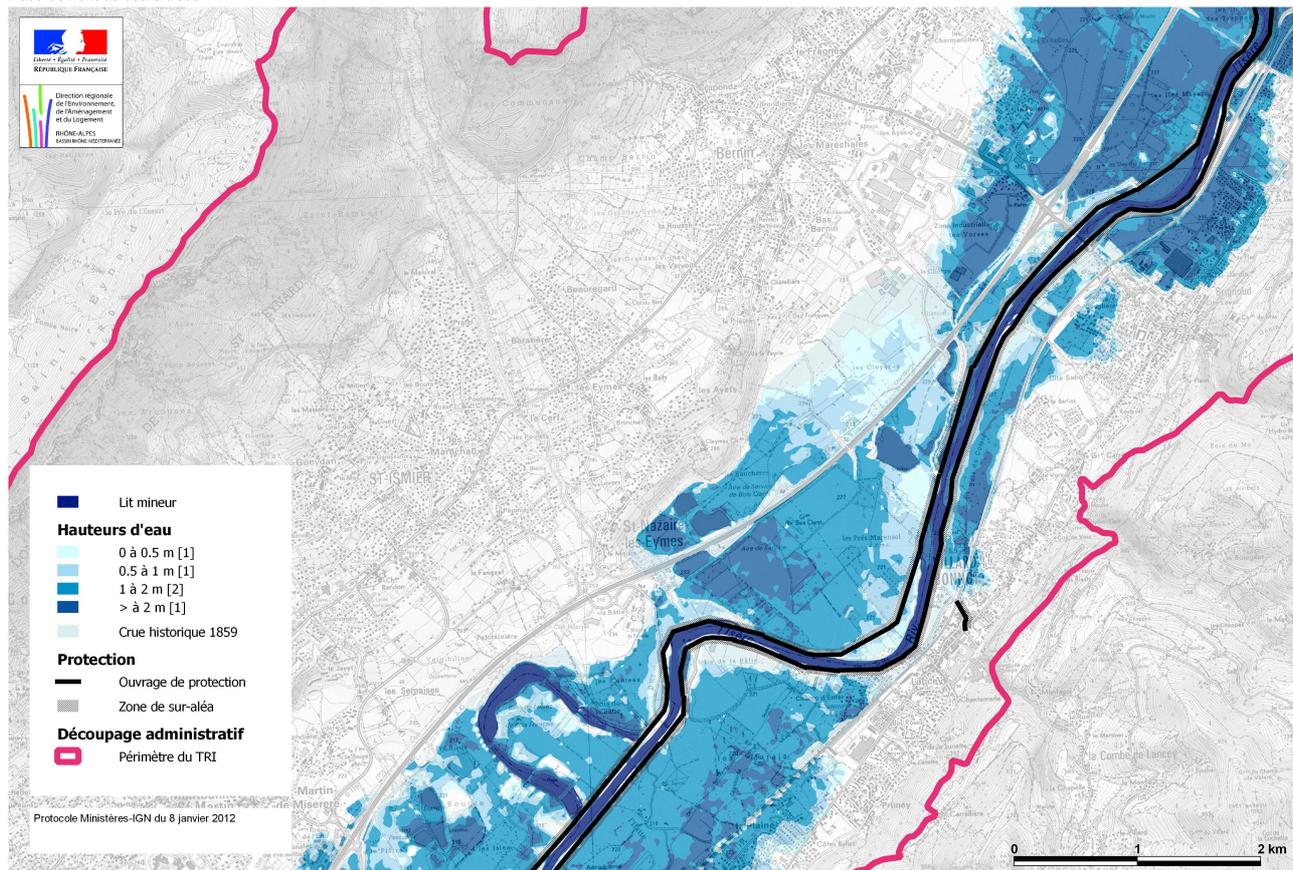
Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19







**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée**

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



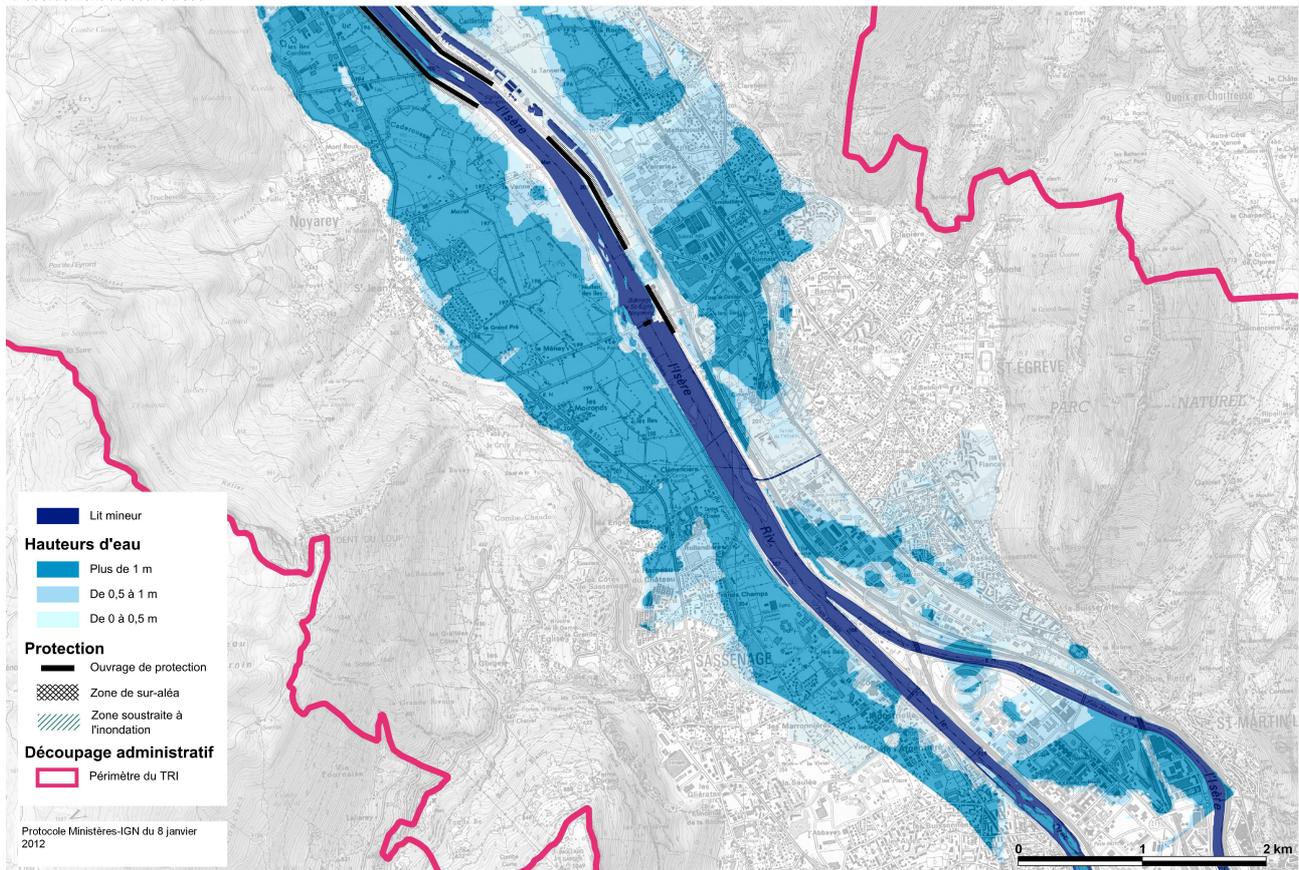


Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19

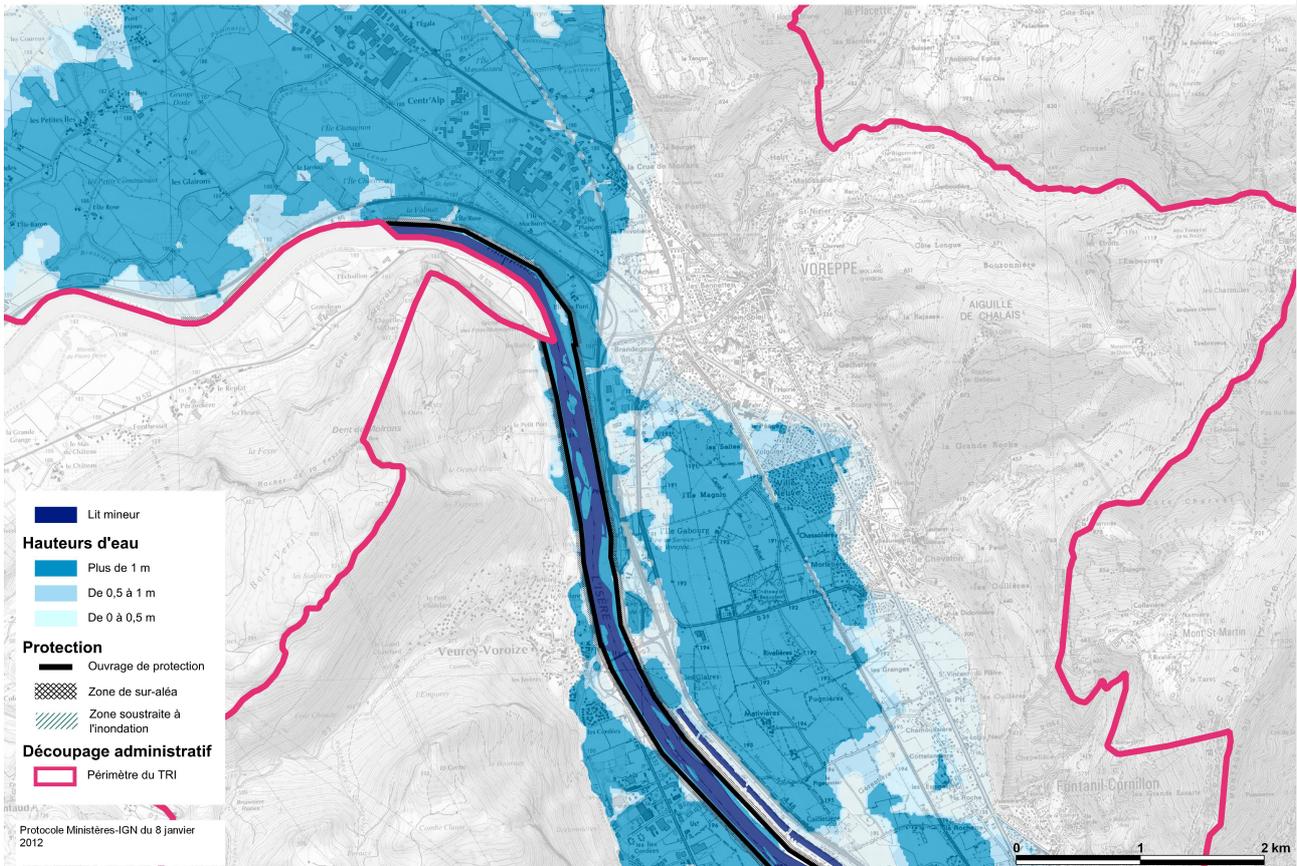




CARTE DES SURFACES INONDABLES - Isère Aval
Débordement de cours d'eau

TRI de Grenoble - Voiron - Secteur 6

SCENARIO EXTREME



Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

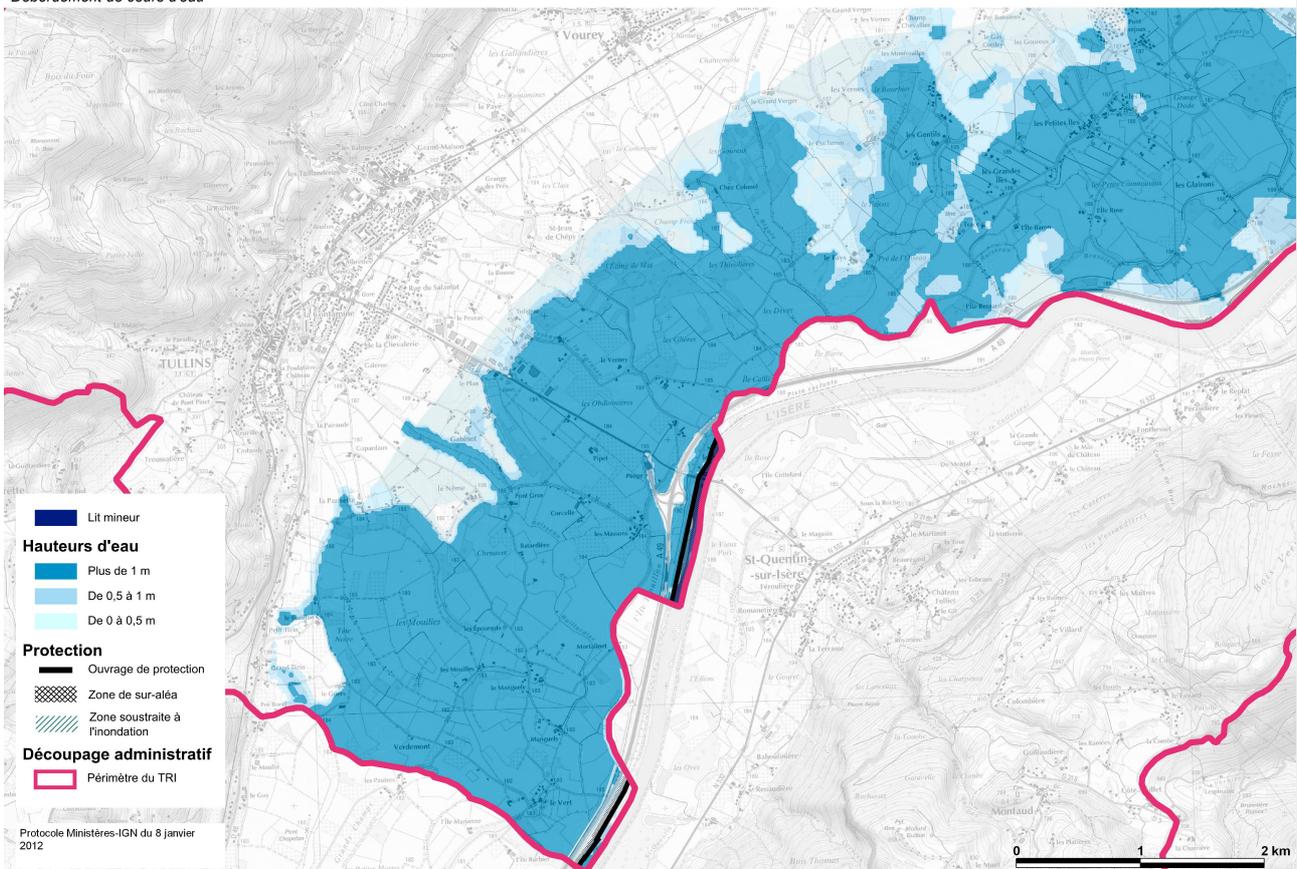
Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



CARTE DES SURFACES INONDABLES - Isère Aval
Débordement de cours d'eau

TRI de Grenoble - Voiron - Secteur 8

SCENARIO EXTREME



Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

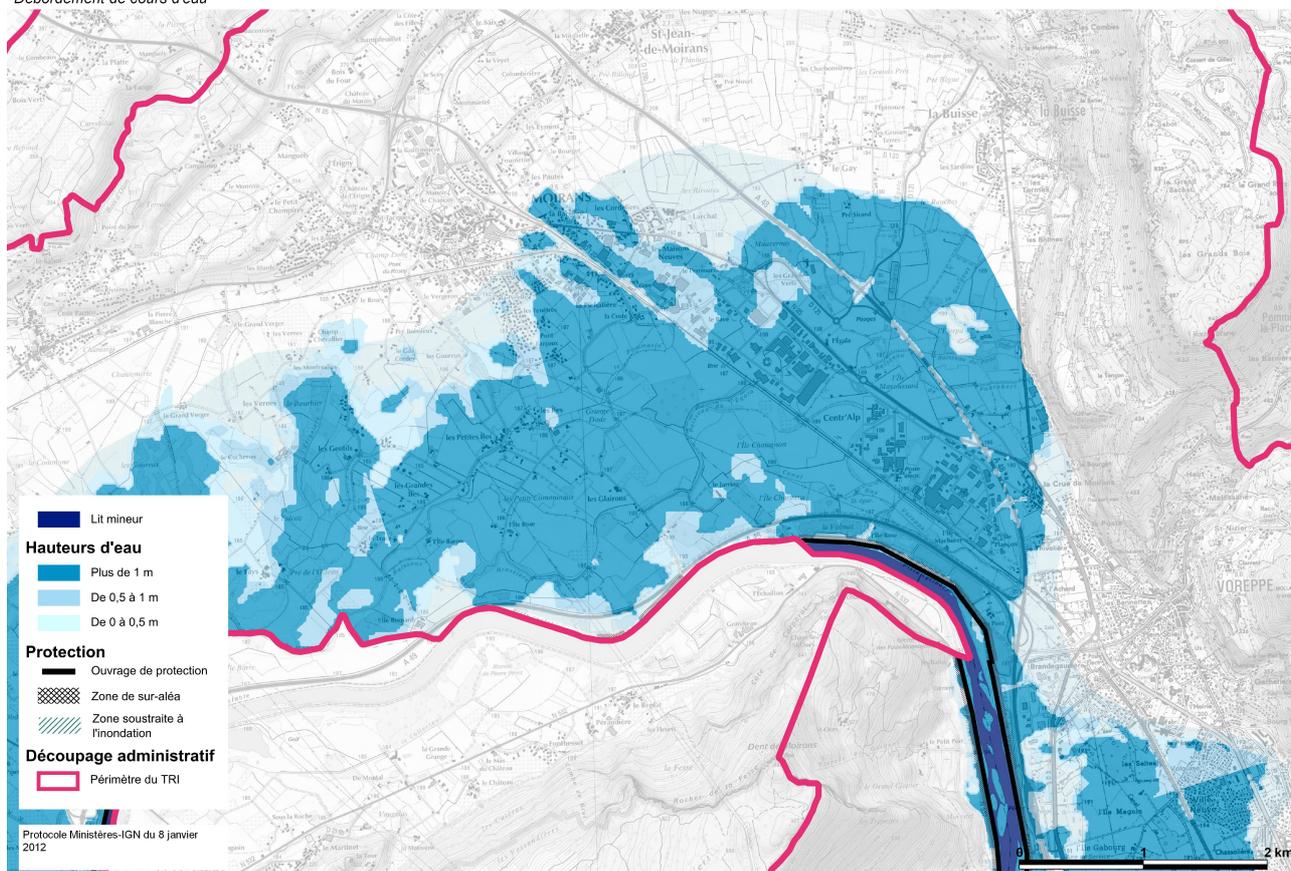
Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19



CARTE DES SURFACES INONDABLES - Isère Aval
Débordement de cours d'eau

TRI de Grenoble - Voiron - Secteur 7

SCENARIO EXTREME



Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
RHÔNE-ALPES
délégation de bassin Rhône-Méditerranée

69453 LYON CEDEX 06

Tél : 33 (01) 04 26 28 60 00
Fax : 33 (01) 04 26 28 67 19

