

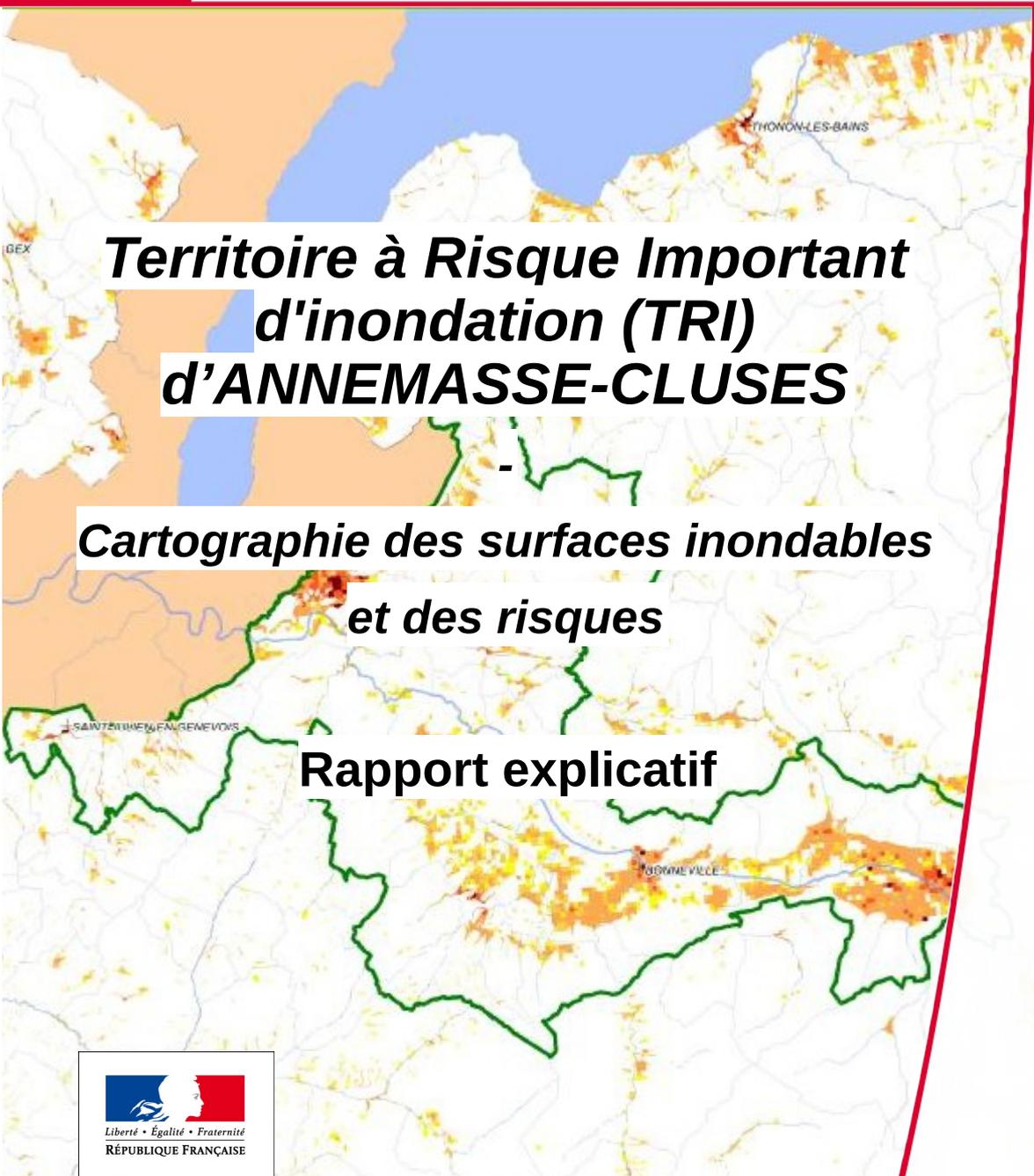
DREAL Rhône-Alpes

Service Prévention des Risques

Décembre 2013

Directive Inondations

Bassin Rhône-Méditerranée



**Territoire à Risque Important
d'inondation (TRI)
d'ANNEMASSE-CLUSES**

**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
Rhône-Alpes

<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 d'Annemasse-Cluses.....	9
2.2 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie.....	12
2.3 - Association technique des parties prenantes.....	14
3 - CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI.....	16
3.1 - Débordement de cours d'eau.....	16
3.2 - Ouvrages pris en compte.....	17
3.3 - Débordements de l'Arve.....	18
3.4 - Cartographie du Giffre.....	26
3.5 - Le Foron de Gaillard (du Chablais Genevois).....	30
3.6 - Carte de synthèse des surfaces inondables.....	32
4 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI.....	33
4.1 - Méthode de caractérisation des enjeux.....	33
4.2 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques.....	33
5 - LISTE DES ANNEXES.....	36

Résumé non technique

Le territoire à risque important d'inondation d'Annemasse-Cluses

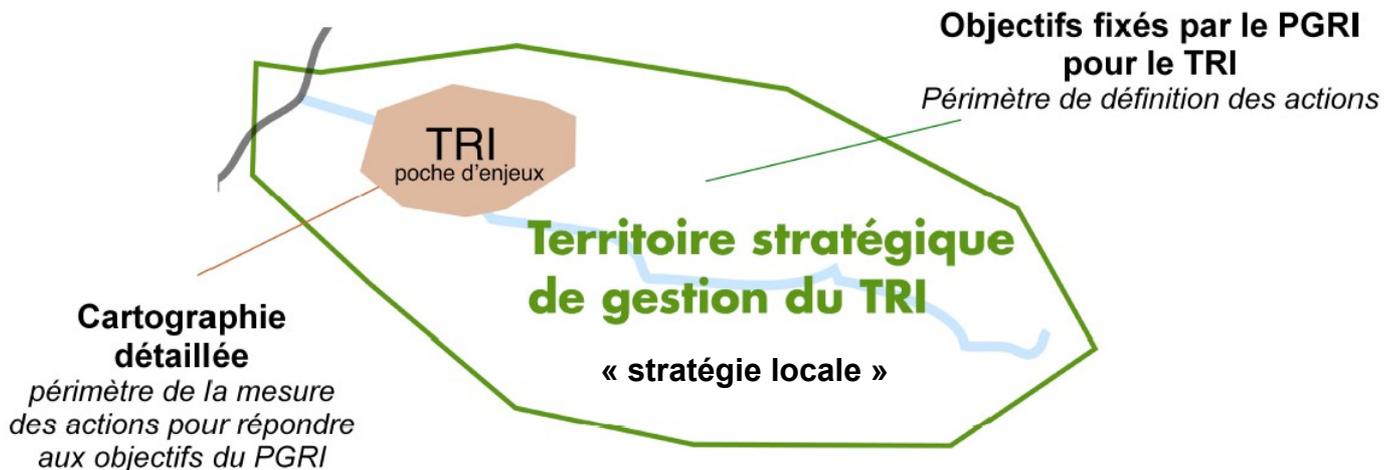
La sélection du territoire à risque important d'inondation d'Annemasse-Cluses implique la mise en œuvre d'une stratégie concertée pour répondre à la Directive inondation.

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 d'Annemasse-Cluses 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 (m²)	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (m²)
Débordements de cours d'eau	94 346	49,1 %	513 213	54 142	66,5 %	6 298 990

Le périmètre du TRI, constitué de 46 communes autour des bassins de vie d'Annemasse et de Cluses, 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'Arve, du Giffre et du Foron de Gaillard (ou du Chablais Genevois).

La cartographie du TRI d'Annemasse-Cluses

Objectifs généraux et usages

La cartographie du TRI d'Annemasse-Cluses 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 d'Annemasse-Cluses se décompose en différents jeux de carte au 1/25 000^e pour les débordements des cours d'eau :

- ➔ un jeu de 3 cartes des surfaces inondables des débordements de l'Arve 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 l'Arve 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 d'Annemasse-Cluses, la cartographie des risques d'inondation fait ressortir l'estimation des populations et des emplois présentée dans le tableau ci-dessous.

	Population permanente			Emplois (min/max)					
	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême	Crue fréquente		Crue moyenne		Crue extrême	
Débordements de cours d'eau	58	6 552	12 984	36	51	3 560	6 162	8 686	13 671

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 d'Annemasse-Cluses 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 présente 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 millénaire).

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 :

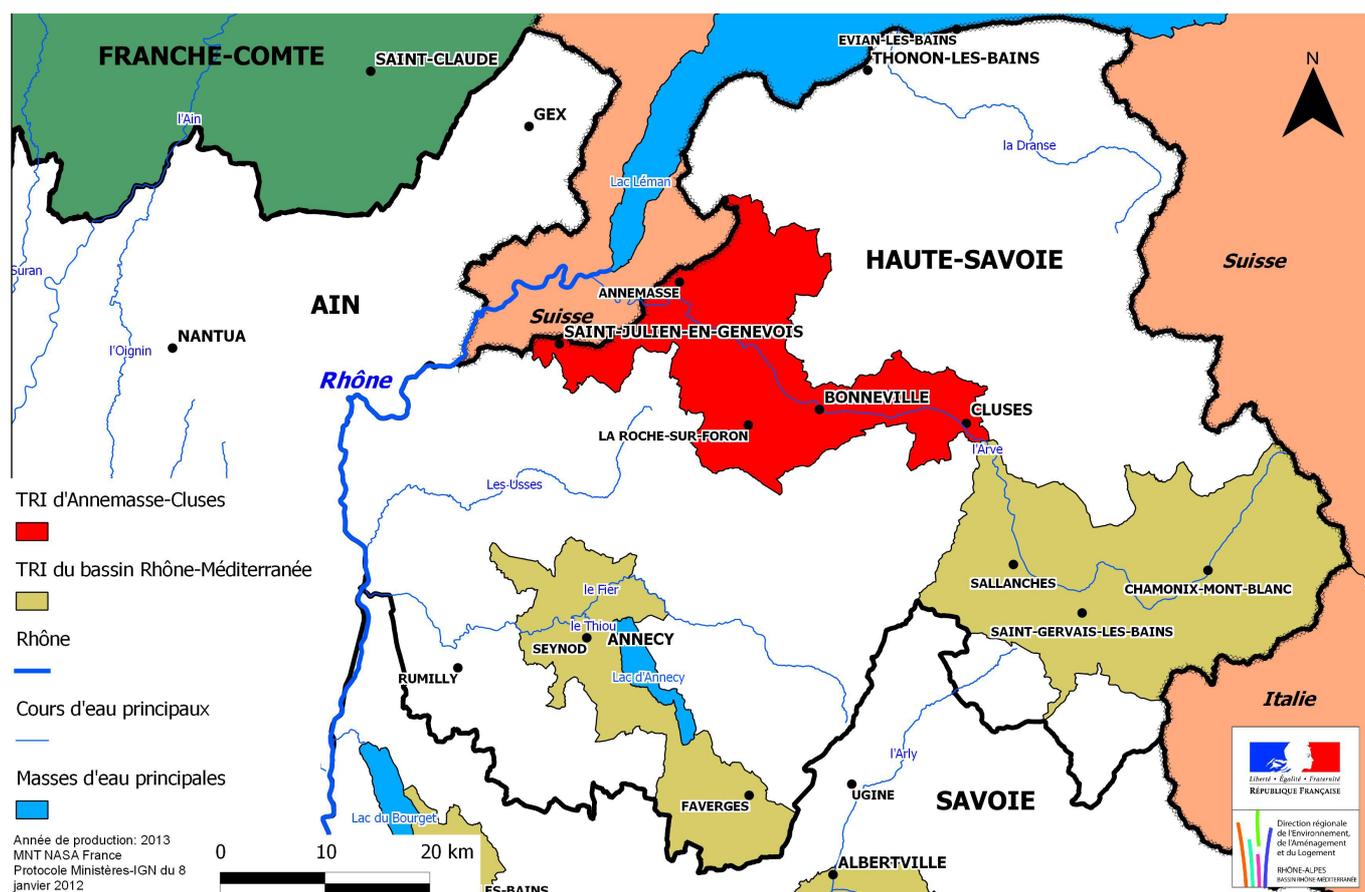
- Des cartes des surfaces inondables de chaque scénario (fréquent, moyen, extrême) pour les débordements de cours d'eau.
Elles représentent l'extension des inondations, les classes de hauteurs d'eau, et le cas échéant les vitesses d'écoulement. Selon les configurations et l'état des connaissances propre 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 d'Annemasse-Cluses (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.

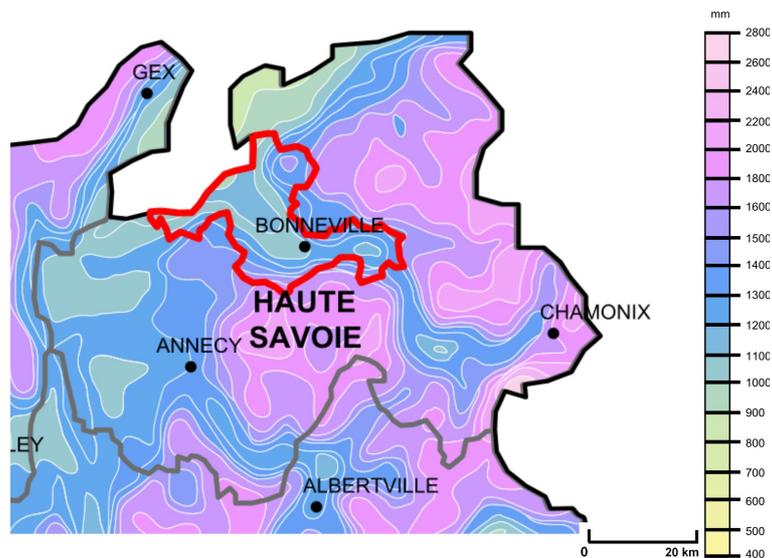
2 - Présentation générale du TRI

Le TRI d'Annemasse-Cluses est situé au centre du département de la Haute-Savoie. C'est un TRI au relief marqué par son caractère montagnard avec des altitudes comprises entre 400m à Annemasse et 1877m pour son point culminant, la Pointe d'Andey.

Situation du TRI d'Annemasse-Cluses



Le climat se caractérise par une pluviométrie qui s'échelonne de 800 à plus de 1200 mm/an. La vallée de l'Arve est le secteur le plus sec car elle bénéficie de la protection des reliefs environnants.



Hauteurs moyennes de précipitations annuelles en Haute-Savoie et sur le TRI sur la période 1981-2010 – Source : Météo France

Sur l'ensemble de l'année, les précipitations sont relativement semblables d'un mois à l'autre. Les régimes pluviométriques ne sont pas très marqués entre les saisons, avec une variation de 10 à 15 % environ. Les mois les plus secs sont généralement les mois d'avril et de décembre. Le mois le plus pluvieux est observé soit en juin-août, soit en novembre-décembre-janvier. Dans les vallées internes et sur les reliefs, deux légers maxima se dessinent, l'un hivernal et l'autre estival. En été, des cellules orageuses localisées sur les reliefs peuvent délivrer de fortes quantités d'eau sur une superficie réduite.

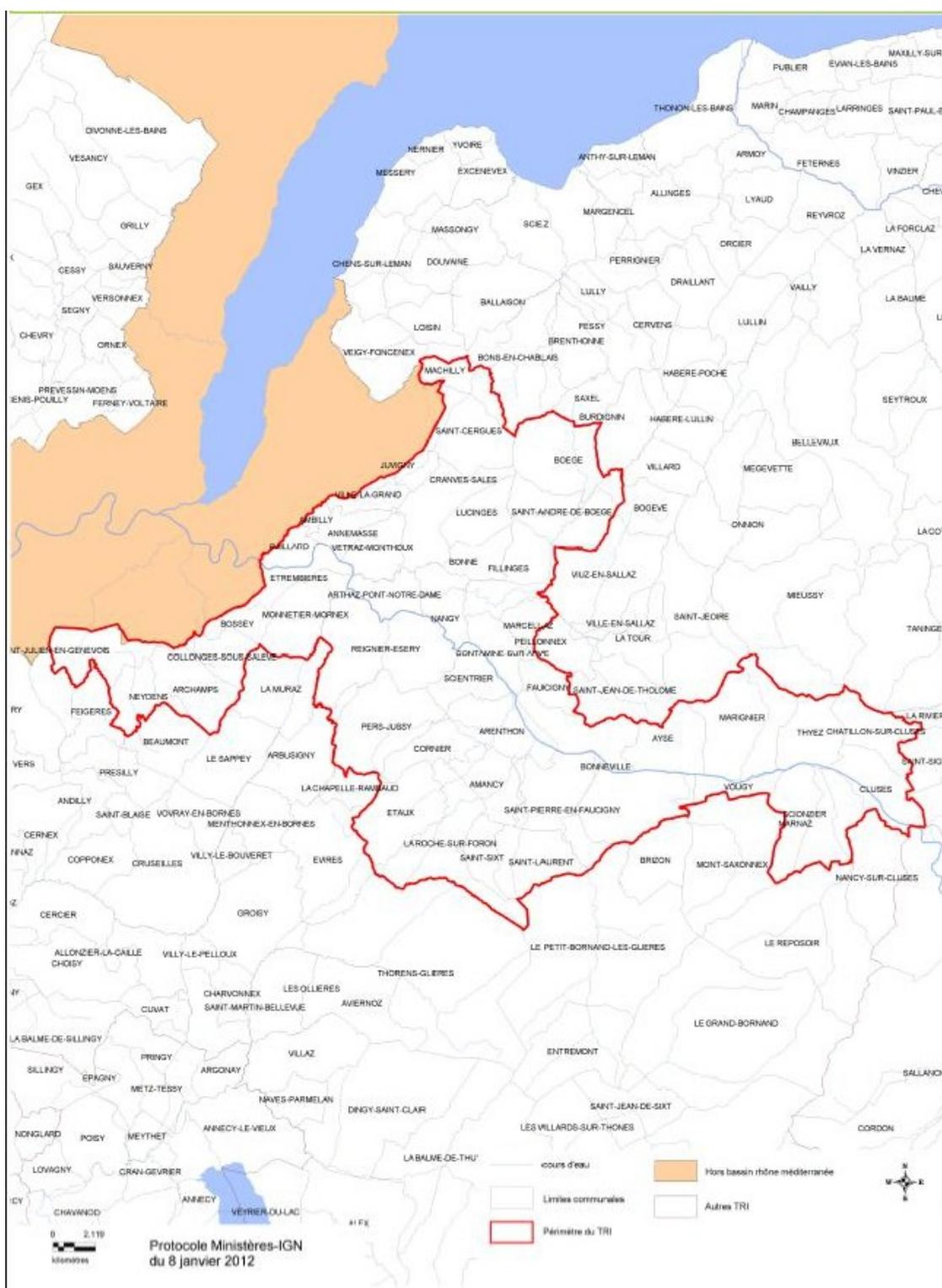
Les importants dénivelés et les effets de versant engendrent des températures également variées, qui restent globalement faibles, avec des moyennes annuelles de 9 à 10 °C dans l'avant-pays et moins de 6°C vers 800-1000 m d'altitude.

C'est environ 700 km de cours d'eau permanent qui draine le TRI, structurés autour de la principale vallée, celle de l'Arve. Le fonctionnement hydrologique global observé sur le TRI est caractérisé par un régime nival.

2.1 - Caractérisation du TRI d'Annemasse-Cluses

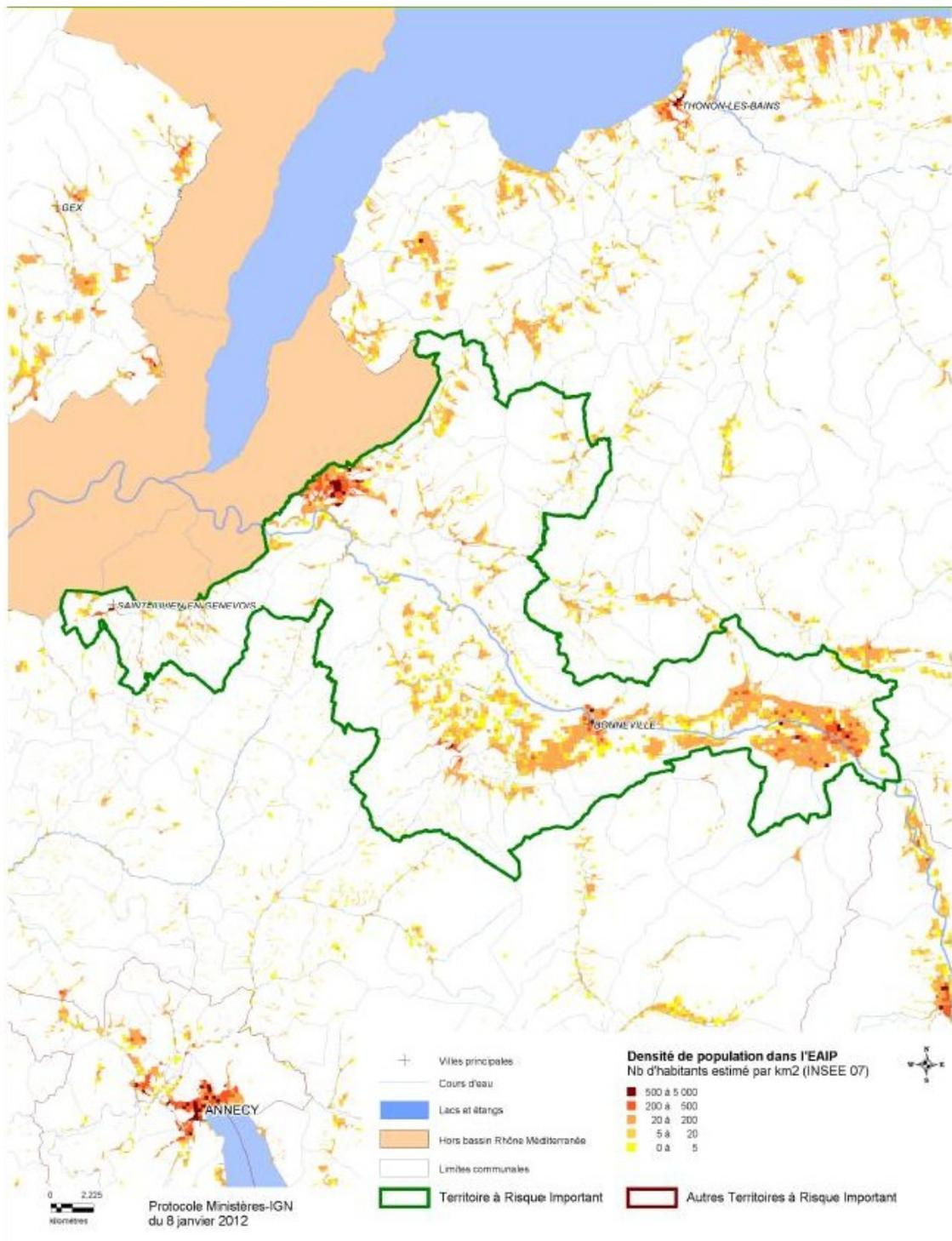
Le territoire d'Annemasse-Cluses est constitué de 46 communes, fortement urbanisées, notamment en s'approchant de l'agglomération genevoise.

Il est traversé par la rivière Arve, principal cours d'eau de la Haute-Savoie et de deux affluents majeurs de rive droite : le Giffre à l'amont du TRI et le Foron de Gaillard (ou du Chablais Genevois) en aval, ce dernier marquant la frontière franco-suisse sur une partie de son linéaire.



Le territoire regroupe 203 000 habitants, sans toutefois présenter une affluence saisonnière significative (12%). C'est surtout en Haute-Vallée de l'Arve, et donc en amont du TRI que le tourisme est particulièrement développé (avec un taux de population saisonnière supérieur à 2).

Population permanente (nb d'habitants)	Population saisonnière (nb d'habitants)	Taux de population saisonnière
203 183	23 889	0,12



Densité de population dans l'EAIP au sein du TRI d'Annemasse-Cluses

En 2011, l'Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation réalisée à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée a permis de déterminer l'Enveloppe Approchée des 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-pied en EAIP (en m ²)
« Débordements de cours d'eau »	94 346	49,1 %	513 213

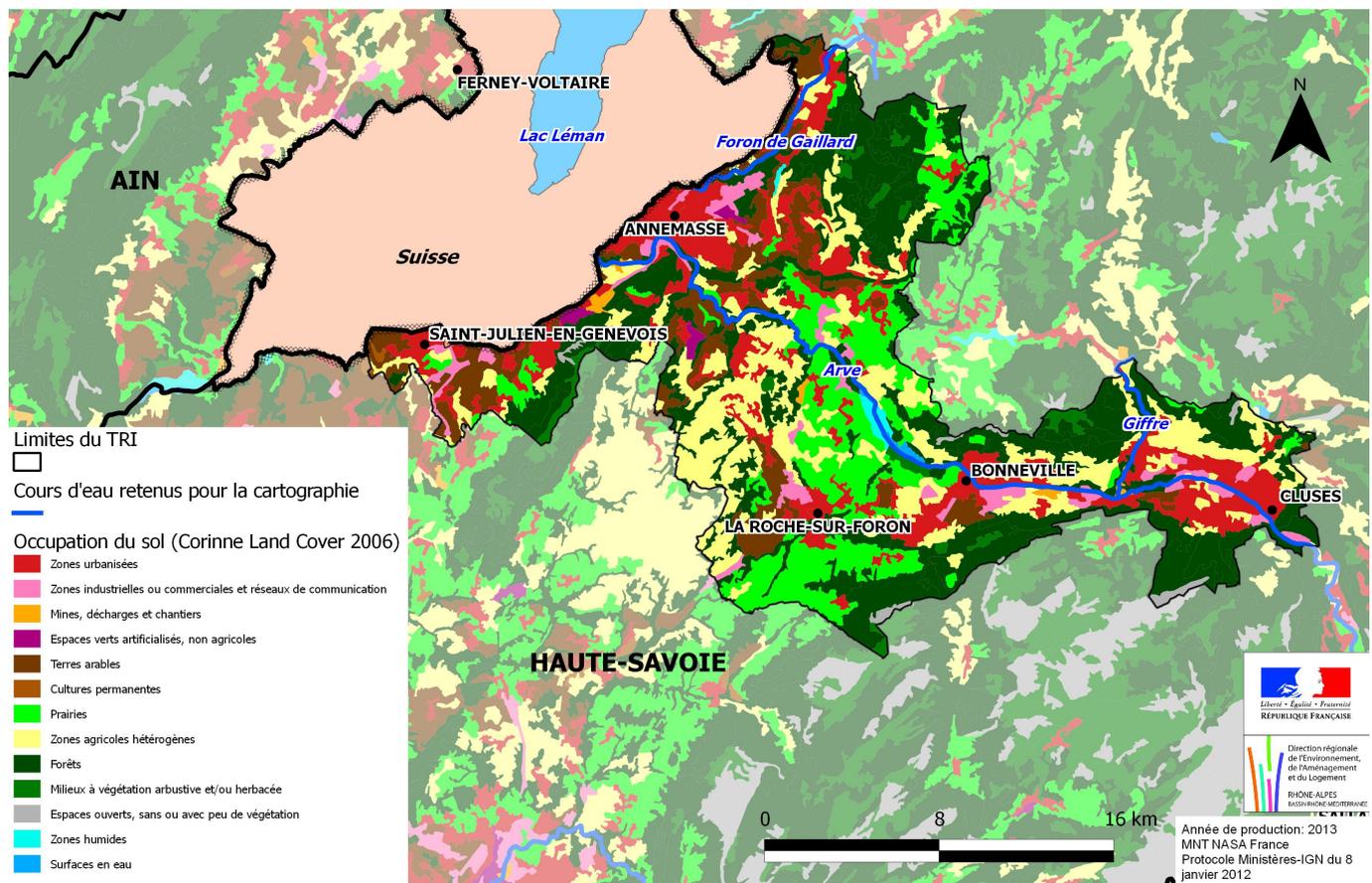
La moitié de la population permanente réside dans l'Enveloppe Approchée des Inondations Potentielles (EAIP). La croissance démographique du territoire est très forte et se traduit par une forte urbanisation de la vallée et un phénomène de diffusion urbaine dans les communes rurales. Les secteurs du TRI les plus dynamiques marqués par une forte pression démographique sont ceux d'Annemasse et de Saint-Julien-en-Genevois et de Cluse. La densité du bâti sur le territoire mais également l'importante emprise de l'habitat de plain-pied, situé, de plus, en fond de vallée, rendent ce territoire vulnérable aux débordements des principaux cours d'eau.

Types de phénomènes	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (en m ²)
« Débordements de cours d'eau »	54 142	66,5 %	6 298 990

Le Genevois français est économiquement très dépendant de Genève et son rôle doit s'apprécier en fonction de sa position frontalière. Il possède un fort potentiel en matière de haute technologie. L'industrie traditionnelle repose sur des filiales de grands groupes spécialisés dans la mécanique ou la pharmacie ainsi que sur de nombreuses PME/PMI. La vallée de l'Arve est très industrielle et est le siège des plus importants centres de décolletage, avec plus de 600 entreprises.

Enfin, le territoire bénéficie d'une position privilégiée au centre d'un carrefour alpin reliant l'Europe du Nord à l'Italie avec l'accès au tunnel du Mont-Blanc par l'autoroute A40. Les réseaux routier et autoroutier sont majoritairement situés dans la plaine alluviale de l'Arve et absorbent de forts trafics tant de transit que pendulaires domicile-travail. Le réseau ferroviaire actuellement moins structurant, est en cours de développement notamment avec l'agglomération genevoise.

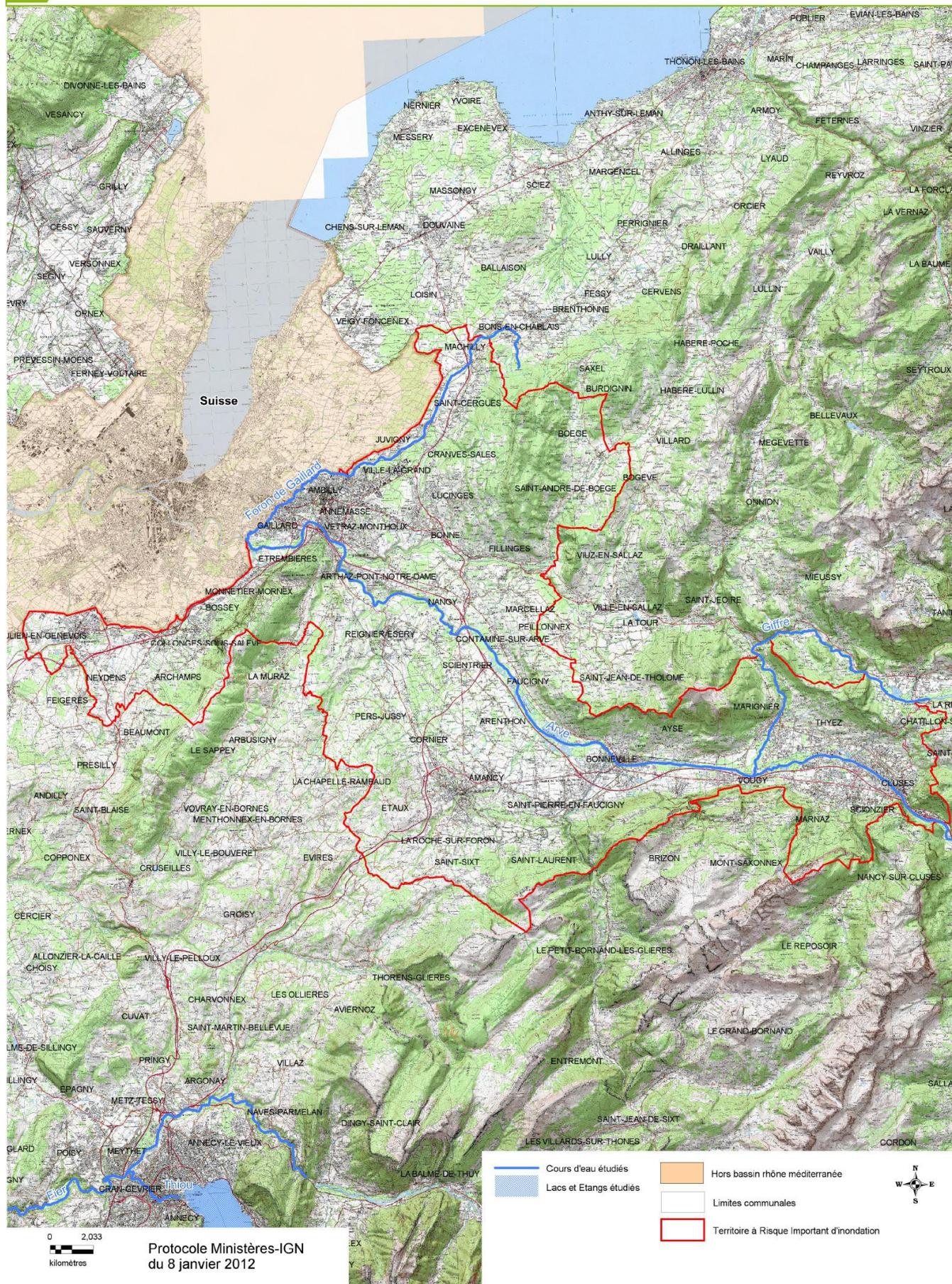
Occupation du sol du TRI d'Annemasse-Cluses en 2006



2.2 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie

Sur ce TRI, l'Arve, le Giffre et le Foron de Gaillard sont les cours d'eau prépondérants. Ceci justifie que seuls leurs débordements soient pris en compte pour la présente phase de cartographie de la mise en œuvre de la Directive Inondation.

TRI d'Annemasse - Cluses Cours d'eau étudiés pour la cartographie



L'Arve et ses affluents sont caractérisés par des crues à cinétique rapide.

L'Arve a connu un rétrécissement généralisé de sa bande active. Le lit est passé progressivement depuis le début du XX^{ème} siècle d'un lit en tresse à un chenal d'écoulement unique. A l'amont du TRI, à Sallanches, la largeur du lit est passée de 500 m en 1930 à 50 m aujourd'hui. Quelques zones de divagations subsistent néanmoins. Le plus grand espace offrant des possibilités de divagation latérale ou d'expansion de crue dans un lit majeur libre d'enjeux s'étend à l'aval de Bonneville sur une dizaine de kilomètres.

L'Arve est en déséquilibre d'un point de vue sédimentaire. Dans sa partie aval, dans ce TRI, elle est en déficit et a donc tendance à s'enfoncer, même s'il persiste quelques secteurs ponctuels susceptibles de s'engraver, notamment par apports en matériaux d'affluents torrentiels (Giffre et surtout Menoge) Cet enfoncement est certes favorable à l'écoulement des crues mais présente un danger pour la stabilité des ouvrages (ponts, digues, etc.). Depuis la réalisation de plusieurs seuils répartis sur le linéaire du cours d'eau, la situation a tendance à se stabiliser.

Le Giffre, malgré son fort potentiel de transport solide, a connu une situation de profond déséquilibre sédimentaire du fait des extractions historiques sur le cours d'eau. Les incisions les plus fortes sont observées à Marignier, à la confluence avec l'Arve.

Le Foron de Gaillard a lui aussi tendance à s'inciser sur sa partie aval/ ...

Le bassin versant de l'Arve est également caractérisé par d'autres risques non représentés dans le présent exercice de cartographie : les phénomènes torrentiels se caractérisant, en plus des vitesses élevées d'écoulement et de propagation, par des apports solides (charriage et lave torrentielle). Les phénomènes de remontée de nappe de sont pas non plus représentés.

La cartographie des enveloppes de crues de l'Arve réalisée reste uniquement le résultat d'une modélisation des débits liquides et ne prend pas en compte les phénomènes d'engravement. L'aléa sur les torrents affluents n'a pas été cartographié.

Les plus récentes crues recensées dans le TRI d'Annemasse-Cluses sont :

- La crue généralisée des 22 et 23 septembre 1968 : la plaine entre Sallanches et Magland est sous l'eau ;
- La crue de février 1990 causées par de fortes pluies ;
- La crue du Giffre amont le 20 juillet 2007 sur le territoire de Sixt-Fer-à-Cheval sous l'effet d'un violent orage. Le phénomène (dont la période de retour est estimé à 100 ans) s'est essentiellement caractérisé par des laves torrentielles très importantes ayant charrié des volumes considérables de matériaux.

2.3 - Association technique des parties prenantes

Le principal acteur de ce TRI en matière de gestion de l'eau est le SM3A (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords), y compris son antenne « Giffre et Risse ». Il possède le statut d'EPTB depuis janvier 2012. Il est la structure pilote du PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) sur l'ensemble du bassin versant de l'Arve, maître d'ouvrage de la plupart des actions de ce programme et coordonnateur des actions des autres maîtres d'ouvrage. Ce PAPI a été labellisé en janvier 2013.

Il est en possession d'un MNT de type LIDAR levé en 2009 sur le lit majeur de l'Arve et d'une étude d'inondabilité menée en 2011 et 2012 par le bureau d'études EGIS Eau sur l'ensemble du linéaire de l'Arve. Ce sont ces données qui ont été utilisées pour la réalisation des cartes.

C'est donc la principale collectivité qui a été associée aux travaux de cartographie.

L'autre collectivité associée à la démarche est le SIFOR (syndicat intercommunal du Foron du Chablais-Genevois) qui met en œuvre le contrat de rivière Foron et est maître d'ouvrage des actions du PAPI qui

concernent cette rivière.

Les autres acteurs mobilisés pour la fourniture des données et les réunions techniques de décembre 2012 et septembre 2013 sont ceux de l'Etat : la DDT (Direction Départementale des Territoires) de Haute-Savoie, le service RTM (Restauration des Terrains de Montagne) de Haute-Savoie, le SPC (Service de Prévision des Crues) Alpes du Nord.

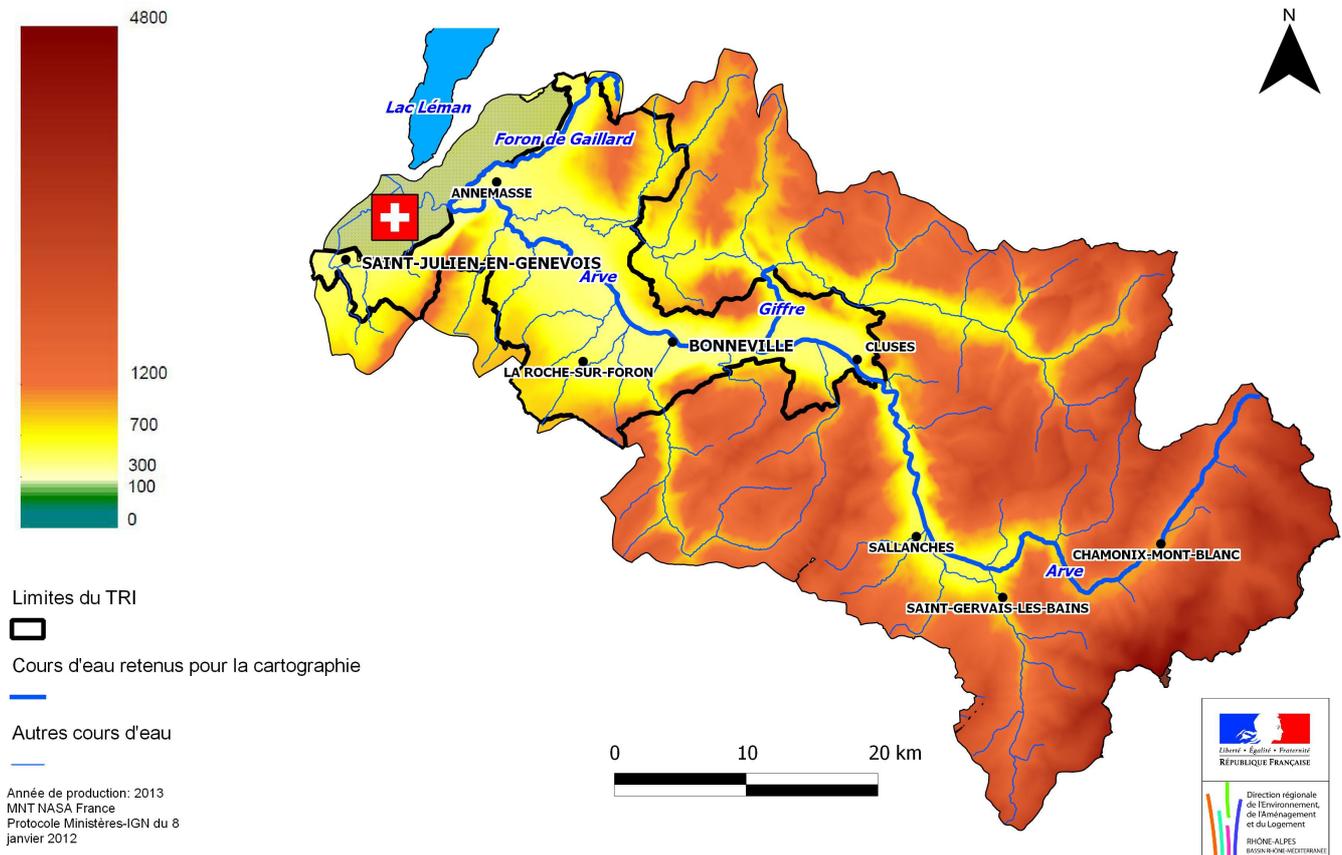
Un comité technique élargi est organisé le 30 septembre 2013 à BONNEVILLE. Ce comité présentera ces travaux aux partenaires suivants :

- État du Canton de Genève
- Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords
- Syndicat Intercommunal du Foron du Chablais Genevois
- Syndicat Intercommunal du Haut Giffre
- Communauté de Commune du Genevois,
- Communauté de Commune des Quatre Rivières
- Communauté de Commune Arve et Salève
- Communauté de Commune de la Vallée Verte
- Communauté de Commune Cluses Arve et Montagne
- Communauté de Commune Pays du Mont-Blanc
- Communauté de Commune Faucigny-Glières
- Communauté de Commune du Pays Rochois
- Communauté de Commune de la vallée de Chamonix
- Communauté de Commune des montagnes du Giffre
- Annemasse Les Voirons Agglomération
- Communes : Chamonix-Mont-Blanc, Contamines-Montjoie, Passy, Les Houches, Cluses, Saint-Cergues, Samoëns, Sixt-Fer-à-Cheval, Arenthon, Entremont
- EDF
- Fédération EAF-France Electricité
- ASTERS
- FRAPNA
- UNICEM – section carrières et dragages
- Fédération BTP 74
- Syndicat des propriétaires Forestiers Sylviculteurs
- Chambre d'Agriculture
- Agence de l'Eau
- ONEMA
- Conseil Général, DAEDR Environnement
- DDT de Haute-Savoie
- ONF / RTM de Haute-Savoie
- SPC Alpes du Nord

3 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

3.1 - Débordement de cours d'eau

Bassin versant de l'Arve et localisation du TRI d'Annemasse-Cluses

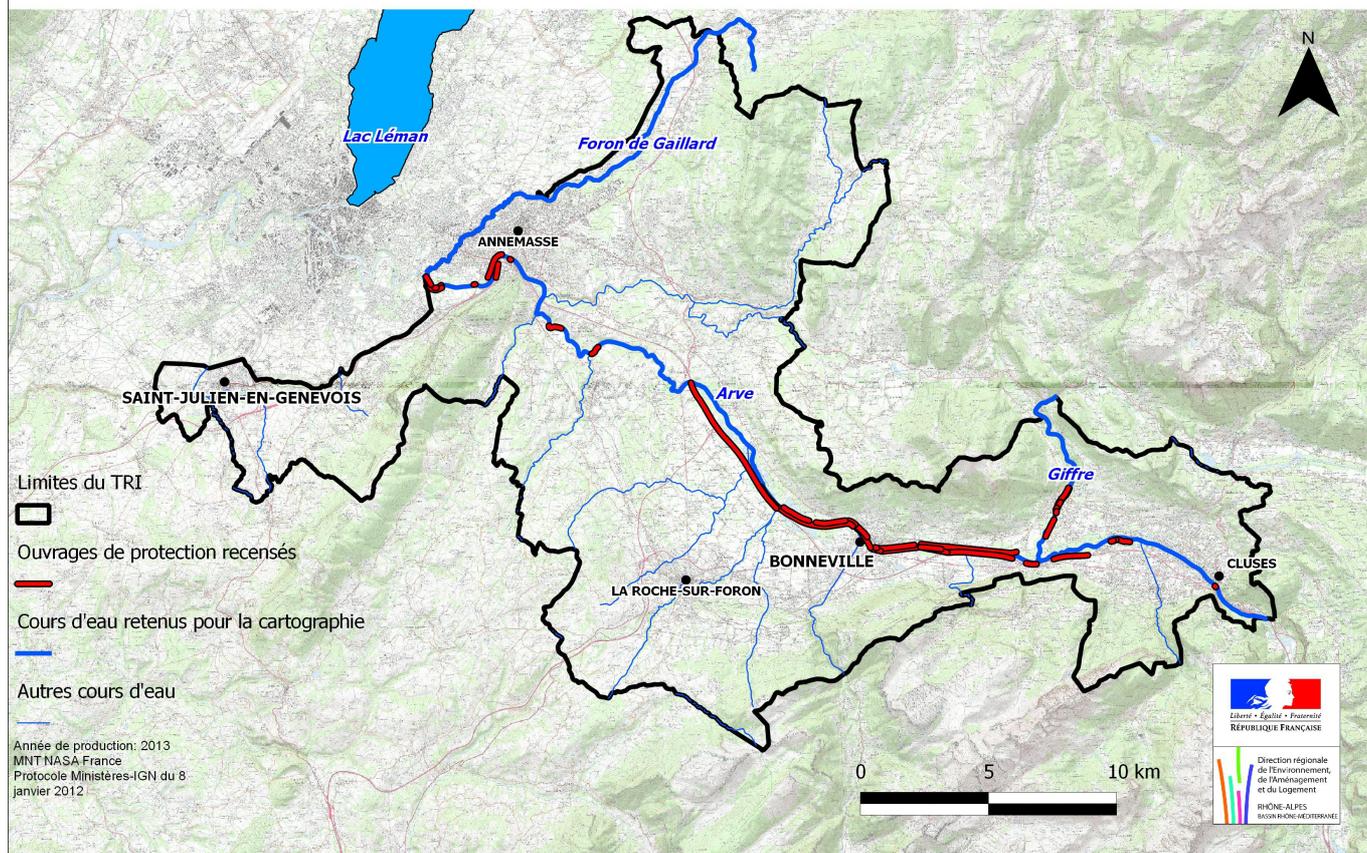


Les cours d'eau ont été étudiés séparément et sont représentés dans des atlas cartographiques qui leur sont propres.

L'échelle de validité des cartes est le 1/25000°.

3.2 - Ouvrages pris en compte

Localisation des ouvrages de protection recensés au sein du TRI d'Annemasse-Cluses



Au sein de chaque TRI un recensement des ouvrages de protection contre les inondations a été effectué. Pour le TRI d'Annemasse-Cluses, les ouvrages représentés sont :

- les digues de l'Arve recensées par le Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Abords (SM3A) lors de l'inventaire rendu en début d'année 2013,
- les digues du Giffre recensées à l'occasion de l'étude du Giffre et des ouvrages de protection dans la traversée de Marignier réalisée en 2008.

Cet inventaire contient :

- la mention de l'ouvrage,
- les éléments de connaissance de l'ouvrage : caractéristiques, état général,
- la nature des enjeux protégés,
- la classe mathématique de l'ouvrage (à ce jour les ouvrages n'ont pas été classés par arrêté préfectoral),
- l'emprise de la zone protégée.

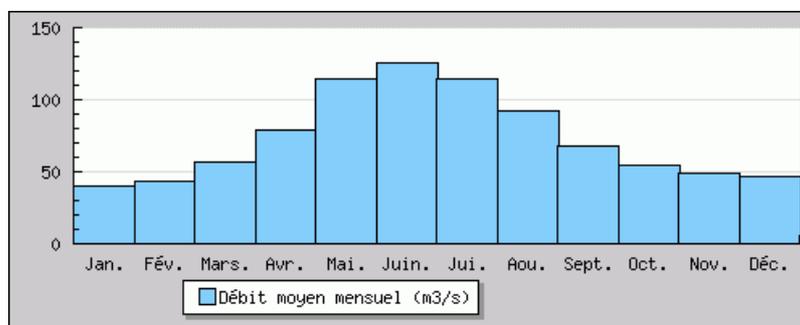
3.3 - Débordements de l'Arve

Principales caractéristiques des phénomènes

L'Arve, affluent de rive gauche du Rhône qu'il rejoint à la Jonction (alt. 372 m) en aval de la ville de Genève, prend sa source dans le massif du Mont-Blanc, au col de Balme (alt. 2192 m), près de la frontière suisse du Valais. Elle représente, avec un parcours de 107 km (dont 98 km en France) et un bassin versant de 2 164 km², l'axe structurant du territoire et le principal cours d'eau de Haute-Savoie.

Elle s'écoule tout d'abord dans une direction Nord-Est/Sud-Ouest à travers la vallée de Chamonix-Mont-Blanc avant de prendre une orientation globalement Sud-Est/Nord-Ouest à partir de la commune des Houches.

L'Arve dans le TRI d'Annemasse-Cluses connaît un régime hydrologique nival. L'étiage est hivernal, même s'il est moins marqué et moins long qu'en amont du TRI.



Hydrogramme de la station d'Arthaz-Pont-Notre-Dame

L'Arve présente une forte augmentation de ses débits d'amont en aval. Ceci s'explique par les apports de ses nombreux affluents. Par exemple, le débit de crue centennale est estimé à 180 m³/s à Chamonix et à 900 m³/s à Genève.

Les crues sont prédominantes en mai-juin-juillet, la rivière étant encore dominée les crues de printemps et d'été dues à la fonte nivale.

Le risque inondation se caractérise par des crues rapides. L'étude d'inondabilité menée par EGIS en 2011 retient pour les hydrogrammes de crues d'occurrence centennale des temps de montée d'environ 24 heures à Arthaz-Pont-Notre-Dame. Le temps de propagation d'une crue de l'Arve entre Sallanches et Genève est de l'ordre de 8 heures.

Crues historiques de l'Arve

Ne sont présentées ici que les crues datant de moins de 50 ans.

Date de l'événement	Observations
22 et 23 septembre 1968	Crue de l'Arve d'une période de retour comprise entre 50 et 100 ans. Des quartiers de Bonneville et le centre-ville sont sous les eaux. Le Pont Neuf est emporté à Reignier, premier pont en béton armé en France.
19 janvier 1979 28 janvier 1979	Fortes pluies. Circulation interrompue sur la RN 205 entre Bonneville et Contamines-sur-Arve. Inondation de Gaillard.
5 juillet 1980	Forte crue évaluée à 720 m ³ /s à Etrembières.
11 octobre 1981	Crue forte à l'aval de Passe (680 m ³ /s). Seuil de la Sardagne emporté.
10 et 11 octobre 1988	Crue causée par de forte pluie. L'Arve déborde en aval de Reignier.
13 et 14 février 1990	Les montagnes ont reçu les jours précédents un important manteau neigeux à partir de 400m d'altitude. Surviennent à partir du 13 février de très importantes précipitations associées à un vent du Sud-Ouest soutenu et à un brusque redoux. Sur le Jura et les Préalpes les cumuls dépassent les 200mm en trois jours avec des périodes de retour exceptionnelles sur l'Arve (100 ans : 140mm en deux jours, 227mm en sept jours). La crue de l'Arve est décennale sur la moyenne vallée. En termes de dégâts, quelques caves et rez-de-chaussée sont inondées ainsi que le réseau routier secondaire. En Haute-Savoie, deux ponts sont emportés, des petites routes sont ravagées et de nombreuses habitations endommagées.

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie sont le résultat de la modélisation ayant fait l'objet de l'étude d'inondabilité de la vallée de l'Arve¹, dont le maître d'ouvrage est le SM3A, et menée par EGIS Eau en 2011 pour les crues décennale et centennale. Un complément a été réalisé en 2013 pour la modélisation de la crue millénaire.

Comme il est d'usage pour les études d'inondabilité, celle-ci s'est réalisée en deux temps : analyse hydrologique puis modélisation hydraulique.

- **Analyse hydrologique**

L'analyse hydrologique permet de déterminer les débits et hydrogrammes caractéristiques des crues de

¹ Les objectifs de cette étude étaient d'une part de déterminer les secteurs à enjeux exposés au risque d'inondation par les crues de l'Arve et d'autre part d'identifier les secteurs à enjeux limités susceptibles de devenir des zones de rétention temporaire des eaux afin de limiter l'impact des crues sur les secteurs à forts enjeux.

l'Arve sur tout le linéaire.

Les débits sont estimés à chaque point de confluence pour les crues décennale, centennale et millénaire à partir d'études antérieures et d'autres sources telles que la Banque Hydro.

Pour la rivière Arve, et après vérification, ce sont les débits issus de l'étude SOGREAH de 1991 qui servent de référence, cette étude ayant servi de base aux premiers PPRi de ce secteur.

Les hydrogrammes retenus sont réalisés à partir de crues historiques aux différentes stations hydrométriques.

A Arthaz, les hydrogrammes sont issus de crues observées caractérisées par un temps de montée de l'ordre de 24 heures. Les débits de pointe sont les débits de référence proposés par SOGREAH en 1991 dans les études préalables au contrat de rivière Arve.

Pour la crue millénaire, les débits de pointe sont déduits par extrapolation des débits des crues décennales et centennales (données SM3A) selon un ajustement de Gumbel. Les hydrogrammes de crue millénaire sont ensuite déduits par homothétie des hydrogrammes de crues centennales.

Localisation	Commune	BV (km ²)	Débit retenu (m ³ /s)			Q100/Q10	Q1000/Q100
			Q10	Q100	Q1000		
Pont Gravin (amont du TRI)	Magland	660	355	500	642	1,41	1,28
Pont de Balme	Cluses		362	514	663	1,42	1,29
Aval Englenaz	Cluses	677	369	528	684	1,43	1,30
Aval Foron	Anterne/Thyez	835	407	574	738	1,41	1,29
Aval Giffre	Marignier	1257	538	758	974	1,41	1,28
	Bonneville	1357	567	799	1027	1,41	1,29
Aval Borne	Bonneville	1510	609	859	1104	1,41	1,29
Aval Foron de la Roche	Arenthon		622	886	1145	1,42	1,29
	Bellecombe	1620	651	918	1180	1,41	1,28
Pont Neuf	Arthaz	1664	665	930	1190	1,40	1,28
Aval Menoge	Etrembières	1877	705	995	1280	1,41	1,29

- **Modélisation hydraulique**

A partir des débits déterminés dans l'étude hydrologique, la modélisation hydraulique permet de simuler les écoulements : déterminer l'emprise potentielle de la crue, la hauteur d'eau ainsi que les échanges entre le lit mineur et le lit majeur d'une part et entre les zones du lit majeur d'autre part.

Construction de la modélisation par EGIS (extrait du rapport de l'étude d'inondabilité de la vallée de l'Arve) :

- **Choix du modèle :**

Il a été choisi d'utiliser un modèle hydraulique 1D à casiers (c'est-à-dire avec des profils en travers dans le lit mineur et des casiers dans le lit majeur) pour représenter non seulement les écoulements en lit mineur mais également entre le lit mineur et le lit majeur et entre les secteurs du lit majeur.

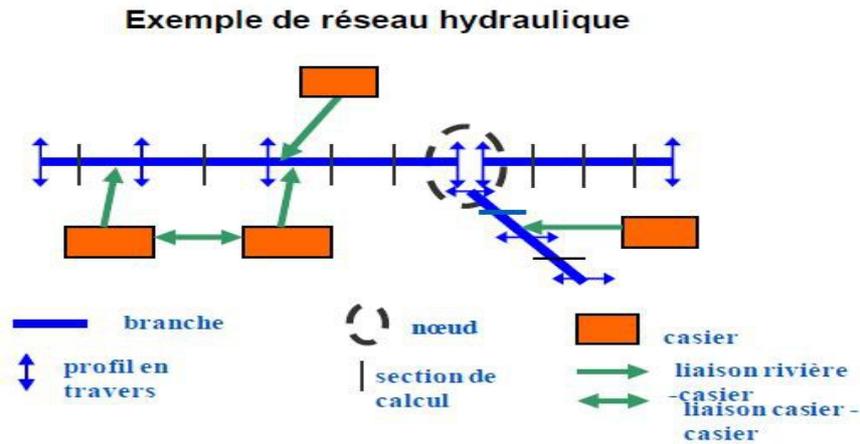


Schéma type d'un modèle 1D à casiers

Pour la crue millénale, le lit majeur a été modélisé avec un maillage 2D.

- **Choix du régime d'écoulement :**

Le régime permanent est notamment basé sur l'hypothèse que la pointe de crue est suffisamment étalée pour que s'instaure au maximum de la crue un régime d'écoulement à débit constant.

Le régime transitoire intègre le facteur temps et permet de ce fait de travailler sur la réalité d'un événement de crue à travers la prise en compte d'un hydrogramme.

Peuvent ainsi être mis en évidence sur les paramètres hydrauliques, les phénomènes :

- de stockage dans le champ d'inondation,
- de laminage de la pointe de la crue.

De plus, et par définition, le facteur durée de submersion peut être introduit dans l'analyse de l'aléa d'inondation en tant que critère de caractérisation du risque.

Le cas de l'Arve a justifié la mise en œuvre d'un modèle en régime transitoire.

Deux types de calculs ont été réalisés dans l'étude : un premier calcul pour la Q100 en permanent pour identifier les zones de surverse, puis en transitoire pour identifier l'écêtement des crues dans les zones de stockage.

- **Choix du type d'écoulement :**

C'est le logiciel INFOWORKS RS qui a été utilisé car il permet de s'adapter à la complexité des écoulements, de la représentation filaire par profils en travers, aux casiers de stockage en zone inondables, jusqu'à la modélisation 2D dans les secteurs ponctuels à enjeux.

C'est un modèle 1D à casiers qui a été réalisé à l'aide de ce logiciel sur l'ensemble du linéaire de l'Arve pour les crues décennale et centennale. La modélisation 2D a été utilisée pour la simulation de la Q1000 en lit majeur, un maillage 2D basé sur le MNT remplaçant dans ce cas la représentation du lit majeur par casiers.

- **Construction du modèle :**

La modélisation hydraulique porte sur l'ensemble du linéaire français de l'Arve, soit 98 km.

Le lit mineur de l'Arve est construit à partir de profils en travers espacés tous les 300 m environ. Le pas d'espace des profils varie entre 10 et 660 m.

Les zones inondables peu étendues sont modélisées par un profil en travers intégrant le lit majeur.

Les espaces du lit majeur soumis à des débordements importants ont été modélisés par des casiers avec

des lois de surverse entre le lit mineur et le casier.

Pour la Q1000, le lit mineur est également modélisé par des profils en travers et le lit majeur a par contre été modélisé avec un maillage 2D (qui permet d'avoir le résultat direct des vitesses d'écoulement).

Les calculs sont réalisés en régime transitoire avec un pas de temps variant entre 1 et 100 s.

- **Données topographiques :**

Le modèle est construit sur la base des profils en travers levés pendant la phase de recueil des données par le bureau d'études, avec des profils espacés en moyenne tous les 300 m.

Les profils en travers sont issus dans la mesure du possible de relevés terrestres issus soit des études existantes, soit des relevés dans le cadre de cette étude. La source des profils est indiquée dans l'étude EGIS dans le chapitre relatif à la construction détaillée du modèle.

Les zones de stockage à l'arrière des digues sont représentées par des casiers, ou un maillage 2D pour la Q1000, définis dans l'un et l'autre cas par la topographie issue du MNT Lidar 2009 du SM3A (précision altimétrique de 15 cm).

Pour la Q1000, l'emprise du MNT SM3A est ponctuellement insuffisante pour représenter la totalité de l'extension de la zone inondable. Egis a signalé les secteurs concernés et la résolution du problème est expliquée dans la suite du présent rapport.

Les ouvrages (ponts et seuils) sont représentés par leur élévation relevée dans les levés terrestres et les données des études existantes.

Les digues sont représentées à partir des profils en longs des crêtes de digues issus des levés LIDAR 2009.

Cartographie des événements

La méthode employée est, pour l'ensemble des événements, la même que décrite précédemment, à quelques différences près concernant la prise en compte des ouvrages selon l'occurrence de l'événement.

L'échelle de validité des cartes est le 1/25000e.

- **Événement fréquent ou de forte probabilité**

Il s'agit de l'événement provoquant les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans.

Scénario retenu	Crue décennale (Q10)
Modèle utilisé	Modèle EGIS pour crue décennale
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue décennale de l'Arve. Ces débits sont issus de différentes études (notamment SOGRAH 1991 et 1998), de la banque Hydro pour les données des stations hydrométriques et aussi des retours d'expérience sur les crues historiques, ce qui fournit un bon échantillon de données exploitables pour le fonctionnement du modèle.
Prise en compte des ouvrages de protection	Oui car considérés comme résistants.

	Cela ne signifie pas qu'une défaillance est impossible mais que cette probabilité est assez faible pour ne pas concerner l'événement fréquent.
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude EGIS

Les ouvrages de protection (les digues) sont considérés comme résistants. Il est toutefois demandé à ce que les zones soustraites à l'inondation soient identifiées sur cette carte de l'événement fréquent.

Pour l'Arve, ces zones ont été représentées en utilisant l'étude « Inventaires et diagnostics des ouvrages de protection hydraulique sur l'Arve » réalisée en 2012 par ARTELIA sous maîtrise d'ouvrage du SM3A qui identifie les zones protégées par les digues.

Une zone protégée par une digue est une entité géographique protégée contre la submersion, réputée inondable en l'absence de digue et qui ne l'est plus en présence de la digue. On détermine son étendue en reportant les altitudes du profil en long de la digue perpendiculairement à la digue en cherchant l'intersection avec le terrain naturel. La méthodologie utilisée par ARTELIA est celle définie par le CETE Méditerranée et le CEMAGREF (cf. note du 10 avril 2009 – « détermination de la hauteur et de la zone protégée d'une digue en vue de son classement pour l'application du décret du 11 décembre 2007 »). Le résultat de cette méthode est uniquement dépendant de la cote altimétrique des ouvrages projetée sur le terrain naturel à l'arrière, et donc indépendant de tout scénario hydrologique.

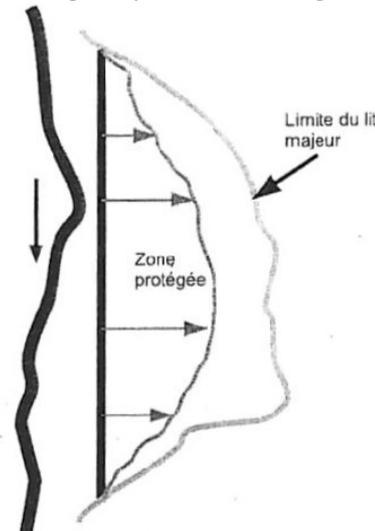
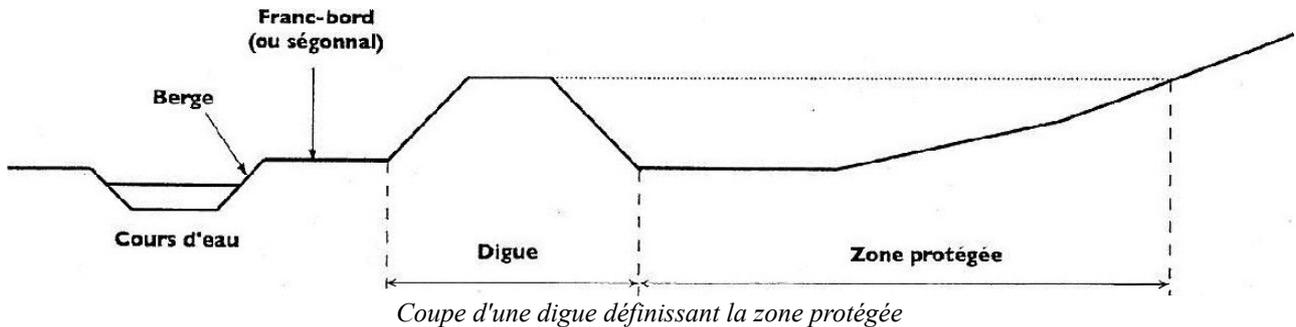


Figure 4 : report des horizontales pour délimiter la zone protégée

- **Événement moyen ou de probabilité moyenne**

Il s'agit de l'événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans, qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence de PPRi, s'il existe. Si aucun événement historique de référence n'est exploité, un événement modélisé de type centennal sera recherché.

Scénario retenu	Crue centennale (Q100)
Modèle utilisé	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle EGIS pour crue centennale - CARTINO² pour certaines zones endiguées (cf. paragraphe suivant le tableau)
Données utilisées	<p>Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue centennale de l'Arve.</p> <p>Ces débits sont issus de différentes études (notamment SOGRAH 1991 et 1998), de la banque Hydro pour les données des stations hydrométriques.</p> <p>En cas d'utilisation de CARTINO, les débits SHYREG ont été remplacés par ces débits.</p>
Prise en compte des ouvrages de protection	Non (cf. paragraphe suivant le tableau)
Incertitudes et limites	<p>Dans certains secteurs, l'emprise du MNT LIDAR fournie par le SM3A est insuffisante pour représenter l'étalement de la ligne d'eau suite à l'effacement des ouvrages de protection. Dans ces secteurs, ce MNT a été complété avec celui de la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie, obtenu par convention d'échange, et dont la précision altimétrique varie entre 50cm à proximité du fond de plan de voirie et 1m en plaine (et jusqu'à 3-4m en haute montagne), ce qui est plutôt faible pour une exploitation hydraulique.</p> <p>Compte-tenu de la difficulté technique et des délais impartis, le résultat donne toutefois un ordre de grandeur de l'emprise de la crue.</p>
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats des modélisations EGIS et CARTINO selon les cas.

Les ouvrages de protection sont considérés comme résistants dans la modélisation EGIS. Afin de répondre aux exigences de la Directive Inondation, il a donc été nécessaire de les effacer lorsqu'ils sont en charge pour la crue centennale (information disponible dans l'inventaire réalisé par ARTELIA).

2 CARTINO PC est un outil de modélisation 1D simplifiée développé par le CETE Méditerranée avec l'appui du CETMEF, qui permet d'élaborer des cartographies de surfaces inondables à partir de données hydrologiques issues de la BD SHYREG (méthode de Simulation d'HYdrogrammes REGionale des débits de crue) et de données topographiques du type MNT (modèle numérique de terrain). Cet outil est plus particulièrement adapté pour la caractérisation des surfaces inondables d'un événement extrême, mais peut également être utilisé pour les événements fréquents et moyens, accompagné alors d'une expertise hydraulique plus forte.

Ainsi, les données de l'étude EGIS ont été utilisées sans modification pour les tronçons de la rivière non endigués et pour les tronçons endigués non mis en charge. Pour les tronçons endigués mis en charge, les digues ont été effacées en modifiant ponctuellement la topographie (en utilisant les cotes des pieds de digues côté terrain protégé relevées par SINTEGRA pour le compte de la DDT en 2013) et en utilisant le modèle CARTINO avec, en données d'entrée, les mêmes débits que dans la modélisation EGIS.

• **Événement extrême ou de faible probabilité**

Il s'agit d'un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface de la plaine alluviale fonctionnelle (lit majeur) pouvant être estimé comme un maximum à prendre en compte pour la gestion d'un territoire (hors aménagements spécifiques : centrales nucléaires, grands barrages), et pour lequel les éventuels systèmes de protection mis en place ne sont plus efficaces. À titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans est demandée par la Directive Inondation.

Scénario retenu	Crue millénaire (Q1000)
Modèle utilisé	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle EGIS pour crue millénaire - CARTINO pour les zones endiguées (cf. paragraphe suivant le tableau)
Données utilisées	<p>Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue millénaire de l'Arve.</p> <p>Ces débits sont issus de différentes études (notamment SOGRAH 1991 et 1998), de la banque Hydro pour les données des stations hydrométriques.</p> <p>En cas d'utilisation de CARTINO, les débits SHYREG ont été remplacés par ces débits.</p>
Prise en compte des ouvrages de protection	Non (cf. paragraphe suivant le tableau)
Incertitudes et limites	<p>Dans certains secteurs, l'emprise du MNT LIDAR fournie par le SM3A est insuffisante pour représenter l'étalement de la ligne d'eau suite à l'effacement des ouvrages de protection. Dans ces secteurs, ce MNT a été complété avec celui de la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie, obtenu par convention d'échange, et dont la précision altimétrique varie entre 50cm à proximité du fond de plan de voirie et 1m en plaine (et jusqu'à 3-4m en haute montagne), ce qui est plutôt faible pour une exploitation hydraulique.</p> <p>Compte-tenu de la difficulté technique et des délais impartis, le résultat donne toutefois un ordre de grandeur de l'emprise de la crue.</p>
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats des modélisations EGIS et CARTINO selon les cas.

Les ouvrages de protection sont considérés comme résistants dans la modélisation EGIS. Afin de répondre aux exigences de la Directive Inondation, il a donc été nécessaire de les effacer.

Ainsi, les données de l'étude EGIS ont été utilisées sans modification pour les tronçons de la rivière non endigués. Pour les tronçons endigués, les digues ont été effacées en modifiant ponctuellement la topographie (en utilisant les cotes des pieds de digues côté terrain protégé relevées par SINTEGRA pour le compte de la DDT en 2013) et en utilisant le modèle CARTINO avec, en données d'entrée, les mêmes débits que dans la modélisation EGIS.

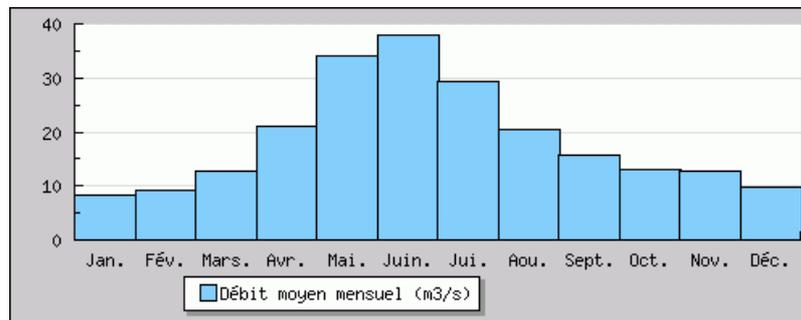
Lorsque l'emprise du MNT LIDAR est insuffisante, la zone inondée a été complétée en utilisant CARTINO.

3.4 - Cartographie du Giffre

Principales caractéristiques des phénomènes

Le Giffre est issu des cascades du cirque du Fer-à-Cheval et des eaux de fonte du glacier du Mont Ruan (3 050 m), situés en dehors du TRI. Il rejoint l'Arve en rive droite à Marignier (alt. 450 m). Il s'étend sur une longueur de 45 km et son affluent principal est le Risse. Son bassin versant topographique est de 450 km², mais on estime à 490 km² la taille réelle de son bassin versant compte-tenu du caractère karstique de ce dernier. Il s'écoule tout d'abord dans une direction Sud-est/Nord-Ouest jusqu'à Saint-Jeoire où il prend la direction Nord-Sud après sa confluence avec le Risse.

Le régime hydrologique du Giffre est nival. Son étiage est hivernal.



Hydrogramme de la station de Taninges (en amont du TRI)

Crues historiques du Giffre

Depuis les 50 dernières années, les crues du Giffre (1967, 1968, 1970, 1981, 1988, 1998, 2003 et 2007) ont concerné l'amont de son bassin versant, en dehors du TRI. Par ailleurs, il est important de souligner que l'exploitation des données historiques implique un certain nombre de précautions : les multiples modifications des aménagements, du paysage et de l'occupation du sol au fil du temps, interdisent toute transposition simpliste des témoignages ou chroniques consultées. Ceci est tout spécialement vrai pour le Giffre qui a vu, en quelques décennies, la morphologie de son lit changer radicalement (forte incision notamment dans sa partie aval).

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie sont le résultat des études suivantes :

- pour les crues fréquente et moyenne : étude hydraulique menée en 2008 par HYDRETTUDES sous maîtrise d'ouvrage de la commune de Marignier ;
- pour la crue extrême : CARTINO PC

Cette étude hydraulique a été utilisée pour réviser le PPR de Marignier en 2008 et est donc à l'origine du zonage actuel. Comme l'étude de l'Arve, elle a été menée en deux temps : analyse hydrologique et modélisation hydraulique. Les débits et hydrogrammes utilisés, après vérification, sont ceux de l'étude SAFEGE réalisée en 2000. Pour la modélisation, c'est le logiciel INFOWORK RS qui a été utilisé. Les zones de débordement ont été modélisé en utilisant alternativement des unités 1D et 2D.

Le périmètre de l'étude hydraulique s'arrêtant en amont de la confluence avec l'Arve la cartographie des événements fréquent et moyen a été complétée avec CARTINO afin d'assurer la continuité de la cartographie.

- **Événement fréquent ou de forte probabilité**

Il s'agit de l'événement provoquant les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans.

Scénario retenu	Crue décennale (Q10)
Modèle utilisé	Modèle HYDRETTUDES pour crue décennale complété avec CARTINO à l'aval
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue décennale du Giffre déterminés après analyse de l'étude SAFEGE 2000. Pour CARTINO : données SHYREG recalées et MNT obtenu auprès de la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie, par convention d'échange.
Prise en compte des ouvrages de protection	Oui car considérés comme résistants. Cela ne signifie pas qu'une défaillance est impossible mais que cette probabilité est assez faible pour ne pas concerner l'événement fréquent.
Incertitudes et limites	Utilisation de 2 modélisations pour un même événement. De plus, la précision altimétrique varie entre 50 cm à proximité du fond de plan de voirie et 1 m en plaine (et jusqu'à 3-4m en haute montagne), ce qui est plutôt faible pour une exploitation hydraulique.
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats des modélisations HYDRETTUDES et CARTINO

Les ouvrages de protection (les digues) sont considérés comme résistants. Il est toutefois demandé à ce que les zones soustraites à l'inondation soient identifiées sur cette carte de l'événement fréquent.

Pour le Giffre, ces zones ont été représentées en utilisant les zones de sécurité situées en arrière des digues du centre-ville réglementées par le PPR de Marignier antérieurement à 2008, date à laquelle l'étude menée par HYDRETTUDES sous maîtrise d'ouvrage de la commune de Marignier est venue démontré que les digues n'étaient pas en charge en crue centennale.

- **Événement moyen ou de probabilité moyenne**

Il s'agit de l'événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans, qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence de PPRi, s'il existe. Si aucun événement historique de référence n'est exploité, un événement modélisé de type centennal sera recherché.

Scénario retenu	Crue centennale (Q100)
Modèle utilisé	Modèle HYDRETTUDES pour crue décennale complété avec CARTINO à l'aval
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue centennale du Giffre déterminés après analyse de l'étude SAFEGE 2000. Pour CARTINO : données SHYREG recalées et MNT obtenu auprès de la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie, par convention d'échange.
Prise en compte des ouvrages de protection	Oui car les digues ne sont pas en charge en Q100.
Incertitudes et limites	Utilisation de 2 modélisations pour un même événement. De plus, la précision altimétrique varie entre 50 cm à proximité du fond de plan de voirie et 1 m en plaine (et jusqu'à 3-4m en haute montagne), ce qui est plutôt faible pour une exploitation hydraulique.
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats des modélisations HYDRETTUDES et CARTINO

- **Événement extrême ou de faible probabilité**

Il s'agit d'un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface de la plaine alluviale fonctionnelle (lit majeur) pouvant être estimé comme un maximum à prendre en compte pour la gestion d'un territoire (hors aménagements spécifiques : centrales nucléaires, grands barrages), et pour lequel les éventuels systèmes de protection mis en place ne sont plus efficaces. À titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans est demandée par la Directive Inondation.

Scénario retenu	Crue millénaire (Q1000)
Modèle utilisé	CARTINO PC
Données utilisées	Données SHYREG recalées et MNT obtenu auprès de la Régie de Gestion des Données des Pays de Savoie, par convention d'échange.
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
Incertitudes et limites	La précision altimétrique du MNT utilisé varie entre 50 cm à proximité du fond de plan de voirie et 1 m en plaine (et jusqu'à 3-4m en haute montagne), ce qui est plutôt faible pour une exploitation hydraulique.
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats de la modélisation CARTINO.

3.5 - Le Foron de Gaillard (du Chablais Genevois)

Principales caractéristiques des phénomènes

Le Foron de Gaillard prend sa source dans les Voirons qui culminent à 1 480 m et rejoint l'Arve en rive droite à Gaillard à 390 m d'altitude. La longueur de son cours est de 20 km, selon une direction Est-Ouest, pour une superficie de bassin versant de 40 km². Une partie de son bassin versant est située en Suisse et il matérialise la frontière franco-suisse sur la fin de son parcours à partir de Ville-la-Grand. Résultat du Traité de Turin de 1816, la frontière entre les deux pays a été fixée en haut de la berge côté suisse. Le lit du Foron est donc entièrement français.

Le régime hydrologique du Foron est lié au régime pluviométrique avec :

- de mai à novembre : une période pluvieuse avec des maxima en juin, août (orages) et novembre (pluies d'automne) ;
- de décembre à avril : une période sèche avec des maxima peu marqués.

Il n'y a pas d'hydrogramme disponible sur le Foron car pas de station fiable du fait de la forte variabilité du fond du lit.

Crues historiques du Foron de Gaillard

Les débordements du Foron sont redoutés de longue date dans la partie urbaine du bassin versant. On peut garder en mémoire les crues de février 1960, juin 1974, 4 juillet 1985 (état de catastrophe naturelle à Saint-Cergues), juin 1990, septembre 1996 (notamment à Gaillard), 2007 et 2008. C'est à la suite de la forte crue de 1974 qu'un programme franco-suisse de protection contre les inondations a été initié. L'objectif fixé était de protéger la zone urbaine contre une crue trentennale.

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie du Foron de Gaillard sont le résultat de :

- pour les événements fréquent et extrême : l'étude hydraulique menée en 2013 par HYDRETTUES sous maîtrise d'ouvrage du SIFOR,
- pour l'événement moyen : les études du PPRI du Foron approuvé le 4 août 2011 concernant les communes d'Ambilly, Gaillard, Juvigny, Machilly, Saint-Cergues et Ville-la-Grand menées par HYDRETTUES pour la partie amont du Foron et par B+C Ing pour la partie aval.

L'étude hydraulique de 2013 a utilisé l'analyse hydrologique datant de 2010 réalisée par HYDRETTUES et B+C Ing qui a servi à réaliser le PPRI du Foron approuvé en 2011. La modélisation hydraulique a ensuite été réalisée avec le logiciel InfoWorks RS. Le lit mineur a été modélisé en 1D et le lit majeur en 2D.

En ce qui concerne l'hydrologie, le bureau d'études a exploité les hydrogrammes de crue centennale issus de l'étude de 2010 sur lesquels ils ont appliqué la méthode du Gradex pour obtenir les débits des crues décennale et millénaire :

- $Q_{10} = 0,605 \times Q_{100}$ ($\Rightarrow Q_{100}/Q_{10} = 1,653$) ;
- $Q_{1000} = 1,388 \times Q_{100}$.

Ainsi, à l'entrée de la zone urbaine, les débits de pointe des crues sont les suivants :

- décennale : 27 m³/s ;

- centennale : 45 m³/s ;
- millénaire : 62,5 m³/s.

Ils sont quasi-constants jusqu'à l'Arve.

- **Événement fréquent ou de forte probabilité**

Il s'agit de l'événement provoquant les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans.

Scénario retenu	Crue décennale (Q10)
Modèle utilisé	Modèle HYDRETTUDES pour crue décennale
Données utilisées	Hydrogrammes de crue centennale sur lesquels ont été appliqué la méthode du Gradex avec $Q100 / Q10 = 1,653$.
Prise en compte des ouvrages de protection	Pas d'ouvrage identifié
Incertitudes et limites	Pour la partie aval, utilisation d'une modélisation différente que pour la Q100.
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats de la modélisation HYDRETTUDES.

- **Événement moyen ou de probabilité moyenne**

Il s'agit de l'événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans, qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence de PPRi, s'il existe. Si aucun événement historique de référence n'est exploité, un événement modélisé de type centennial sera recherché.

Scénario retenu	Crue centennale (Q100)
Modèle utilisé	Modèles HYDRETTUDES à l'amont et B+C Ing à l'aval pour crue centennale
Données utilisées	Hydrogrammes de crue centennale issu de l'étude hydrologique de 2010
Prise en compte des ouvrages de protection	Non, conformément à la doctrine PPR
Incertitudes et limites	Utilisation de deux modélisations distinctes à l'amont et à l'aval du cours d'eau, mais basées sur les mêmes débits.
Mode de représentation retenu	Aléas selon la grille habituelle utilisée pour les PPR.

- **Événement extrême ou de faible probabilité**

Il s'agit d'un phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface de la plaine alluviale fonctionnelle (lit majeur) pouvant être estimé comme un maximum à prendre en compte pour la gestion d'un territoire (hors aménagements spécifiques : centrales nucléaires, grands barrages), et pour lequel les éventuels systèmes de protection mis en place ne sont plus efficaces. À titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans est demandée par la Directive Inondation.

Scénario retenu	Crue millénaire (Q1000)
Modèle utilisé	Modèle HYDRETTUES pour la crue millénaire
Données utilisées	Hydrogrammes de crue centennale sur lesquels ont été appliqués la méthode du Gradex avec $Q1000 / Q100 = 1,388$.
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
Incertitudes et limites	Pour la partie aval, utilisation d'une modélisation différente que pour la Q100.
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats de l'étude HYDRETTUES.

Ponctuellement, dans le secteur situé à cheval entre Ville-la-Grand et Ambilly, l'emprise de la crue millénaire a été mise en cohérence avec celle de la crue centennale.

3.6 - 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 d'Annemasse-Cluses ont été établies pour les débordements de l'Arve, du Giffre et du Foron de Gaillard.

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 1/25000°.

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 ont de fait 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)³.

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, 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 suivant 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.

³ 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.

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 donnée 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 comptabilisés 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) présent 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)).

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.
- Cartes de synthèse des surfaces inondables des différents scénarios pour les débordements de cours d'eau.
- 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 : Bibliographie**

- Évaluation Préliminaire du Risque Inondation, DREAL de bassin Rhône-Méditerranée, 2011
- Rapport de présentation du PPR de Marignier, approuvé le 18/06/2009
- Rapport de présentation du PPRI du Foron, approuvé le 29/07/2011
- Rapport de présentation du PPR d'Annemasse approuvé le 19/11/2001
- Banque Hydro
- Dossier PAPI du territoire du SAGE de l'Arve, juin 2012
- Étude diagnostic du SAGE, SEPIA Conseil, 2011
- Étude d'inondabilité de la vallée de l'Arve, EGIS Eau, 2010 (Chamonix) et 2012
- Inventaires et diagnostics des ouvrages de protection hydraulique sur l'Arve, ARTELIA, 2012
- Etude du Giffre et des ouvrages de protection dans la traversée de Marignier, HYDRETUDES, 2008
- Etude bilan, évaluation, perspective du contrat de rivière du Foron du Chablais Genevois, 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**

