

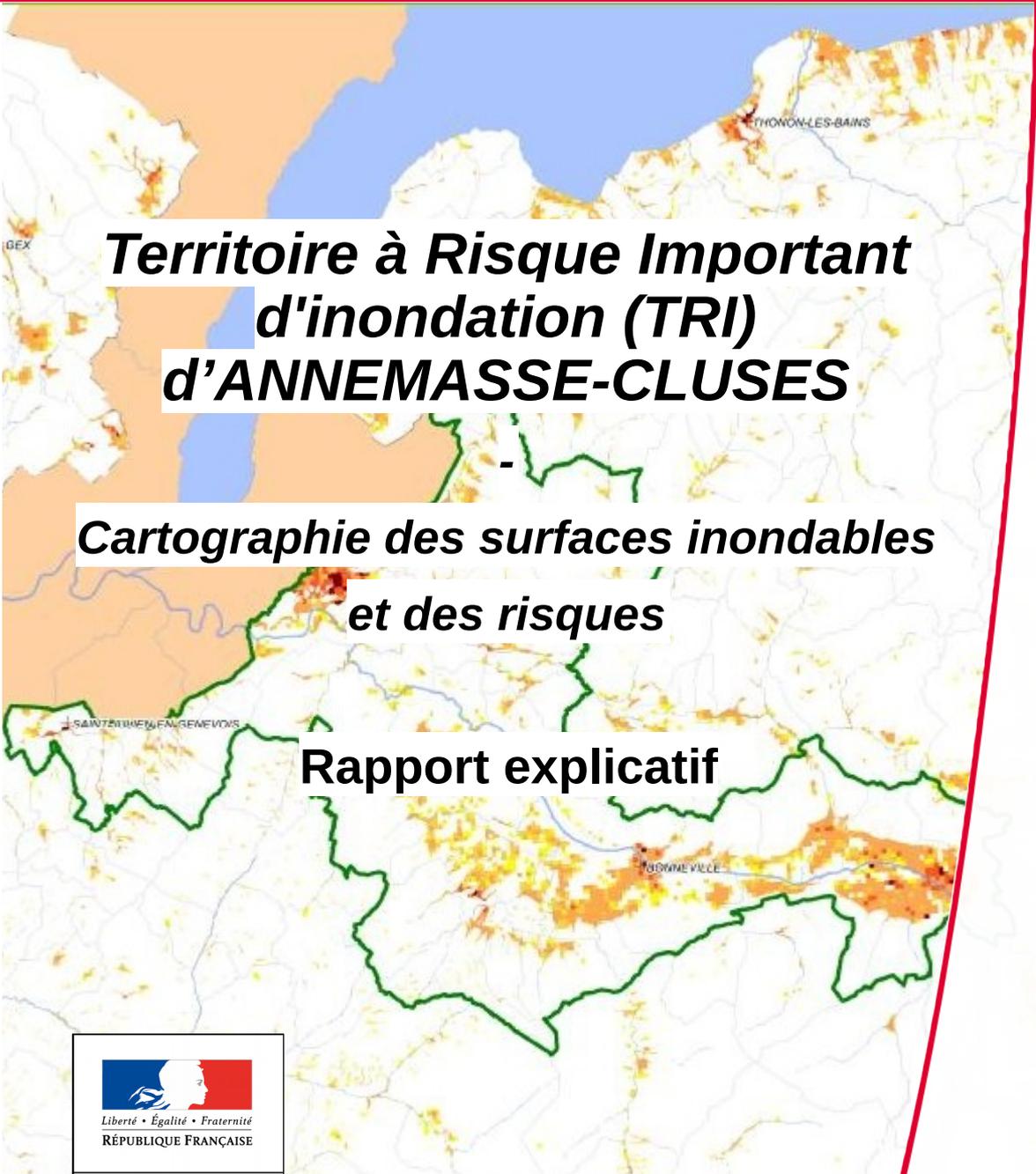
DREAL Auvergne-
Rhône-Alpes

Service Prévention des
Risques Naturels et
Hydrauliques

Mai 2019

Directive Inondations

Bassin Rhône-Méditerranée



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

***Cartographie des surfaces inondables
et des risques***

Rapport explicatif



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES

Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Auvergne-Rhône-Alpes

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

Sommaire

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	3
1 - INTRODUCTION.....	5
2 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU TRI.....	8
2.1 - Caractérisation du TRI d'Annemasse-Cluses.....	10
2.2 - Phénomènes pris en compte pour la cartographie.....	13
2.3 - Association technique des parties prenantes.....	15
3 - CARTOGRAPHIE DES SURFACES INONDABLES DU TRI.....	17
3.1 - Débordements de cours d'eau.....	17
3.2 - Ouvrages pris en compte.....	18
3.3 - Débordements de l'Arve.....	19
3.4 - Débordements du Giffre.....	27
3.5 - Débordements du Foron de Gaillard (du Chablais Genevois).....	31
3.6 - Carte de synthèse des surfaces inondables.....	33
4 - CARTOGRAPHIE DES RISQUES D'INONDATION DU TRI.....	34
4.1 - Méthode de caractérisation des enjeux.....	34
4.2 - Type d'enjeux caractérisés pour la cartographie des risques.....	34
5 - LISTE DES ANNEXES.....	38

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 ont fait l'objet :

- 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**. La SLGRI du TRI d'Annemasse-Cluses, commune avec le TRI de la Haute Vallée de l'Arve, arrêtée le 16 décembre 2016 par le préfet de Haute-Savoie, décline les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI 2016-2021, arrêté le 7 décembre 2015, à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement.



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 (m ²)	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (m ²)
Débordements de cours d'eau	94 346	49,1 %	513 213	54 142	66,5 %	6 298 990

Ces données n'ont pas été mises à jour dans le cadre du 2^e cycle de la Directive Inondation

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, etc.).

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 a apporté un premier support d'évaluation des conséquences négatives du TRI pour ces 3 événements en vue de la définition de la 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, du Giffre et du Foron de Gaillard 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, du Giffre et du Foron de Gaillard cartographiés pour les 3 scenarii 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	87	8802	14438	212	382	4558	7712	8706	13869

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.

Sur chaque bassin, elle se déroule en cycles successifs de 6 ans, comprenant chacun 3 étapes :

- L'évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI) consiste à réaliser un état des lieux des risques connus et des enjeux exposés et permet d'identifier les territoires à risque important d'inondation (TRI).
- La cartographie des risques sur chaque TRI est une étape majeure dans la connaissance de leurs spécificités.
- Le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) fixe les objectifs de la prévention des inondations dans chaque bassin, il vise la réduction des conséquences négatives des inondations sur la santé humaine, l'activité économique, l'environnement et le patrimoine culturel. A l'échelle de chacun des TRI et plus largement du bassin de gestion du risque, les stratégies locales de gestion des risques d'inondation (SLGRI) déclinent à une échelle adaptée les objectifs du PGRI. L'élaboration de ces documents de planification s'appuie sur les étapes préalables.

Acquis du 1er cycle de la Directive Inondation sur le bassin Rhône-Méditerranée

Au 1er cycle, l'EPRI a été arrêtée le 21 décembre 2011 par le préfet coordonnateur de bassin Rhône-Méditerranée. Elle est composée d'une première partie de présentation du bassin, d'une deuxième partie sur les événements historiques marquants et d'une troisième partie sur les impacts potentiels des inondations futures, obtenus par croisement des enveloppes approchées d'inondation potentielles (EAIP) avec des données d'enjeux pour produire des cartes d'indicateurs. Sur la base de ce premier diagnostic global à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée 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 a impliqué l'élaboration d'une stratégie locale de gestion des risques d'inondation. Cette SLGRI, commune avec le TRI de la Haute Vallée de l'Arve, arrêtée le 16 décembre 2016 par le préfet de Haute-Savoie, décline les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations du PGRI 2016-2021, arrêté le 7 décembre 2015, à l'échelle d'un bassin de risque cohérent et engage 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 millénale).

Précisions sur le 2^e cycle

Tandis que le 1er cycle de la Directive inondation se poursuit sur le bassin Rhône-Méditerranée avec la mise en œuvre du PGRI 2016-2021 et des SLGRI au travers notamment des programmes d'action de prévention des inondations (PAPI) et du plan Rhône, les travaux préparatoires au 2^e cycle sont d'ores et déjà à l'œuvre afin de respecter le calendrier de la Directive.

Conformément aux exigences nationales, afin de poursuivre la dynamique engagée et concentrer l'énergie des acteurs sur sa mise en œuvre, les documents issus du 1er cycle ne sont mis à jour que si cela s'avère nécessaire pour tenir compte d'une évolution de l'état des connaissances ou d'évènements significatifs nouveaux remettant en cause leur validité.

Entre 2011 et 2017, il n'y a pas eu d'évolution majeure des données d'aléas et des données d'enjeux qui nécessiterait de refaire les EAIP et de recalculer les indicateurs. C'est pourquoi pour le 2^e cycle, il a été décidé de compléter l'EPRI de 2011 par un addendum permettant d'intégrer les évènements historiques marquants intervenus après 2011. Le 16 octobre 2018 le préfet coordonnateur de bassin a confirmé la liste des 31 TRI, sélectionnés au 1er cycle en concertation avec les parties prenantes, pour le 2^e cycle.

L'amélioration de la cartographie des TRI pour le 2^e cycle est l'un des objectifs fixé sur le bassin Rhône-Méditerranée, conformément aux engagements pris auprès des acteurs concernés au cycle précédent. En effet, certains cours d'eau n'avaient pu être cartographiés dans le temps imparti tandis que sur d'autres cours d'eau la cartographie doit être améliorée.

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, pour éclairer notamment l'élaboration puis la mise à jour des PGRI, 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).

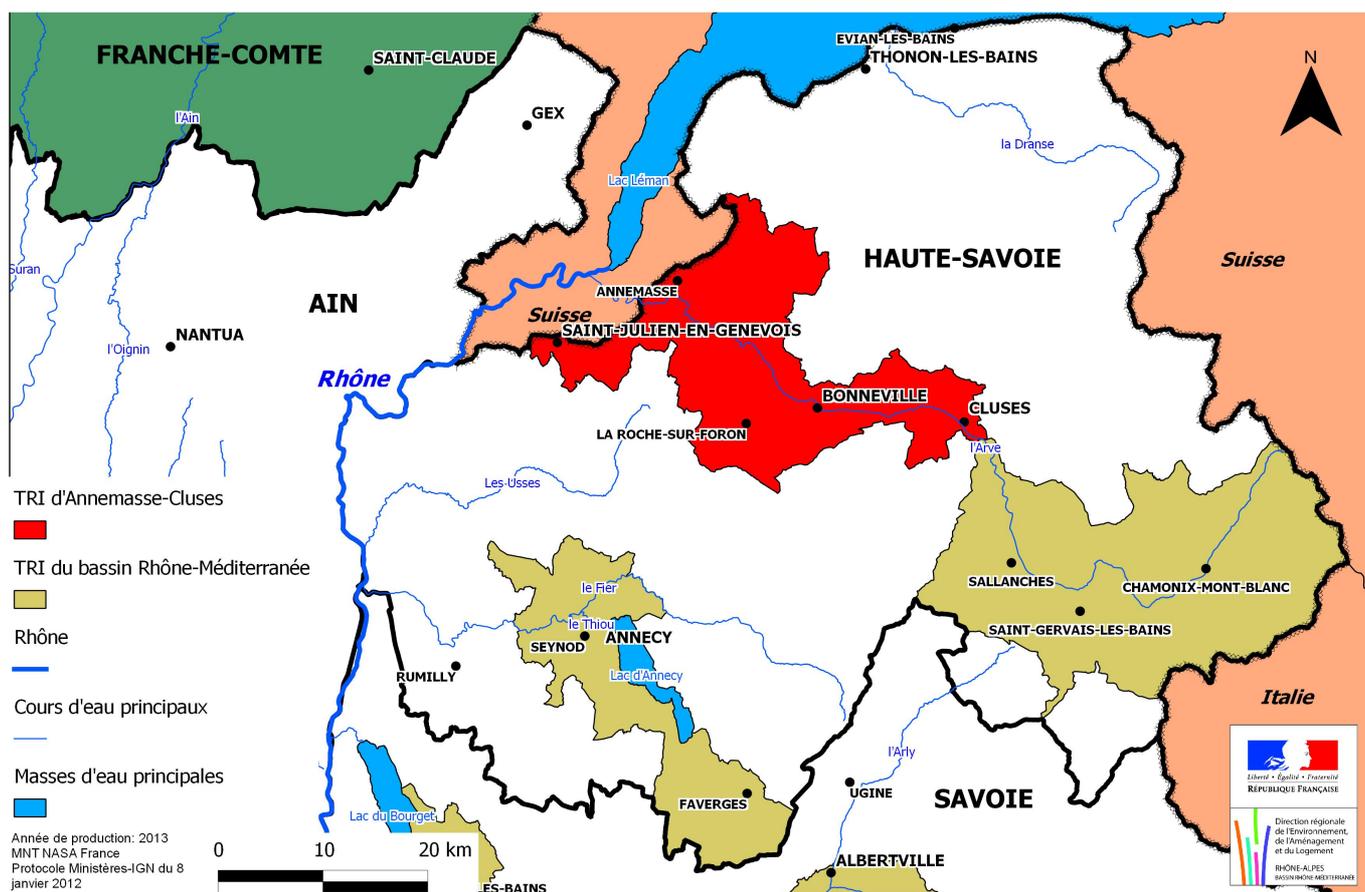
- Des tableaux d'estimation des populations et des emplois par commune et par scénario.

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.

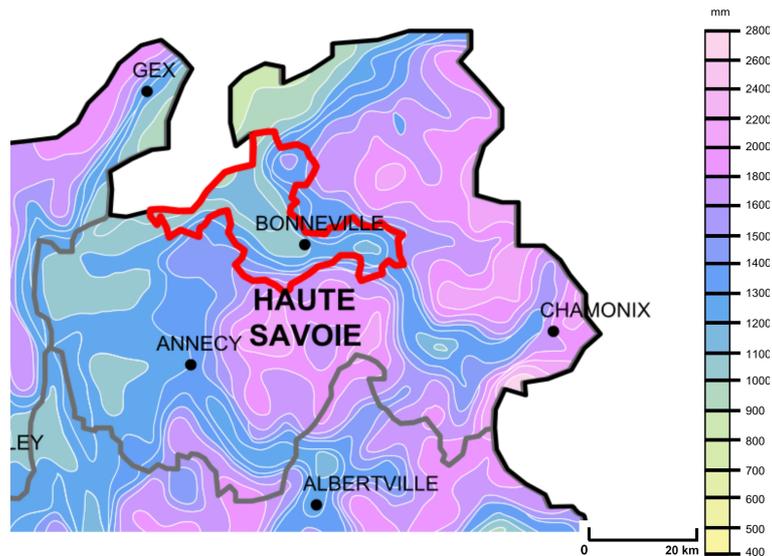
2 - Présentation générale du TRI

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.

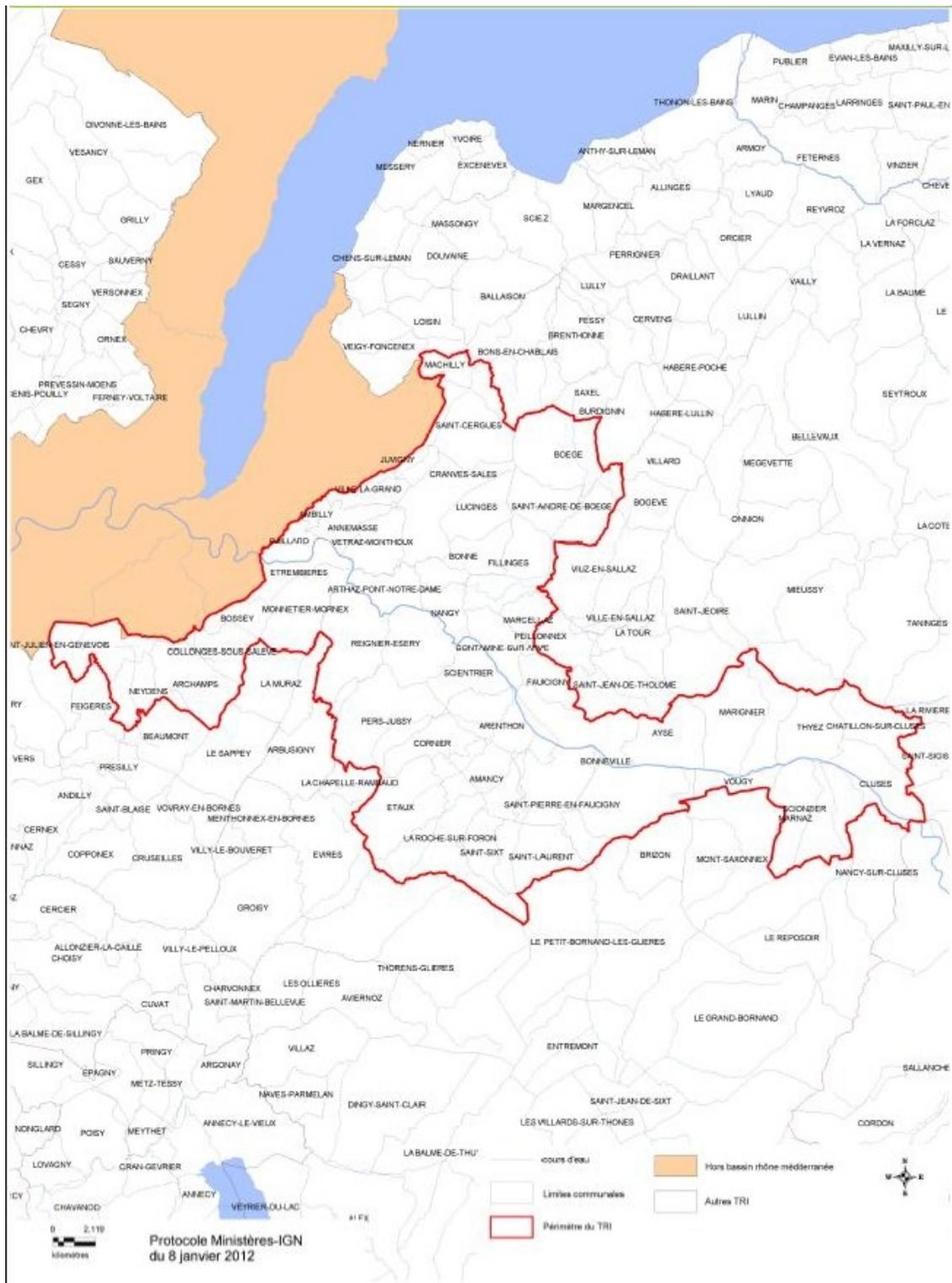
Les importants dénivelés et les effets de versant engendrent des températures également variées, qui restent globalement faibles, avec des moyennes annuelles de 9 à 10 °C dans l'avant-pays et moins de 6°C vers 800-1000 m d'altitude.

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

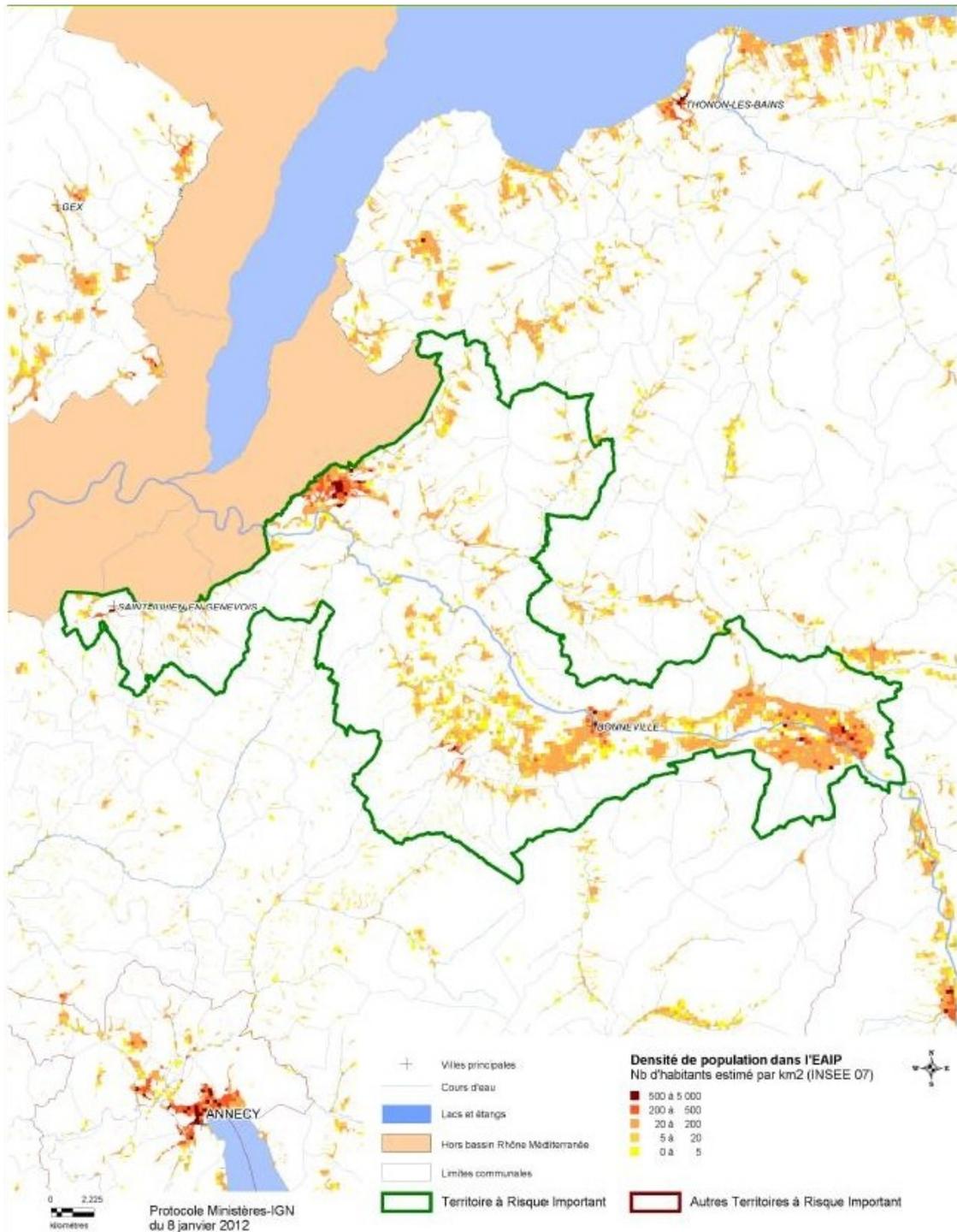
Le territoire d'Annemasse-Cluses est constitué de 46 communes, fortement urbanisées, notamment en s'approchant de l'agglomération genevoise.

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 (13%). 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 3).

Population permanente (nb d'habitants)	Population supplémentaire en saison (nb d'habitants)	Taux de population saisonnière
223 524	29 912	1,13



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 m²)
« 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.

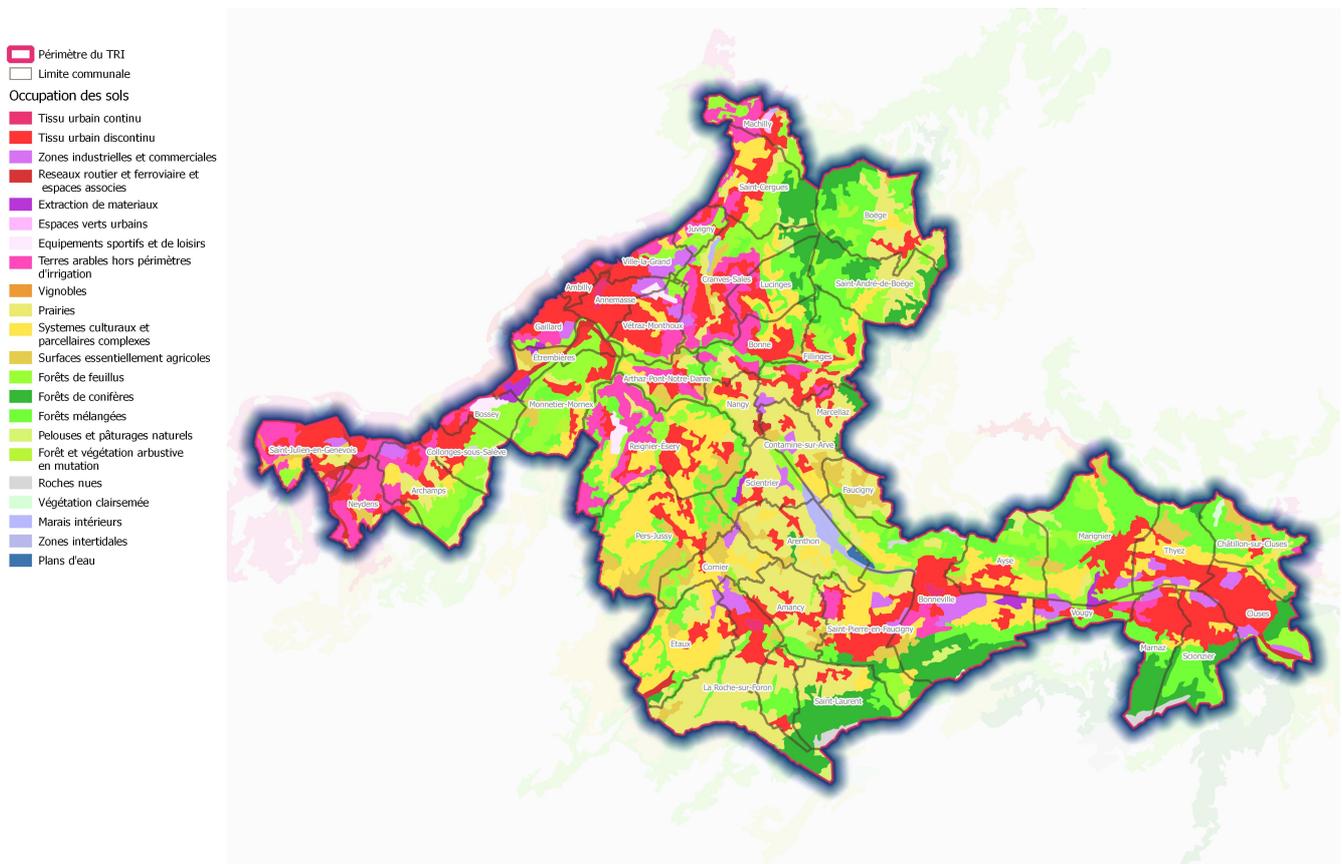
Types de phénomènes	Nombre d'emplois en EAIP	Part des emplois en EAIP	Surface bâtie en EAIP (en m²)
« Débordements de cours d'eau »	54 142	66,5 %	6 298 990

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 2012

Territoire à Risque Important d'Inondation (TRI) de Annemasse Cluses

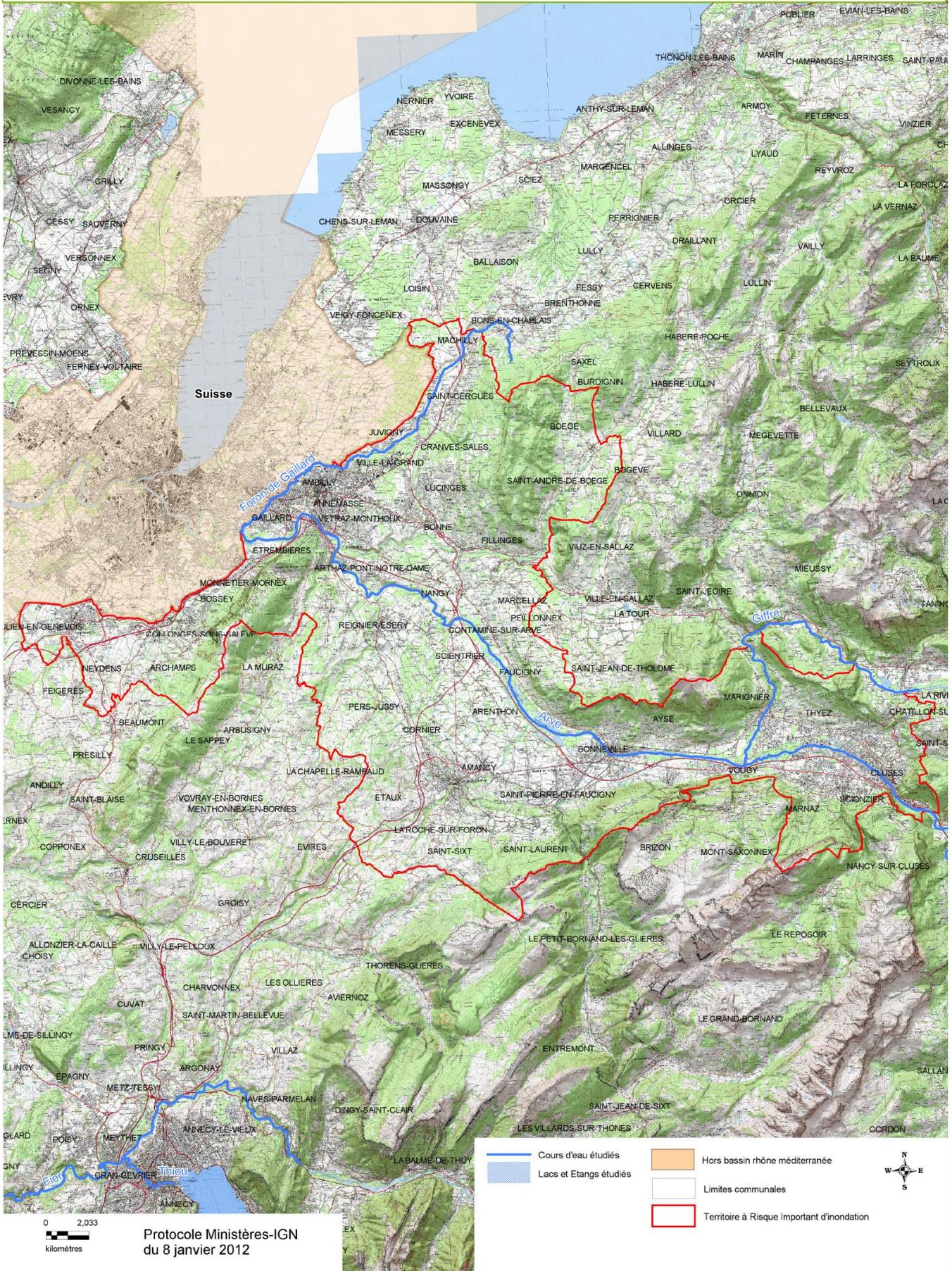


Source : IGN BDTopo 2017 ; CGDD/SDS Corine Land Cover 2012 - Réalisation Pôle SIG DREAL ARA 25 avril 2019

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 ne 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'engrèvement. 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 causée 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.
- La crue sur l'Arve et le Giffre de mai 2015 composée de 3 événements successifs (forte réaction de tous les affluents dans les nuits du 1^{er} au 4 mai), avec un débit maximum de 905 m³/s à la station de Genève, à la confluence avec le Rhône (période de retour proche de 30 ans).

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 Affluents).

Par arrêté préfectoral n°12-007 du 10 janvier 2012, le SM3A est labellisé Établissement Public Territorial de Bassin (EPTB), exerçant en outre les missions d'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux (EPAGE).

Il est la structure pilote de la SLGRI et du PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) sur l'ensemble du bassin versant de l'Arve, PAPI du territoire du SAGE de l'Arve labellisé en janvier 2013.

Depuis le 1er janvier 2017, il est autorité GEMAPI sur 94 communes de ses 13 EPCI-FP membres.

Le SM3A est ainsi à l'origine des études d'inondabilité réalisées sur l'Arve et le Giffre :

- étude d'inondabilité de l'Arve menée en 2011 et 2012 par le bureau d'études EGIS Eau sur l'ensemble du linéaire de l'Arve,
- étude de faisabilité pour l'optimisation des aménagements de protection des crues de la moyenne et basse vallée de l'Arve (en aval de Passy) par le bureau d'études ISL Ingénierie menée en 2016,
- étude d'inondabilité du Giffre par le bureau d'étude Hydratrec entre 2014 et 2016.

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 dans le cadre du 1^{er} cycle **puis pour les mises à jour du 2^{ème} cycle.**

Par ailleurs, les parties prenantes seront également consultées par courrier et invitées à s'exprimer sur les nouvelles cartographies au cours de l'été 2019.

Lors de la démarche initiale (2012 – 2013) d'autres acteurs ont été mobilisés :

- le SIFOR (syndicat intercommunal du Foron du Chablais-Genevois), syndicat aujourd'hui dissous avec transfert de ses compétences au SM3A,
- 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 (le 30 septembre 2013 à BONNEVILLE) avait permis l'association des autres partenaires (Collectivités, Canton de Genève, acteurs économiques, associations, etc.)

Le réexamen et la modification des cartes initiales de ce TRI, faits en 2019 porte sur :

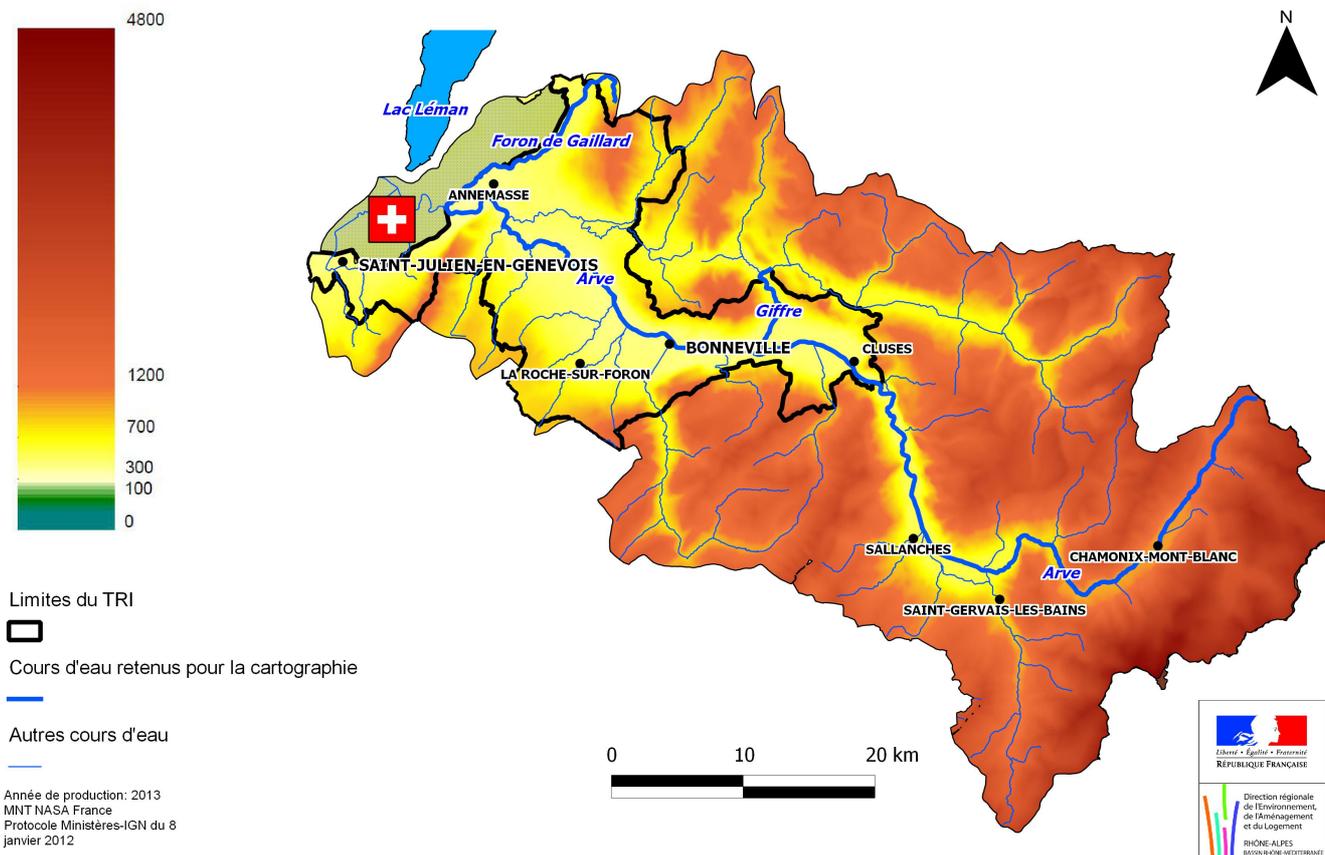
- le linéaire de l'Arve en aval de Passy
- le Giffre à Marignier (commune du TRI)

Il n'y a pas de modification des cartes concernant le Foron du Chablais-Genevois.

3 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

3.1 - Débordements de cours d'eau

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

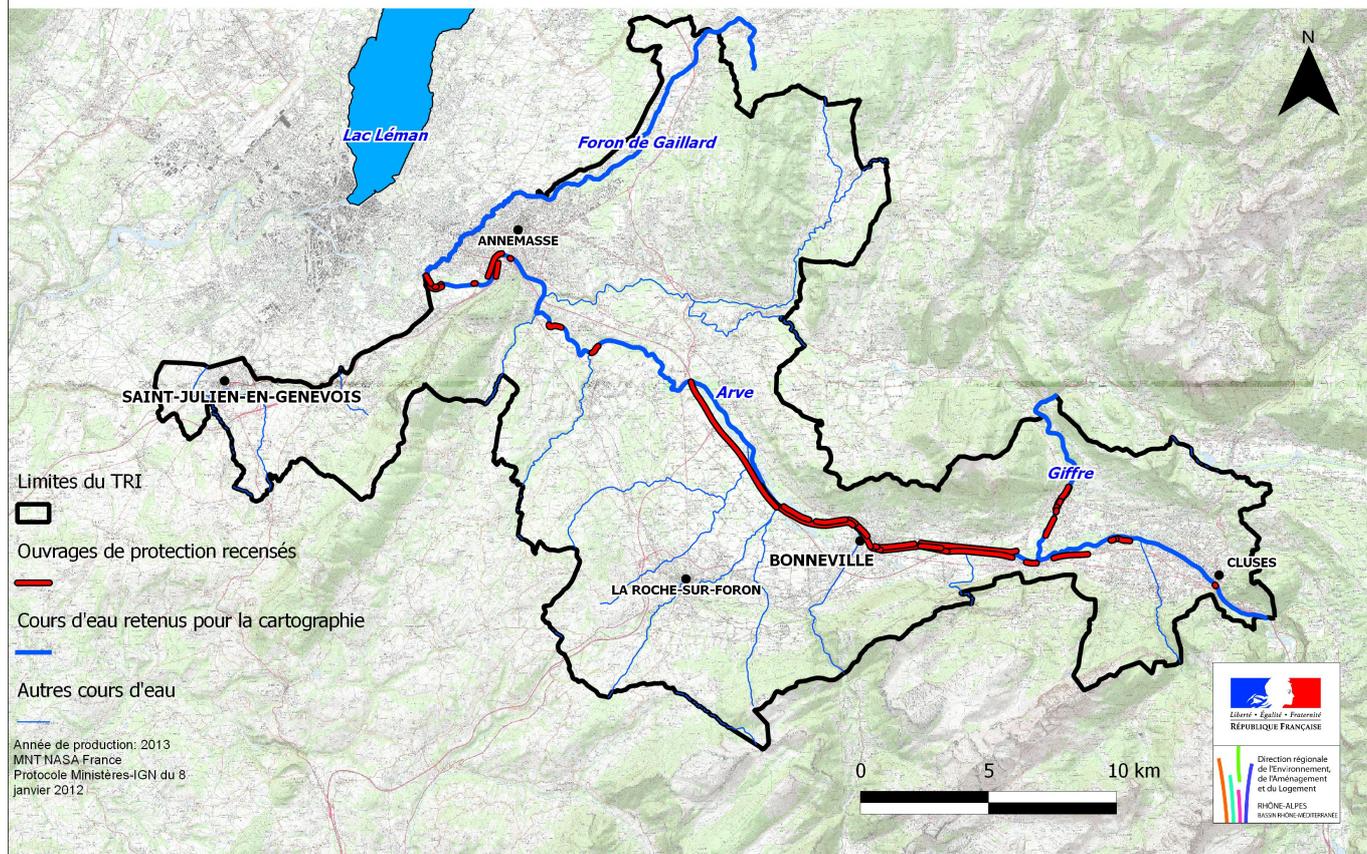


Les cours d'eau ont été étudiés séparément et sont représentés dans des atlas cartographiques qui leur sont propres.

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

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.

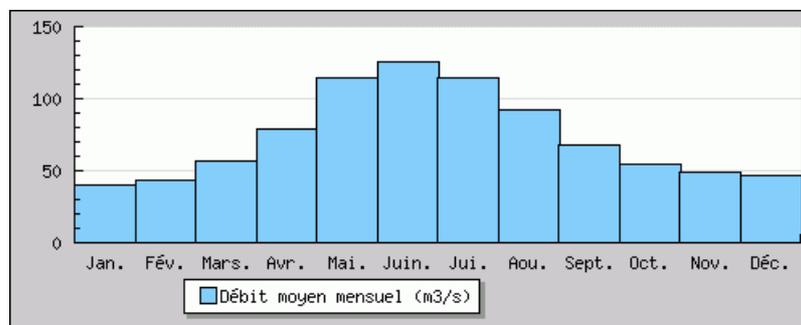
3.3 - Débordements de l'Arve

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.
1 au 4 mai 2015	Cette crue été composée de 3 évènements successifs avec un débit maximum de 905 m ³ /s à la station de Genève, à la confluence avec le Rhône (période de retour proche de 30 ans). Elle a touché l'Arve, et le Giffre avec une contribution entre un tiers et la moitié des débits de ce dernier, engendrant 300 interventions des pompiers sur la journée du 4 mai. Tous les affluents de Sallanches à la frontière suisse ont très fortement réagi dans les nuits du 1er au 4 mai

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie sont le résultat de plusieurs modélisations :

1 - l'étude de faisabilité pour l'optimisation des aménagements de protection des crues de la moyenne et basse vallée de l'Arve réalisée par le SM3A - ISL en 2016

2- les modélisations CARTINO PC réalisées par la DREAL en 2013, 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)

Méthode appliquée :

1- pour le scénario fréquent (ouvrages considérés résistants) : crue décennale
cartographie mise à jour suivant la modélisation de l'étude ISL 2016.

2- pour le scénario moyen : crue centennale

mise à jour à partir des données plus récentes soit les modélisations ISL 2016 , sauf sur les secteurs endigués pour lesquels l'effacement modélisé en 2013 fait apparaître une inondation plus importante (notamment à Bonneville et Etrembières).

3- pour le scénario exceptionnel : crue millénaire

pas de modification de la cartographie réalisée pour le 1^{er} cycle

Paramètres de l'étude ISL 2016

(L'ensemble de la méthodologie fait l'objet de rapports détaillés)

- Hydrologie

Révision de l'hydrologie du bassin versant de l'Arve datant de 1991 (SOGREAH, données utilisées pour l'étude d'inondabilité EGISEau 2012) et réactualisation des débits de référence pour la moyenne et basse vallée à partir des 25 années de données supplémentaires dont la crue de mai 2015.

Méthodes utilisées :

Préalable : analyse de l'historique de la pluviométrie à l'échelle du bassin versant

Q10 à Q50 analyse statistique des valeurs de débits au droit des stations hydrométriques

Q100 analyse statistique des débits et de la pluie (méthode du Gradex)

Débits retenus :

Nom de la station	Superficie du bassin versant (km ²)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Chamonix (pont des Favrands)	205	125	150	195	230
Passy (barrage de l'Abbaye, amont Bon Nant)	368	195	230	300	350
Sallanches	514	230	295	375	440
Magland (pont d'Oex)	677	300	370	470	535
Thyez (amont confluence du Giffre)	835	370	435	550	615
Bonneville (pont route départementale)	1357	535	625	790	885
Arthaz	1664	620	725	920	1030
Bout du Monde (Genève)	1976	675	800	1020	1175

Tableau 25: Estimations des débits caractéristiques de crues de l'Arve

Les résultats montrent, par rapport aux études précédentes, des débits de crues décennaux plutôt revus à la baisse et des débits centennaux comparables ou des valeurs légèrement supérieures.

- Modélisation hydraulique

La modélisation porte sur un linéaire d'environ 64km de cours d'eau principal, de la commune de Passy jusqu'à la commune de Gaillard, scindée en 2 modèles hydrauliques bidimensionnels construits à l'aide du logiciel TELEMAC-2D, donnant en chaque point du maillage du bassin versant, la hauteur d'eau et la vitesse moyenne sur la verticale :

- tronçon entre Passy et la confluence avec le Giffre : 32 km
- tronçon aval de la confluence Giffre à la frontière franco-suisse : 34 km

Le modèle a été calé à partir des laisses de la crue de mai 2015 (en aval de Cluses) et la cohérence entre les simulations et l'emprise de la zone inondable de 2015 vérifiée.

Topographie utilisée :

profils en travers du lit mineur de l'Arve issus de l'étude EGISEau 2012 et profils complémentaires levés en septembre 2016

MNT à l'aide de levés LIDAR 2014 et 2015 et semis de point RGD74 (sur les marges uniquement)

Cartographie des événements

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 ISL 2016 pour crue décennale
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue décennale de l'Arve actualisés dans le cadre de l'étude ISL 2016.
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 ISL

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 »).

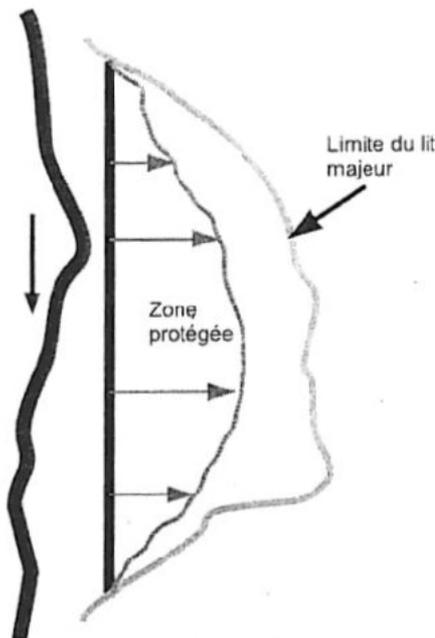
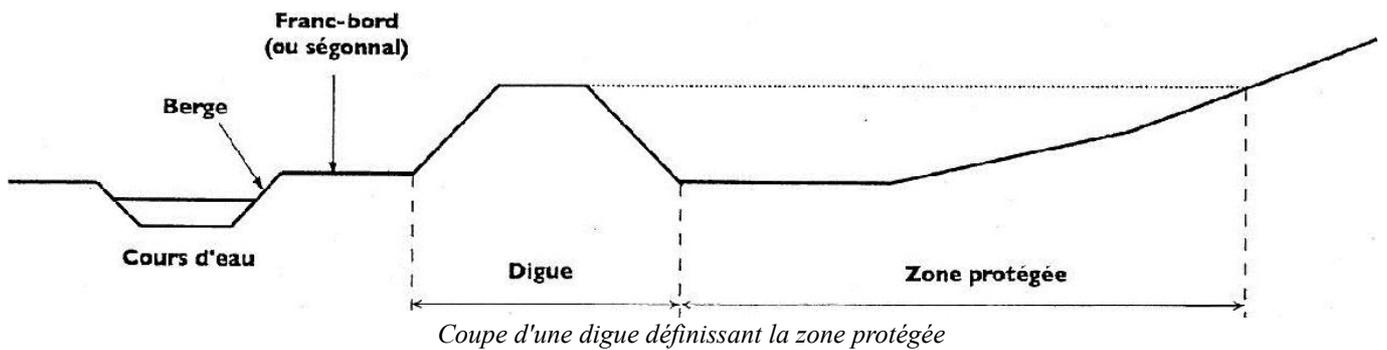


Figure 4 : report des horizontales pour délimiter la zone protégée

- **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.

Les ouvrages de protection sont considérés comme résistants dans les modélisations ISL.

Afin de répondre aux exigences de la Directive Inondation et de considérer l'effacement des ouvrages, il a été choisi pour la cartographie du 1^{er} cycle d'utiliser le modèle CARTINO PC (l'emprise obtenue a été ensuite rendue cohérente avec les emprises des zones protégées par les digues).

Afin de prendre en compte les données récentes fournies par l'étude ISL 2016, le principe retenu en ce qui concerne la cartographie réalisée dans le cadre du 2^{ème} cycle de la directive inondation est une mise à jour à partir des modélisations récentes ISL2016 sauf sur les secteurs endigués pour lesquels l'effacement modélisé en 2013 fait apparaître une inondation plus importante.

Scénario retenu	Crue centennale (Q100)
Modèle utilisé	Modèle ISL 2016
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue décennale de l'Arve actualisés dans le cadre de l'étude ISL 2016.
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
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 <u>suite à l'effacement des ouvrages de protection</u>. 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>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

- **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.

C'est également le modèle CARTINO qui a été utilisé pour la cartographie réalisée lors du 1^{er} cycle.

Pas de modification proposée.

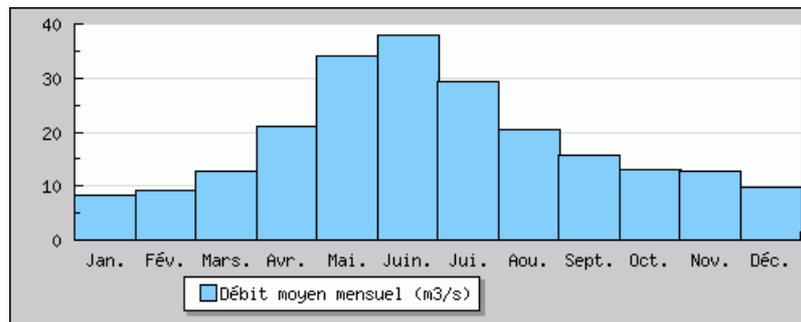
Scénario retenu	Crue millénaire (Q1000)
Modèle utilisé	CARTINO PC
Données utilisées	Données SHYREG
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
Incertitudes et limites	<p>Dans certains secteurs, l'emprise du MNT LIDAR fournie par le SM3A est insuffisante pour représenter l'étalement de la ligne d'eau 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 la modélisation CARTINO.

3.4 - Débordements 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).

La crue de mai 2015 composée de 3 événements successifs, a touché l'Arve et le Giffre avec une contribution entre un tiers et la moitié des débits de ce dernier (débit maximum de 905 m³/s de l'Arve à la station de Genève, à la confluence avec le Rhône - période de retour proche de 30 ans).

Études et méthodes mobilisées

Les données utilisées pour réaliser la cartographie sont le résultat des modélisations de l'étude d'inondabilité du Giffre conduite par le SM3A, réalisée par le bureau d'étude HYDRATEC entre 2014 et 2016.

Le régime hydrologique du Giffre est de type nival avec des influences pluviales et glaciaires. Les affluents du Giffre connaissent des régimes d'écoulement torrentiels, caractérisés par leur forte pentes.

Le débit du Giffre et de ses affluents sont influencés par 8 ouvrages hydroélectriques d'importance variable.

Paramètres de l'étude HYDRATEC 2014-2016

(L'ensemble de la méthodologie fait l'objet de rapports détaillés)

- Hydrologie

Une actualisation de l'hydrologie du Giffre et des débits de référence a été réalisée dans le cadre de l'étude (données antérieures SAFEGE 2000 et HYDRETUDES 2006).

L'actualisation de l'hydrologie menée dans le cadre de cette étude repose, d'une part sur l'analyse des événements historiques connus (hydrogramme de crues, débits maximaux annuels connus et analyse de la variabilité spatiale des pluies), et d'autre part, sur une analyse des stations de mesure gérées par le DREAL et EDF.

L'estimation des débits a été faite, pour les crues fréquentes par ajustement statistique et pour les crues de fréquence plus rare par application de la méthode du Gradex.

Période de retour	Giffre à Taninges (m ³ /s)		Giffre à Samoëns (m ³ /s)		Giffre à Marignier (m ³ /s)	
	Hydratec 2014	Safege 2000	Hydratec 2014	Safege 2000	Hydratec 2014	Safege 2000
10 ans	342.3	254.0	241.0	186.0	439.0	320.0
20 ans	435.7	-	296.7	-		
30 ans	489.4	368.0	328.8	261.0		461.0
50 ans	556.5	-	368.8	-		
100 ans	647.0	483.0	422.9	340.0	790.9	605.0
1000 ans	946.2	-	601.4	-		

Tableau 13 : Comparaison des débits caractéristiques du Giffre avec ceux établis par l'étude Safege 2000

- Modélisation hydraulique avec couplage hydraulique/transport solide

Un modèle numérique des écoulements a été élaboré à partir des levés topographiques mis à disposition et les compléments réalisés dans le cadre de l'étude, avec le logiciel dédié à l'hydraulique fluviale HYDRARIV (modélisation bi-dimensionnelle 2D).

- MNT modèle numérique de terrain : levé LIDAR de la vallée du Giffre et de ses affluents réalisé en 2013 et complément de levés terrestres pour décrire le lit mineur

- calage du modèle hydraulique réalisé sur la crue du 1er et 3 mai 2015 qui a touché l'ensemble du bassin versant de l'Arve à partir de l'exploitation des différentes données récoltées au cours de cet événement (repères de crue et mesures de débit).

Les apports solides ont été injectés aux principaux affluents pris en compte lors de la définition des hydrogrammes de crue.

• **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 HYDRATEC 2016 pour crue décennale
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue décennale du Giffre actualisés dans le cadre de l'étude.
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 des modélisations HYDRATEC

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.

• **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 HYDRATEC 2016 pour crue centennale avec effacement des ouvrages
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue centennale du Giffre actualisés dans le cadre de l'étude.
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats des modélisations HYDRATEC

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 HYDRATEC 2016 pour crue millénaire
Données utilisées	Le modèle hydraulique se base sur les débits et les hydrogrammes caractéristiques de la crue millénaire du Giffre actualisés dans le cadre de l'étude.
Prise en compte des ouvrages de protection	Non
Incertitudes et limites	
Mode de représentation retenu	Hauteurs d'eau d'après les résultats de la modélisation HYDRATEC

3.5 - Débordements du Foron de Gaillard (du Chablais Genevois)

La cartographie de ce cours d'eau n'ayant pas été mise à jour pour le 2ème cycle, les informations ci-dessous n'ont pas été actualisées depuis 2013.

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 : $27 \text{ m}^3/\text{s}$;
- centennale : $45 \text{ m}^3/\text{s}$;
- millénaire : $62,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 HYDRETTUES pour crue décennale
Données utilisées	Hydrogrammes de crue centennale sur lesquels ont été appliqué la méthode du Gradex avec $Q_{100} / Q_{10} = 1,653$.
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 HYDRETTUES.

- **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 HYDRETTUES 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

	débites.
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, autrement dit au contour maximum des enveloppes inondables de chaque cours d'eau.

Son échelle de validité est le 1/25000^e.

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)¹.

En particulier pour le 2ème cycle, une base de donnée rassemblant un certain nombre de données enjeux a été créée sur le bassin Rhône-Méditerranée. Constituée à partir de bases de données nationales récentes, elle permet d'actualiser les données d'enjeux du 1er cycle, elle comprend les enjeux exigés par l'article R566-7 du code de l'environnement ainsi que le patrimoine culturel.

Sur les cartes de risque, les enjeux sont représentés uniquement dans les surfaces inondables, à l'exception des enjeux liés à la gestion de crise : leur présence en dehors de la surface inondable pouvant améliorer la gestion de l'évènement.

Les données de population permanente et d'emplois ont également été mises à jour à partir de données récentes au niveau national permettant d'actualiser l'estimation de la population permanente et des emplois dans les zones potentiellement touchées.

Dès lors que la cartographie de l'un des cours d'eau du TRI a été modifiée ou qu'un nouveau cours d'eau a été cartographié, il a été décidé de mettre à jour les données d'enjeux de l'ensemble des cours d'eau du TRI donc de produire de nouvelles cartes de risque et de recalculer la population et les emplois potentiellement impactés sur l'ensemble du TRI.

Pour plus de détails vous pouvez vous référer aux compléments méthodologiques pour les TRI dont la cartographie a été modifiée placés en annexe.

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

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.

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 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 2014 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 donnée SIRENE de l'INSEE de mars 2018 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, et locations saisonnières en 2018 ainsi que les résidences secondaires en 2014. 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 la somme du surplus de la population saisonnière théorique et la population communale permanente sur la population communale permanente. Il s'agit de la comparaison entre la « population en saison » et la population « hors saison ». Au 1^{er} cycle, c'était le poids de l'affluence saisonnière au regard de la démographie communale qui était calculée.

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 sous la dénomination « bâtiments ». Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN de 2017 (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Ils tiennent compte de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (bâtiments industriels, bâtis remarquables, bâtiments indifférenciés comprenant les habitations).

5. Patrimoine culturel

Seul le patrimoine culturel dans la zone potentiellement touchée a été représenté dans les cartes de risque, sous la dénomination « patrimoine culturel ». Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN de 2017 et des données des atlas des patrimoines du Ministère de la Culture de 2018. Elle tient compte de l'ensemble des musées, vestiges archéologiques, édifices religieux, cimetières, etc.

6. 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, représentées dans les cartes de risque sous la dénomination « zone d'activité ». Cette information est issue de la BDTopo de l'IGN de 2017 et de l'observatoire des matériaux du BRGM de 2013 (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>). Elle tient compte des zones d'activités industrielles, commerciales, de l'agriculture, des zones de camping, des surfaces d'activités de transport et des carrières pour l'exploitation des matériaux.

7. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont prises en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées, représentées dans les cartes de risque sous les dénominations respectives : « IPPC » et « station d'épuration ».

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 de 2018 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 » de 2018. Les données sont visualisables sur <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/>.

8. 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. Elles sont représentées dans les cartes de risque sous la dénomination « zone protégée au titre de la DCE ». 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.

9. 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 essentiellement de la BDTopo de l'IGN de 2017 (pour plus de détails : <http://professionnels.ign.fr/bdtopo>).

Ils comprennent :

- *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 de pompiers, les gendarmeries, les mairies, les préfetures, et sont représentées avec ces appellations sur les cartes de risque ;
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « établissements pénitentiaires », « établissements d'enseignement », « établissements hospitaliers », « campings », dénommés respectivement « prison », « école », « hôpital » et « camping » sur les cartes de risque;
- *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 » et dénommés respectivement « gare et aéroport », « autoroute et quasi-autoroute », « liaisons principales » et « réseau ferré » sur les cartes de risque ;
- *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 issues de la base S3IC de 2018) et dénommés respectivement « installation eau potable », « poste de transformation » et « installation SEVESO ».

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
- Addendum EPRI 2018
- Rapport de présentation du PPRI du Foron, approuvé le 29/07/2011
- 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 bilan, évaluation, perspective du contrat de rivière du Foron du Chablais Genevois, 2012
- Etude de faisabilité pour l'optimisation des aménagements de protection de la moyenne et basse vallée de l'Arve, ISL 2016-2017
- Etude d'inondabilité du Giffre et de ses affluents, HYDRATEC 2014-2016
- Dossier de candidature PAPI Arve n°2, mars 2019

➤ Annexe IV : Compléments méthodologiques 2^e cycle

- Données nationales fournies pour le calcul des populations et emplois impactés
- Précisions sur les méthodes utilisées sur le bassin Rhône-Méditerranée

**Direction régionale de l'Environnement
de l'Aménagement et du Logement
Auvergne-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**

