

Plan de Prévention des Risques Mouvements de Terrain et inondations par cours d'eau des communes de la Garonne Saint-Gaudinoise

Phase 2 Cartographie des aléas

Rapport non technique



Version 2.1 – Juin 2025

Service Instructeur

Direction départementale des Territoires de la Haute-Garonne (SRGC/PPROP/URA)

Bureaux d'études techniques



ARTELIA
Agence de Toulouse

15 allée de Bellefontaine – BP
70644 – 31106 TOULOUSE
Cedex 1



ALP'GEORISQUES

Z.I. – 52, rue du Moirond
Bâtiment Magbel
38420 DOMENE

Identification du document

Projet	Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain et inondations		
Sous-titre	Rapport non technique sur les phénomènes et les aléas		
Document	D2212135_PPRN_garonneSaintGaudinoise_RNT_v2-1.odt		
Référence	provisoire		
Proposition n°	D2212135	Référence commande	
Maître d'ouvrage	DDT de la Haute-Garonne	Bât. A, Cité administrative, 2 boulevard Armand-Duportal, 31000 TOULOUSE	
Maître d'œuvre ou AMO			

Modifications

Version	Date	Description	Auteur	Vérifié par
1.0	02/05/2025	Document provisoire de validation	DMB	DMB
2.0	27/05/2025	relecture MOA		
2.1	06/10/2025	Version finale		

Diffusion

Chargé d'études	Didier Mazet-Brachet	04 76 77 92 00	didier.mazetbrachet@alpgeorisques.com
Diffusion	Papier	✓	
	Numérique	✓	

Archivage

N° d'archivage (référence)	provisoire
Titre	Plan de Prévention des Risques mouvements de terrain et inondations
Département	31
Commune(s) concernée(s)	Fronsac, Frontignan-de-Comminges, Galié, Bagiry, Luscan, Barbazan, Labroquère, Valcabrère, Saint-Bertrand-de-Comminges, Seilhan, Beauchalot, Montespain, Montsaunès, Figarol, Castillon-de-Saint-Martory, Lestelle-de-Saint-Martory, Saint-Martory, Mancieux, Boussens, Martres-Tolosane, Mauran
Cours d'eau concerné(s)	La Garonne, Le Jô, La Noue, Le Salat, ruisseau de Loubrague, le Jounades
Région naturelle	Haute-Garonne
Thème	PPRN mouvement de terrain et inondation
Mots-clefs	PPRN, mouvement de terrain, inondation, Haute-Garonne, glissement de terrain, crue, chute de blocs et éboulement, effondrement de berges

TABLE DES MATIÈRES

I. PRÉAMBULE.....	8
I.1. Portée du plan de prévention des risques naturels (PPRN) et son déroulement.....	8
I.2. Contexte de la mission.....	9
I.3. Périmètre d'étude.....	10
I.3.1. La Garonne Saint-Gaudinoise amont.....	10
I.3.2. La Garonne Saint-Gaudinoise aval.....	10
I.3.3. Périmètre d'étude des mouvements de terrain.....	11
I.4. Phénomènes étudiés.....	13
I.4.1. Les inondations.....	13
I.4.2. Les glissements de terrain.....	14
I.4.3. Les éboulements rocheux.....	14
I.4.4. Les instabilités et les érosions de berges.....	15
I.4.5. Autres mouvements de terrains.....	16
I.5. La démarche mise en œuvre.....	16
II. CONNAISSANCE DES PHÉNOMÈNES HISTORIQUES.....	16
II.1. Événements recensés.....	16
II.2. Cartographie informative de phénomènes naturels.....	19
III. QUALIFICATION DES ALÉAS.....	26
III.1. Concepts utilisés.....	26
III.1.1. Notion d'aléa.....	26
III.1.2. Scénarios de référence.....	26
III.1.3. Intensité des phénomènes.....	27
III.1.4. Probabilité d'occurrence.....	27
III.1.4.1. Inondations.....	27
III.1.4.2. Mouvements de terrain.....	28
III.2. Aléas hydrauliques.....	30
III.2.1. Les inondations affectant la zone d'étude.....	30
III.2.2. La Garonne, tronçons modélisés.....	30
III.2.3. La Garonne, approche hydrogéomorphologique.....	31
III.2.4. Affluents modélisés.....	31
III.3. Aléas de mouvements de terrain.....	31
III.3.1. Glissements de terrain.....	31
III.3.2. Les chutes de blocs.....	32
III.3.3. Berges de la Garonne.....	33
III.4. La cartographie des aléas.....	34

I. Préambule

I.1. Portée du plan de prévention des risques naturels (PPRN) et son déroulement

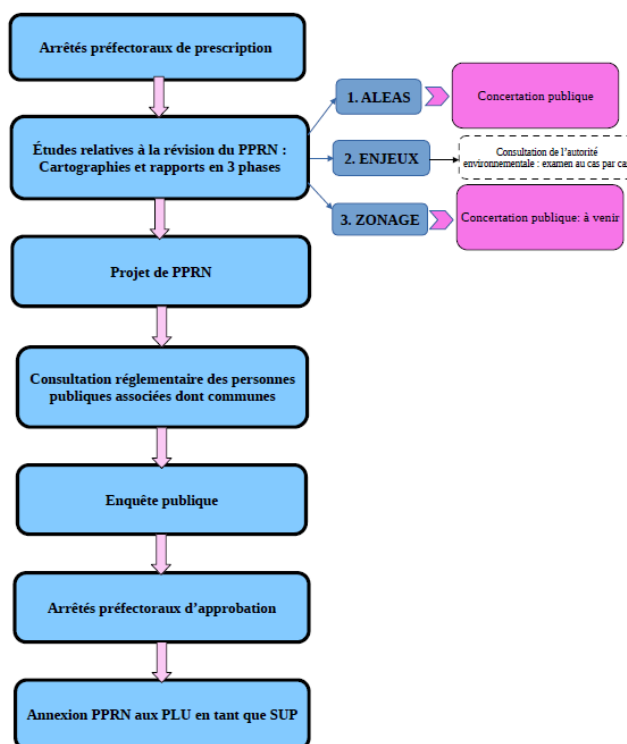
Le code de l'Environnement définit le PPRN, qui a pour objet de délimiter les zones exposées aux risques naturels prévisibles et d'y réglementer les utilisations et occupations du sol.

Le PPRN constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'État en matière de prévention des risques naturels. Il constitue une servitude d'utilité publique associée à des sanctions pénales en cas de non-respect de ses prescriptions et à des conséquences en terme d'indemnisations pour catastrophe naturelle.

Le PPRN permet de prendre en compte les risques naturels dans l'aménagement et le développement urbain.

Il relève de la responsabilité de l'État pour maîtriser les constructions dans les zones exposées à un ou plusieurs risques, tout comme dans celles qui ne sont pas directement exposées mais où des aménagements pourraient les aggraver. Le PPR peut également définir et rendre obligatoires des mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde.

Les différentes étapes de la révision du dossier sont rappelées ci-après :



Le zonage réglementaire du PPRN résulte du croisement entre les aléas et les enjeux.



La présente concertation publique est celle permettant de présenter la cartographie des aléas.

Deux autres phases de concertation avec le public sont prévues dans la suite de la procédure d'élaboration :

- Une concertation sur le projet de zonage réglementaire
- L'enquête publique sur le projet de PPRN complet

1.2. Contexte de la mission

Le bassin de la Garonne est fortement impacté par les risques naturels. Diverses crues majeures sont identifiées sur le fleuve et ses affluents, avec des incidences fortes sur la population.

La Direction Départementale des Territoires de la Haute-Garonne a souhaité lancer l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) sur 21 communes situées en amont et en aval de Saint-Gaudens, dans la continuité de PPRNi récemment approuvés.

Sur ce territoire, la connaissance des risques hydrauliques est actuellement apportée par le plan des surfaces submersibles (PSS) de la Garonne et par la cartographie informative des zones inondables (CIZI) de la Garonne. Ces documents, devenus obsolètes doivent être remplacés par un plan de prévention des risques d'inondation (PPRI).

Compte tenu du contexte morphologique et géologique, le territoire est aussi exposé à des mouvements de terrain. Ce contexte justifie la réalisation d'un plan de prévention des risques naturels (PPRN) multirisques intégrant risques hydrauliques et mouvements de terrain.

Le choix de réaliser un PPRN est justifié par :

- l'exposition du territoire de ces 21 communes au risque inondation comme l'ont montré les crues majeures de 1875 et 1897 ainsi que celle de juin 2013 ;
- des berges (Garonne et affluents) et versants exposés à des mouvements de terrain divers (glissements, éboulements rocheux, érosion et éboulements de berges) ;
- une forte pression foncière reconnue sur la plaine de la Garonne et sur ses affluents.

Le PPRN aura donc vocation à :

- actualiser et compléter la connaissance des risques naturels sur le territoire ;

- appliquer les doctrines actuelles en matière de qualification de l'aléa ;
- appliquer les doctrines actuelles en termes de transcription réglementaire et de règlement.

I.3. Périmètre d'étude

Les 21 communes concernées se répartissent en deux blocs géographiques respectivement situés en amont et en aval de Saint-Gaudens.

I.3.1. La Garonne Saint-Gaudinoise amont

Le périmètre d'élaboration des PPRN de la Garonne Saint-Gaudinoise amont correspond à 10 communes : Bagiry, Barbazan, Fronsac, Frontignan-de-Comminges, Galié, Labroquère, Luscan, Saint-Bertrand-de-Comminges, Seilhan et Valcabrère.

Ce secteur est traversé par la Garonne qui s'écoule ici du sud au nord. Le relief y est globalement très marqué et la Garonne s'écoule dans une vallée en auge, de largeur kilométrique, formant un large lit majeur.

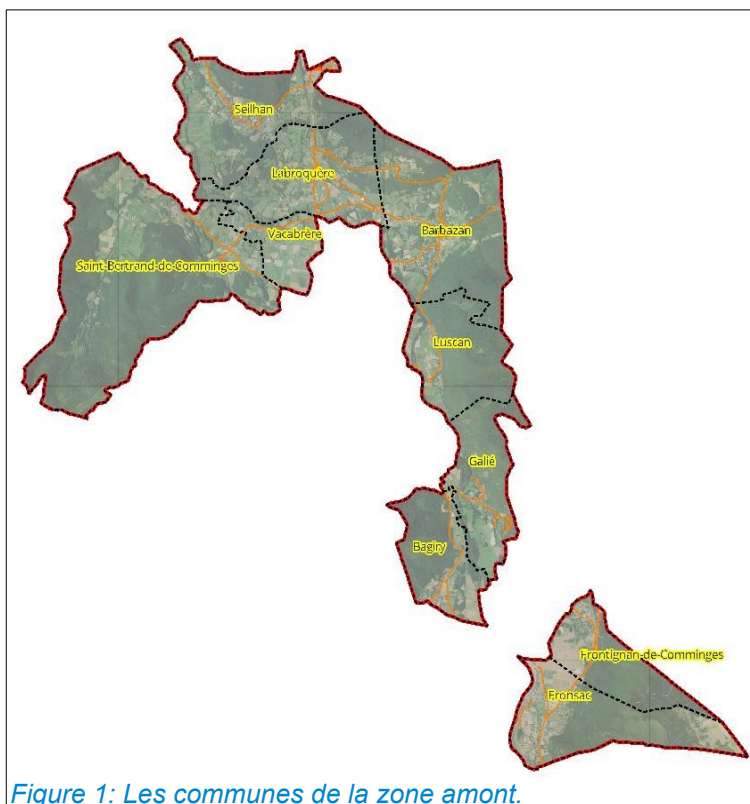


Figure 1: Les communes de la zone amont.

I.3.2. La Garonne Saint-Gaudinoise aval

Le périmètre d'élaboration des PPRN de la Garonne Saint-Gaudinoise aval correspond à 11 communes : Beauchalot, Boussens, Castillon-de-Saint-Martory, Figarol, Lestelle-de-Saint-Martory, Mancieux et Martres-Tolosane, Mauran, Montespan, Montsaunès et Saint-Martory.

Dans ce secteur aval, la Garonne s'écoule d'ouest en est puis bifurque vers le nord. La vallée de la Garonne est large et comporte plusieurs niveaux de terrasses alluviales.

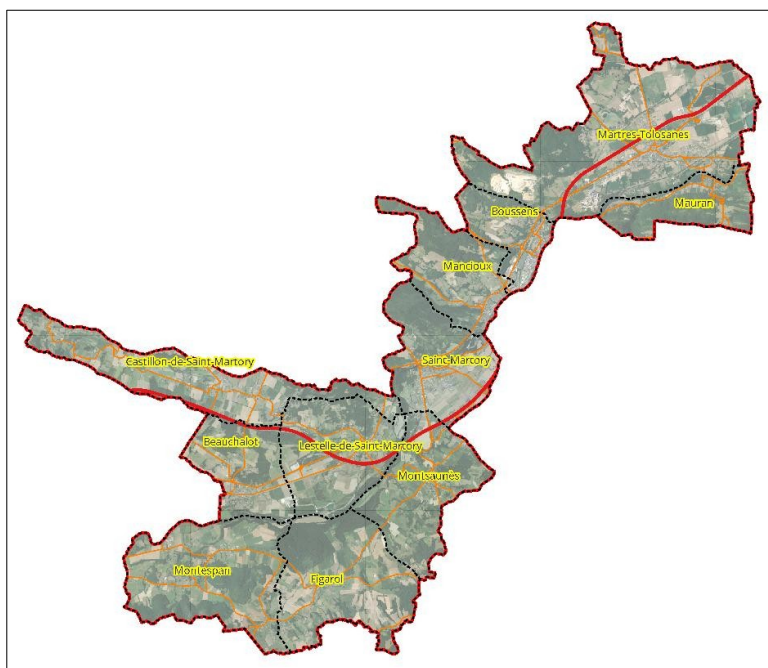


Figure 2: Les communes de la zone aval.

1.3.3. Périmètre d'étude des mouvements de terrain

La cartographie des aléas de glissements de terrain et de chutes de pierres et de blocs ne porte que sur les secteurs urbanisés et leurs abords ; Les zones naturelles ou agricoles n'ont pas été traitées du fait de leurs importantes étendues et de l'absence d'enjeux au sens du PPRN

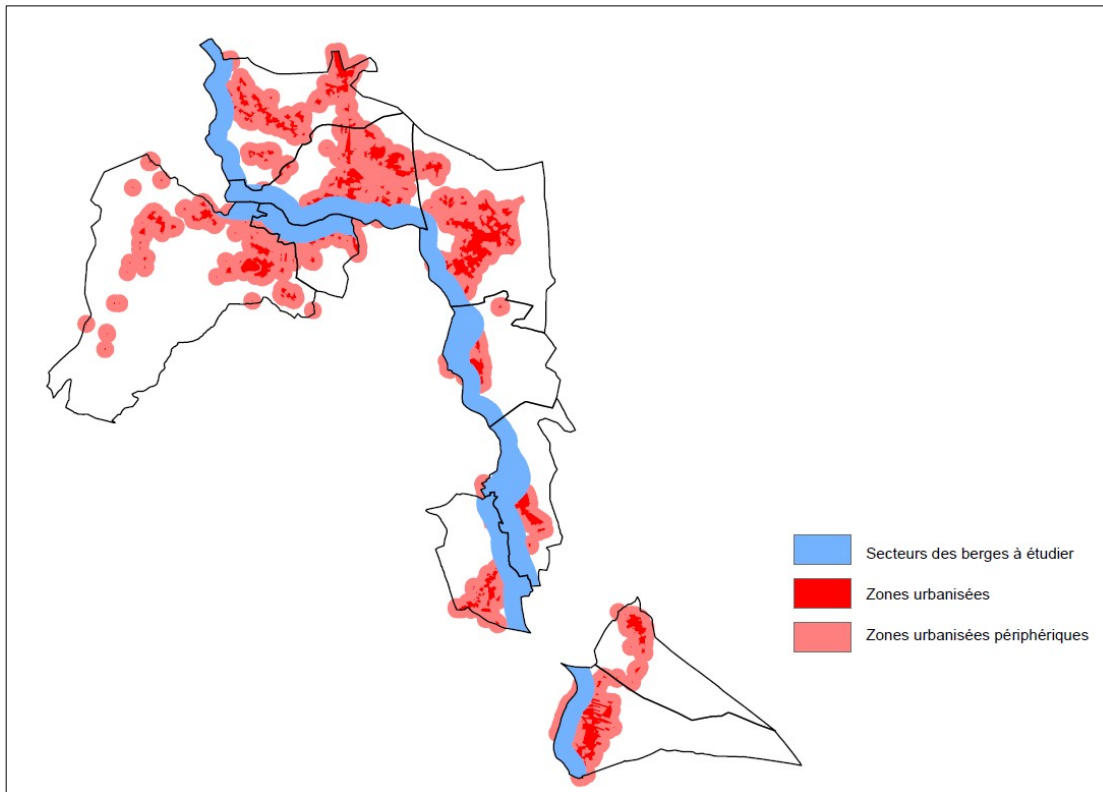


Figure 3: Secteur amont (zone traitées indicatives)

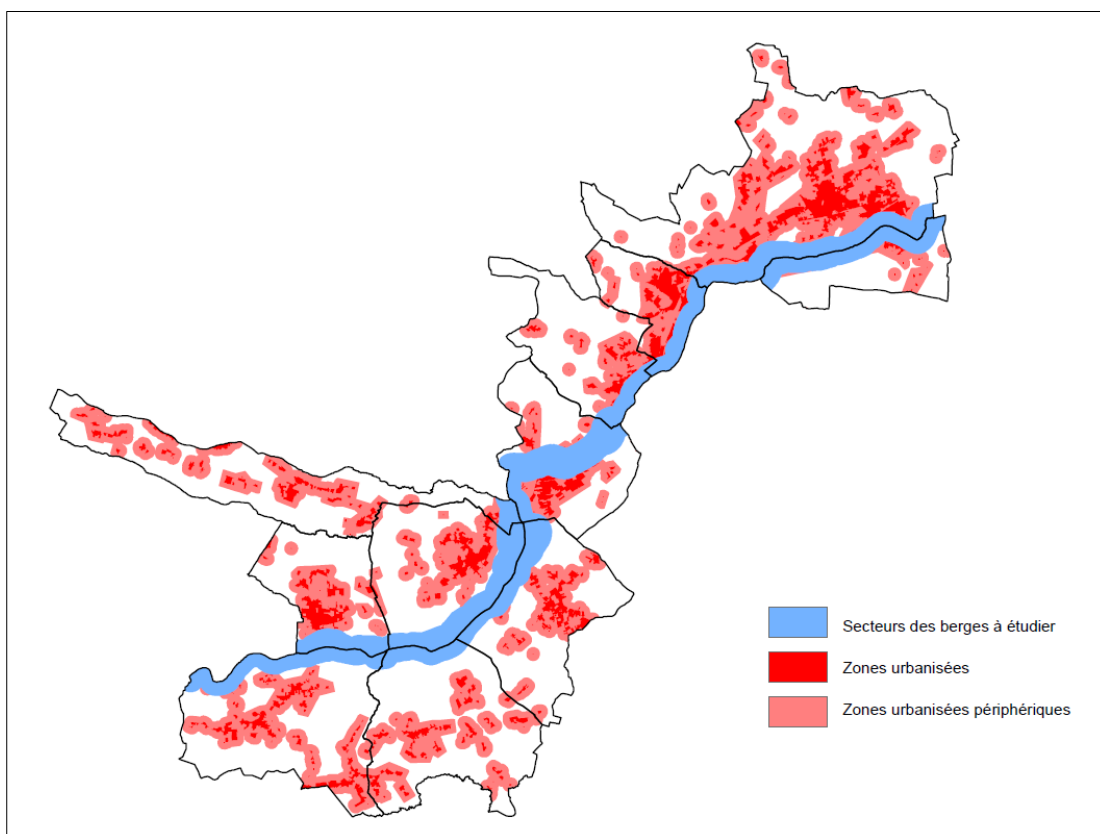


Figure 4: Secteur aval (zone traitées indicatives)

I.4. Phénomènes étudiés

Le PPRN mouvements de terrain et inondation de la Garonne Saint-Gaudinoise prends en compte divers phénomènes :

- les inondations ;
- les glissements de terrain ;
- les éboulements rocheux ;
- les instabilités des berges de la Garonne.

I.4.1. Les inondations

Les reliefs pyrénéens connaissent des événements pluvieux fréquents et parfois intenses avec des temps de concentration des affluents brefs et des vitesses d'écoulement rapides.

Lors d'événements pluviométriques exceptionnels, les apports d'eau dépassent les capacités d'évacuation des réseaux de drainage naturels et entraînent des débordements des cours d'eau.

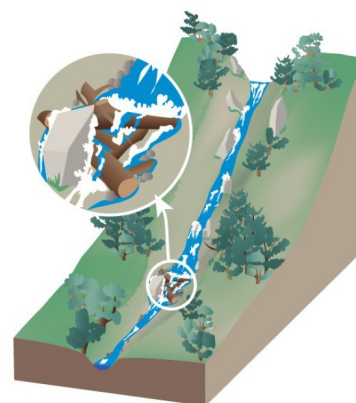


L'ampleur de l'inondation est fonction de :

- l'intensité et la durée des précipitations ;
- la surface et la pente du bassin versant ;
- la couverture végétale et la capacité d'absorption du sol ;
- la présence d'obstacles à la circulation des eaux.

Cette étude porte sur les inondations générées par les crues de la Garonne et de deux de ses affluents dans la partie aval de leur cours (le Jô et le ruisseau de Jounade).

- À la sortie de l'hiver, les crues de la Garonne peuvent être aggravées par la fonte des neiges.



1.4.2. Les glissements de terrain

Un glissement de terrain est un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs lignes de rupture. Ce déplacement entraîne généralement une déformation plus ou moins prononcée des terrains de surface.

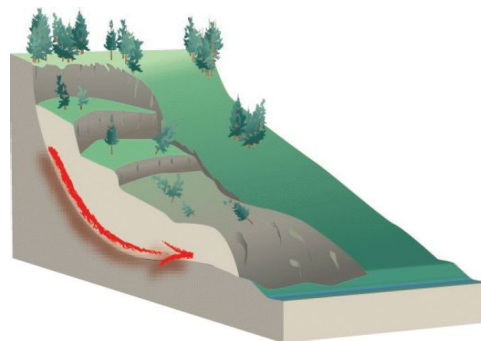
L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.

Ce type de phénomène concerne notamment les matériaux meubles, relativement peu cohérents, et en situation de pente moyenne voire faible selon la nature des matériaux.

La circulation d'eau souterraine et la pluviométrie sont des facteurs de prédisposition ou de déclenchement de tels événements. Un terrassement réalisé sans respecter les règles de l'art peut aussi être à l'origine du déclenchement de glissements de terrain.

Les indices visibles de glissement de terrain sont notamment les loupes de glissement, les niches d'arrachement, les bourrelets frontaux, la forêt ivre et les terrains d'aspects moutonnés.

Les constructions situées sur des glissements de terrain pourront être soumises à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement ou encore à leur affaissement (tassement différentiel). Ces efforts peuvent entraîner la ruine des constructions. La réponse constructive à ces efforts est d'ordre géotechnique et structurel, avec généralement un renforcement des fondations et de l'ossature des bâtiments.



1.4.3. Les éboulements rocheux

Les éboulements rocheux correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux par rebonds ou par roulement sur la surface topographique.

Ces éléments proviennent de zones rocheuses escarpées et fracturées ou de zones d'éboulis instables.

L'évolution régressive des secteurs à falaises abruptes est naturelle, car elle est liée à une situation de déséquilibre gravitaire entraînant un réajustement. La nature lithologique de la roche, sa dureté, sa structure, la topographie sont autant de paramètres de prédisposition aux phénomènes gravitaires. Les facteurs les plus communs de déclenchement des chutes de blocs et éboulement sont :

- le climat, que ce soit les périodes de gel/dégel qui favorisent la fracturation et l'éclatement de la roche ou bien l'infiltration de l'eau dans le terrain pouvant être à l'origine de surpression ou de dissolution ;
- les causes mécaniques tels que la sismicité, la répartition des masses (sous-cavage en pied de versant ou surcharge en tête) ;
- l'état de la végétation, qui peut entraîner une augmentation de la fissuration du massif, créer des zones de circulations préférentielles des eaux de ruissellement ou apporter une surcharge en tête de versant.

On distingue divers types de phénomènes selon les volumes totaux (tab. 1) et unitaires (tab. 2) mobilisés.

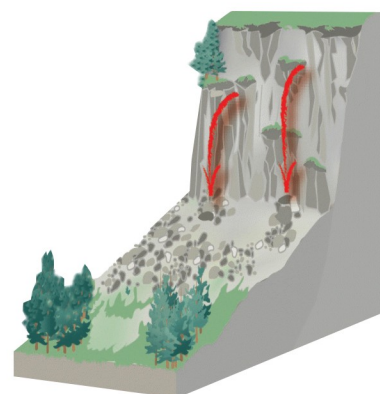


Tableau 1: Typologie des éboulements rocheux en fonction du volume total mobilisé (MEZAP, 2021)

Écroulement en grande masse	Éboulement en grande masse	Éboulement en masse limitée	Chute de pierres ou de blocs
Million de mètres cubes et plus	Dizaine à plusieurs centaines de milliers de mètres cubes	Quelques centaines à milliers de mètres cubes	Jusqu'à une centaine de mètres cubes
> 1 000 000 m ³	10 000 à 1 000 000 m ³	100 à 10 000 m ³	< 100 m ³

Les écroulements en grande masse ne sont généralement pas pris en compte dans les PPRN du fait de leur caractère exceptionnel et de leur dynamique très particulière.

Le volume unitaire des éléments mobilisés est un élément essentiel pour l'appréciation de l'intensité des éboulements rocheux.

Tableau 2: Typologie des éboulements rocheux en fonction du volume unitaire mobilisé (MEZAP, 2021)

Pierres	Petits Blocs	Blocs	Gros blocs
Inférieur à quelques décimètres cubes	Quelques décimètres cubes à un mètre cube	de un à quelques mètres cubes	Dizaine de mètres cubes et plus
< 0,01 m ³ (10 l)	0,01 m ³ à 1 m ³	1 à 10 m ³	> 10 m ³

1.4.4. Les instabilités et les érosions de berges.

Les instabilités de berges sont des phénomènes gravitaires correspondant à l'évolution naturelle des berges. Ils présentent des mécanismes et vitesses d'évolutions très variables et peuvent entraîner des glissements de terrain ou des éboulements. Selon le contexte géologique, ces éboulements peuvent mobiliser des masses rocheuses ou des masses de terrains meubles, plus ou moins consolidés du fait de leur cohésion propre ou des systèmes racinaires.

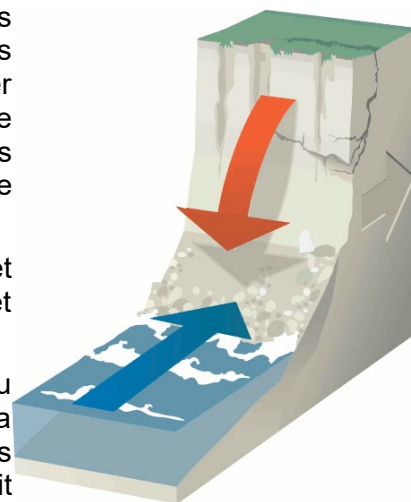
Son activité et sa dynamique dépendent de la topographie (hauteur et pente), de la géologie (compétence des terrains constituant la berge) et de la dynamique érosive du cours d'eau.

Les instabilités affectant les berges peuvent être provoquées ou aggravées par d'autres facteurs tels que des précipitations intenses, la végétation (en particulier des arbres sur les têtes de berges) ou des actions anthropiques (raidissement des berges, modification du lit naturel du cours d'eau...).

Les érosions de berge sont directement liées à l'action érosive du cours d'eau, en particulier lors des crues. Ces phénomènes affectent plutôt des berges basses, constituées par les matériaux meubles (alluvions fluviales le plus souvent). Dans des zones particulièrement exposées, comme l'extrados des courbes des cours d'eau, ces érosions peuvent se traduire par un recul rapide de plusieurs dizaines de mètres de la berge.

Ces érosions peuvent également provoquer ou aggraver des instabilités, notamment en sapant le pied de berges hautes.

Seules les instabilités et érosions affectant les berges de la Garonne sont étudiées dans le cadre de ce PPRN.



1.4.5. Autres mouvements de terrains

Les territoires des communes étudiées sont potentiellement exposées aux phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et aux séismes. Ces phénomènes ne sont pas traités dans le cadre de cette étude.

Les risques miniers (tassements, effondrements notamment) résultant de l'exploitation de matériaux listés à l'article L111-1 du Code minier, n'entrent pas dans le champ des plans de prévention des risques naturels (PPRN).

1.5. La démarche mise en œuvre

Les études techniques réalisées sont fondées sur :

- une approche bibliographique et historique comprenant :
 - une enquête auprès des municipalités ;
 - une enquête auprès des services RTM de l'ONF de la Haute-Garonne ;
 - une analyse diachronique à partir d'images orthographiques anciennes (BDOrtho historique de l'IGN) et récentes ;
- des reconnaissances de terrain :
 - l'observation du territoire communal lors des visites de terrains ;
 - le recueil de témoignages des habitants rencontrés.
- une approche prospective reposant sur une modélisation hydraulique de la Garonne et de ses principaux affluents.

II. Connaissance des phénomènes historiques

II.1. Événements recensés

Depuis 1982, le territoire a fait l'objet de douze arrêtés reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle (CATNAT) pour « Inondations et/ou Coulées de Boue » et d'un arrêté pour « Mouvement de Terrain ».

Ces arrêtés CATNAT ne concernent pas systématiquement l'ensemble des communes étudiées et le nombre maximum d'arrêté par commune est de sept.

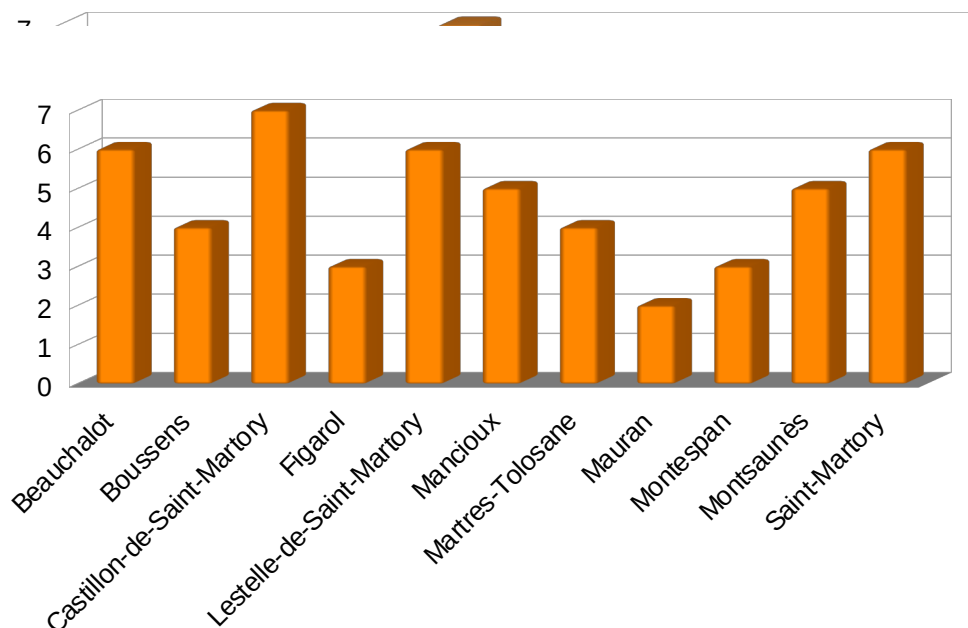


Figure 6: Nombre total d'arrêtés CATNAT par commune pour le secteur aval.

Les dates des inondation et coulées de boue ayant donné lieu à arrêté de CATNAT sont les suivantes : 23/05/2023 ; 09/01/2022 ; 20/02/2018 ; 17/06/2013 ; 13/07/2013 ; 02/08/2011 ; 24/01/2009 ; 22/04/2007 ; 26/05/2000 ; 25/12/1999 ; 04/10/1992 et 06/11/1982.

La date de survenue du mouvement de terrain ayant donné lieu à arrêté de CATNAT est le 01/01/1994. Il n'a concerné que la commune de Castillon-de-Saint-Martory.

La bibliographie et les enquêtes ont permis d'identifier 77 événements naturels. Les graphes ci-dessous présentent leur répartition par commune et par type.

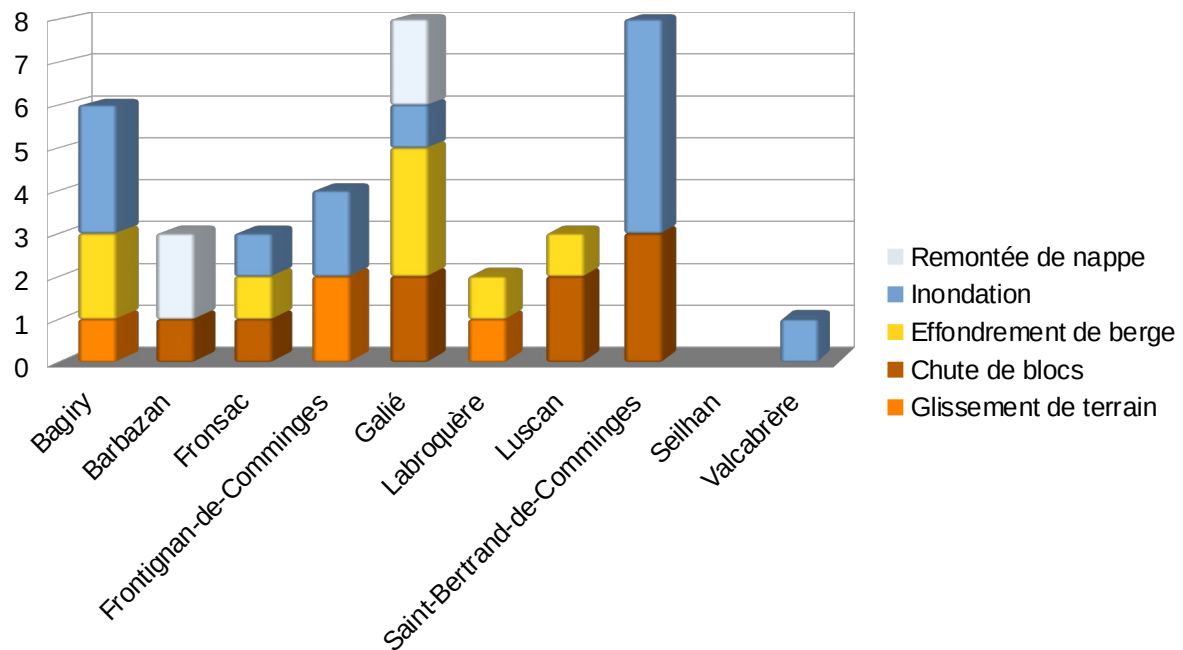


Figure 7: Nombre d'événements historiques identifiés par commune sur le secteur amont

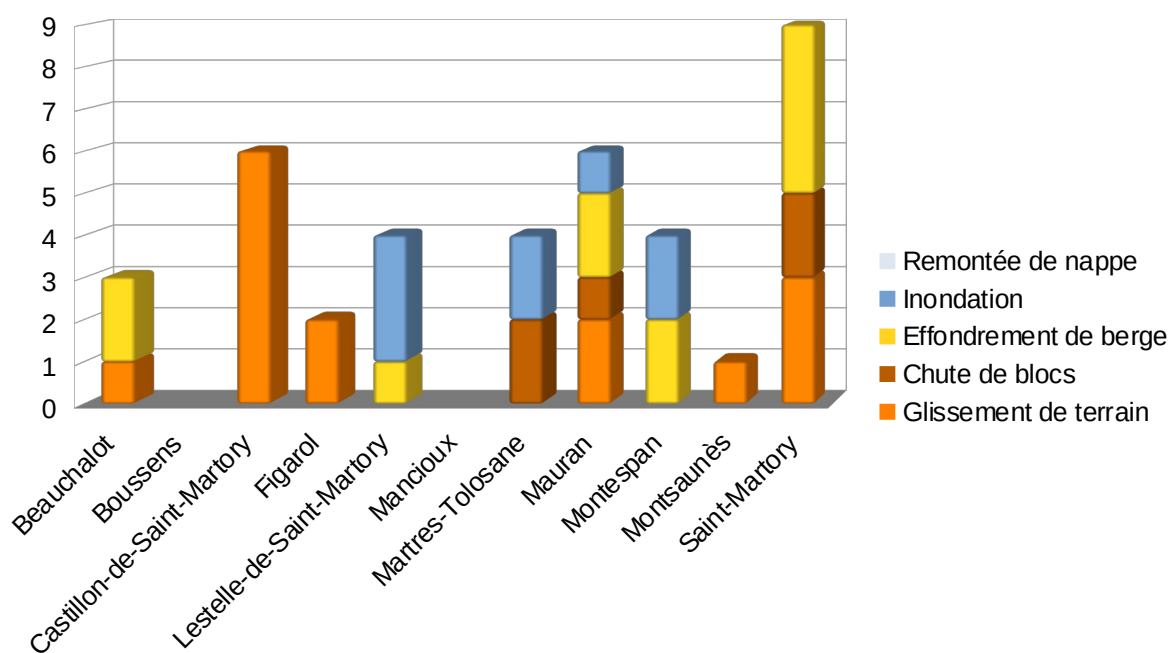
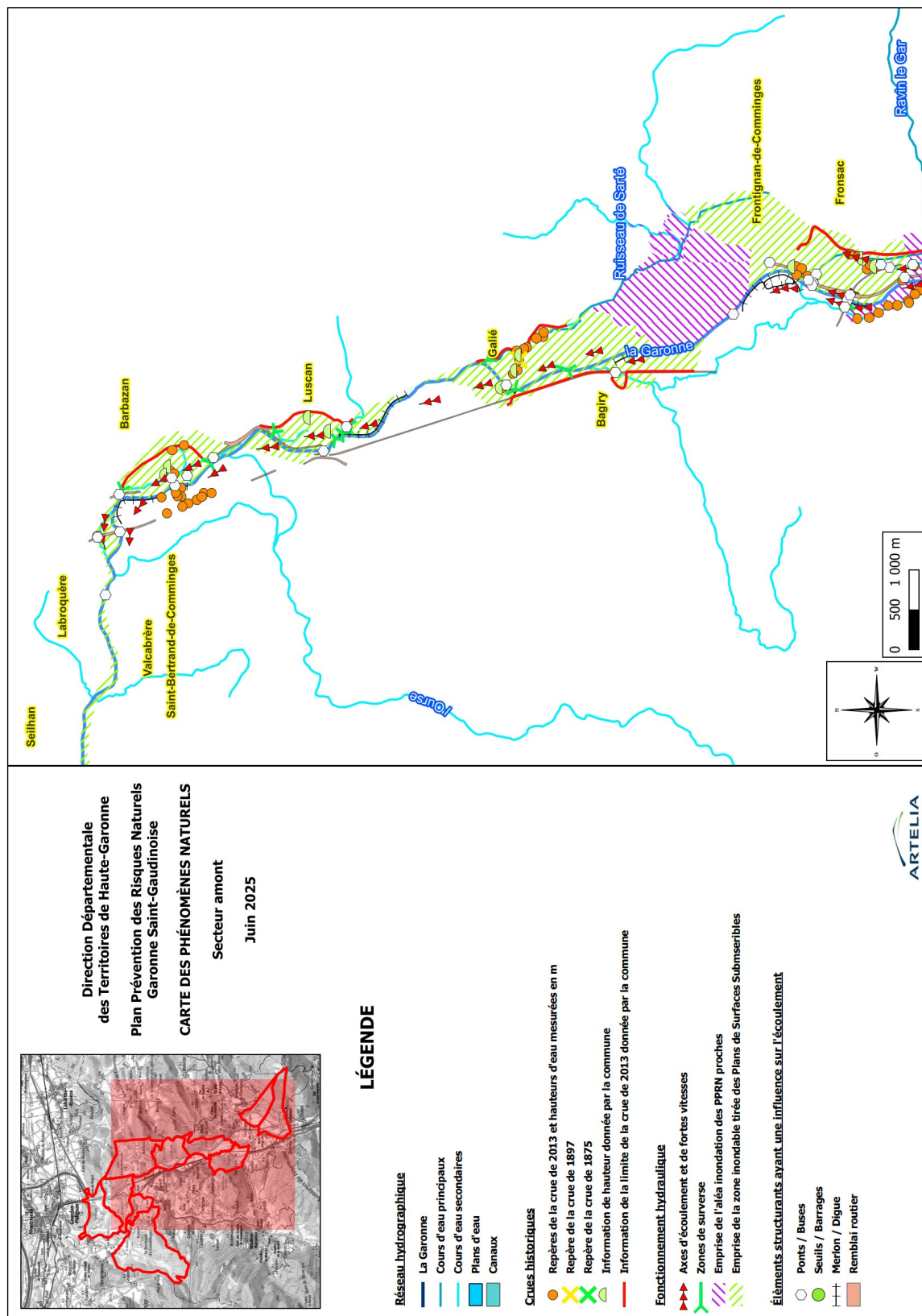


Figure 8: Nombre d'événements historiques identifiés par commune sur le secteur aval

II.2. Cartographie informative de phénomènes naturels

Ces événements historiques ont été intégrés dans une base de données repérées géographiquement. Cette information a été traduite de façon globale pour les secteurs amont et aval, puis par commune à une échelle plus fine.

Figure 9: Carte des évènements (inondations) recensés dans le secteur amont.



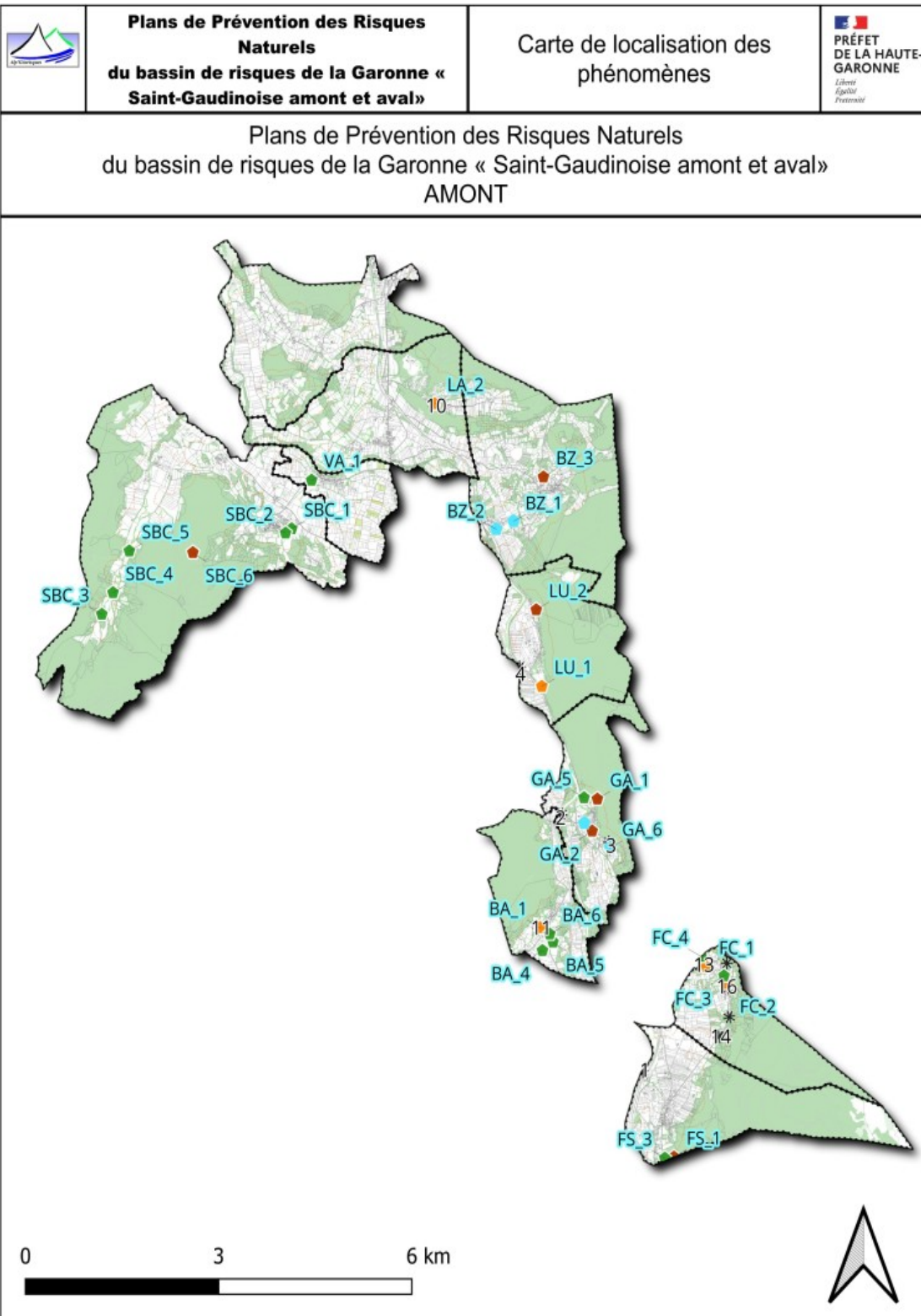


Figure 10: Carte des évènements (mouvements de terrain) recensés dans le secteur amont.

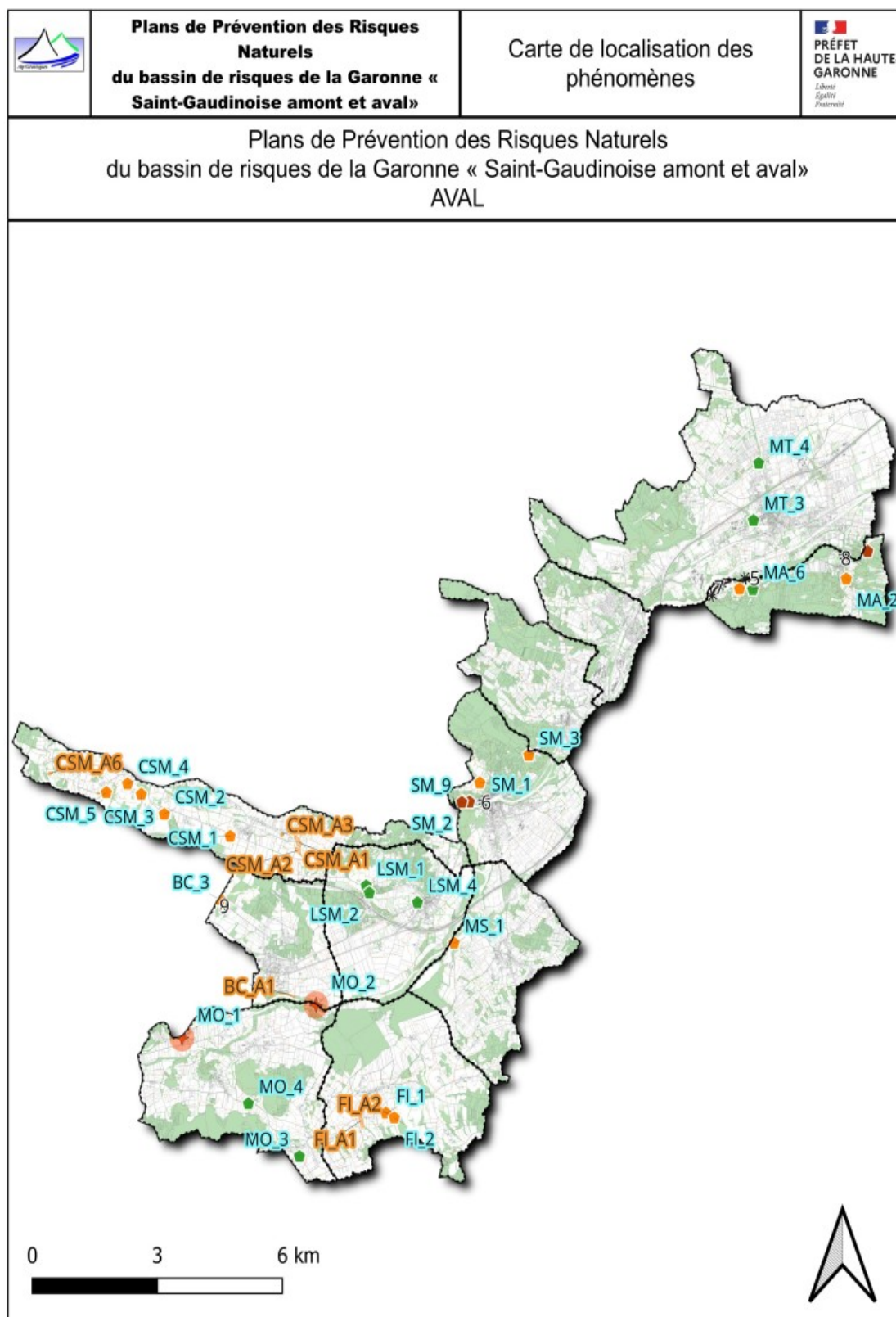


Figure 12: Carte des évènements (mouvements de terrain) recensés dans le secteur aval.

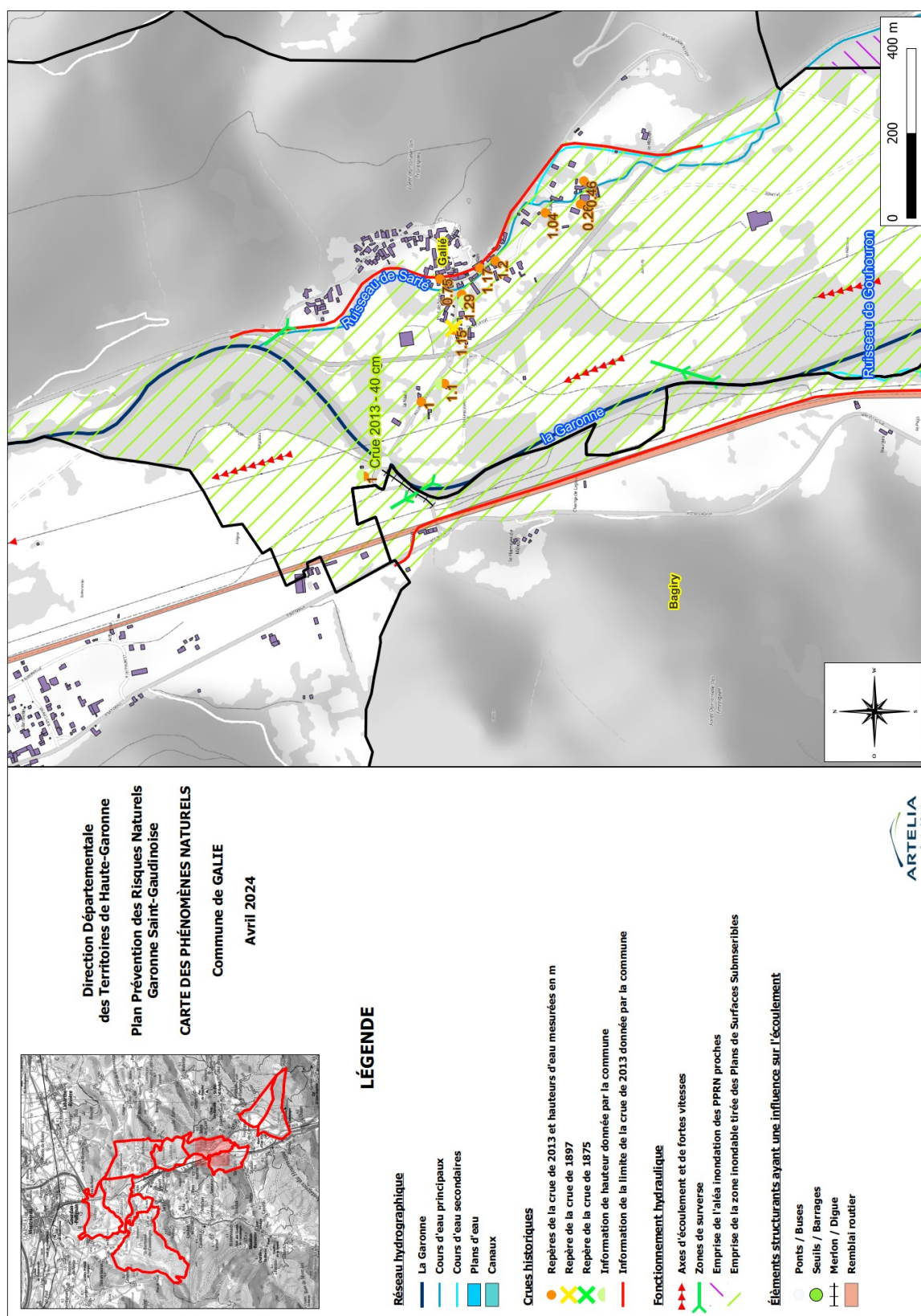


Figure 13: Exemple de carte des évènements (inondations) sur la commune de Galié.

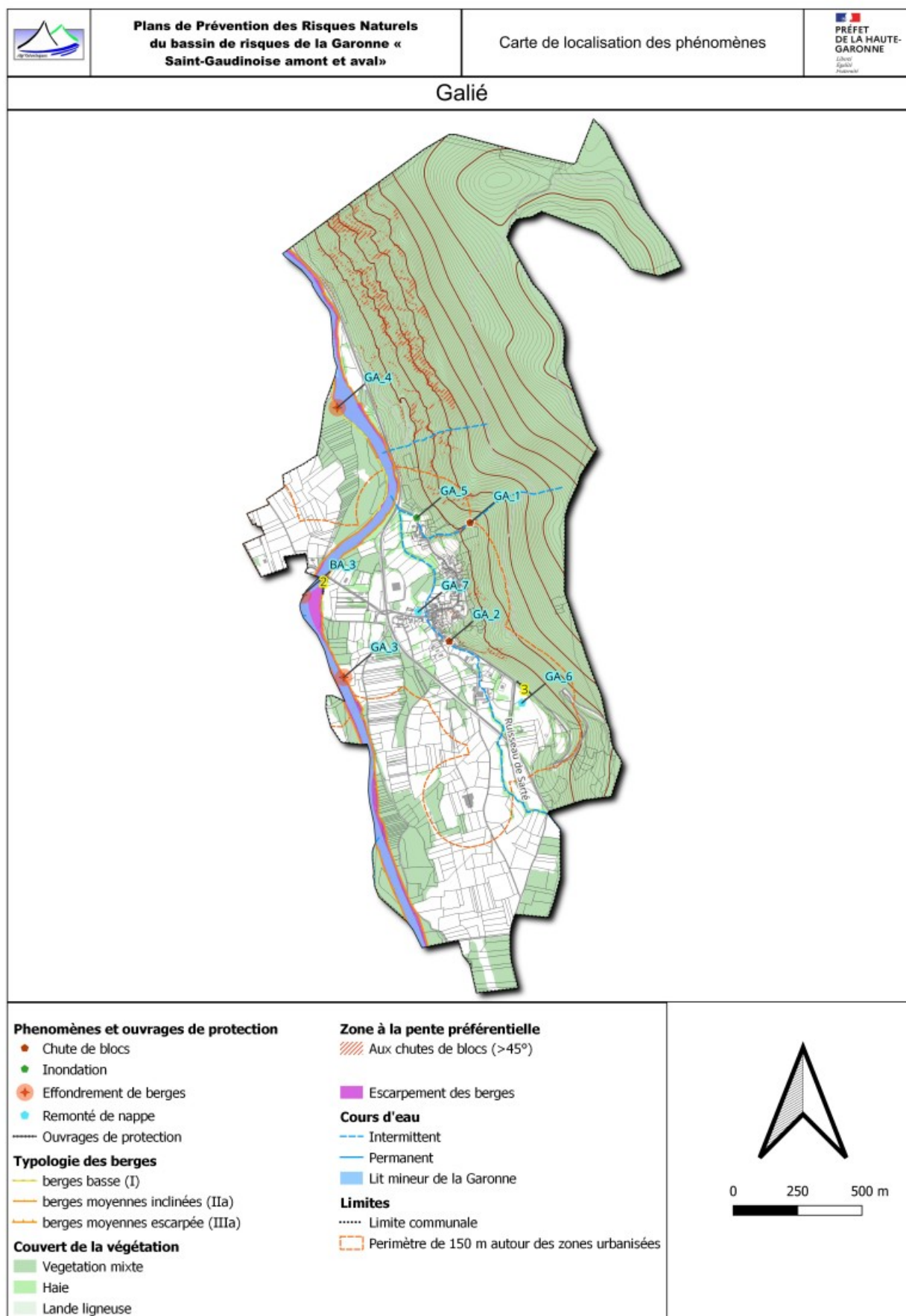


Figure 14: Exemple de carte des évènements (mouvements de terrain) sur la commune de Galié.

III. Qualification des aléas

III.1. Concepts utilisés

La cartographie des aléas décrite dans le présent document a été établie en fonction :

- de la topographie des sites, de leur géologie et de leur fonctionnement hydraulique ;
- des connaissances actuelles sur les phénomènes naturels passés, existants ou prévisibles ;
- d'un ensemble de critères et de méthodes d'analyse définis par le service instructeur.

La cartographie des aléas traduit une démarche prospective et vise à identifier, au-delà des zones concernées par des phénomènes naturels actifs ou par des événements passés, les zones potentiellement exposées à des phénomènes comparables à ceux qui peuvent être observés dans des contextes similaires.

III.1.1. Notion d'aléa

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'estimation de l'aléa dans une zone donnée est complexe.

Son évaluation reste à dire d'expert; elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations... et à l'appréciation du chargé d'études. Pour limiter l'aspect "à dire d'expert", des grilles de caractérisation des différents aléas ont été définies à l'issue de séances de travail regroupant des spécialistes de ces phénomènes. Elles sont présentées dans les chapitres relatifs aux phénomènes étudiés.

La notion d'aléa traduit la probabilité d'occurrence, en un point donné, d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Pour chacun des phénomènes étudiés, trois ou quatre degrés d'aléas – aléa très fort, fort, moyen ou faible – sont définis en fonction de l'intensité du phénomène et de sa probabilité d'apparition.

L'élaboration de la carte des aléas impose donc de connaître, sur l'ensemble de la zone étudiée, l'intensité et la probabilité d'apparition des divers phénomènes naturels.

III.1.2. Scénarios de référence

Pour permettre la qualification de l'aléa, un scénario de référence doit être défini par zone homogène et pour chacun des phénomènes étudiés. Un scénario de référence peut correspondre à un phénomène de probabilité d'occurrence et d'intensité données, pouvant être associé à des circonstances particulières (glissement de terrain survenant après une longue période pluvieuse par exemple) ou à des facteurs aggravants (terrassement pouvant déstabiliser une pente...).

L'aléa de référence retenu pour l'ensemble des phénomènes naturels correspond à un phénomène d'occurrence centennale (ayant en moyenne une chance sur 100 de se produire chaque année) ou le plus fort événement connu, si celui-ci est plus important en extension et/ou en intensité.

C'est ce scénario de référence qui sert de base au zonage réglementaire du PPRN.

III.1.3. Intensité des phénomènes

De manière générale, l'intensité d'un phénomène naturel est définie par des éléments caractérisant la dynamique du phénomène ou par l'importance potentiels du phénomène.

Les critères définissant l'intensité varient selon la nature du phénomène :

- pour les inondations il s'agit de critères de hauteur d'eau et de vitesses d'écoulement et de montée des eaux ;
- pour un glissement de terrain, l'intensité est définie par l'importance des déformations du sol ou les dommages potentiellement causés au bâti ;
- pour les chutes de blocs, l'intensité est définie par le volume unitaire des blocs se propageant sur un versant ;
- pour le recul de berges, l'intensité est toujours considérée comme forte car le phénomène implique la disparition des berges à l'endroit considéré.

III.1.4. Probabilité d'occurrence

La probabilité d'occurrence se définit par la probabilité d'apparition du phénomène naturel sur une période donnée. Dans le contexte de l'élaboration d'un PPRN, le phénomène de référence est :

- un phénomène centennal, c'est-à-dire qui a une chance sur 100 d'être dépassé chaque année, pour les inondations ;
- un phénomène susceptible de se produire sur une période de référence de 100 ans pour les mouvements de terrain.

III.1.4.1. Inondations

L'aléa inondation est défini pour la crue de référence de chaque cours d'eau qui est la plus forte crue historique connue et documentée ou la crue centennale si la crue historique lui est inférieure.

Certains cours d'eau ne sont considérés que pour leur apport en débit pendant la crue de référence de la Garonne. Les zones modélisées étant incluses dans la zone inondable de la Garonne, c'est l'injection du débit décennal qui a été retenue. C'est le cas du Sarté, de l'Ourse et du Loubrague.

La crue de référence retenue est :

- une crue de type 1897 sur la Garonne dans le secteur amont (crue de débit équivalent mais dans la configuration actuelle de la Garonne) ;
- une crue type 1875 sur la Garonne dans le secteur aval (crue de débit équivalent mais dans la configuration actuelle de la Garonne) ;
- une crue centennale sur les affluents qui ne subissent pas l'influence de la Garonne sur les secteurs à enjeux (Jô, Jounades, Noue) ;
- une crue décennale sur les affluents lorsque le secteur modélisé est inclus dans l'emprise de la zone déjà inondée par la crue de référence sur la Garonne,

La cartographie des aléas s'est appuyée sur la réalisation de 4 modèles hydrauliques 2D de simulation des écoulements pour la crue de référence :

- modèle de la Garonne amont, de Fronsac à Saint-Bertrand-de-Comminges, calé sur la crue du 18 juin 2013 ;
- modèle de la Garonne aval, de Saint-Martory à Mauran, calé sur la crue du 10 janvier 2022 ;
- modèle du Jô à Lestelle-de-Saint-Martory ;
- modèle du Jounades à Martres-Tolosane.

Sur une partie du cours de la Garonne, l'aléa d'inondation a été qualifié par une approche hydrogéomorphologique et donc sans faire appel à une modélisation hydraulique. Les phénomènes de référence retenus sont les mêmes que ceux retenus pour tronçons modélisés (crue de 1897 pour le secteur amont et crue de 1875 pour le secteur aval).

L'approche hydrogéomorphologique mise en œuvre repose essentiellement sur la prise en compte des informations historiques et sur une analyse qualitative de la topographie et des conditions d'écoulement dans les zones de débordement potentielles. Cette analyse vise notamment à identifier les limites morphologiques (encaissant) du champ d'inondation et ainsi définir les emprises et les hauteurs d'eau maximales.

Dans le cas des aléas hydrauliques, un scénario de référence peut correspondre à un phénomène de période de retour centennale, pouvant être associé à des circonstances particulières (crue concomitante sur deux cours d'eau majeurs) ou à des facteurs aggravants (embâcle sur un ouvrage, etc.).

III.1.4.2. Mouvements de terrain

Les manifestations de la grande majorité des phénomènes de mouvements de terrains sont difficiles à mesurer du fait de leur nature imprévisible, de l'étendue et de la dispersion géographique des zones concernées. La probabilité d'occurrence doit alors être estimée par des méthodes reposant sur l'analyse d'indicateurs tels que :

- l'activité passée du site, au travers des chroniques des événements connus ou d'analyses diachroniques ;
- la comparaison avec l'activité de sites considérés comme similaires ;
- l'abondance et l'importance des facteurs favorables à l'apparition du phénomène (plus ces facteurs sont abondants et marqués, plus la probabilité d'occurrence est élevée).

Cette démarche est donc largement qualitative. Elle a été mise en œuvre pour l'analyse des aléas de mouvements de terrain.

a. Les glissements de terrain

L'analyse de la sensibilité aux glissements de terrain est basée sur une identification des terrains potentiellement instables à partir de la connaissance de la géologie locale, de la géomorphologie et des indices observés lors des visites de terrain.

Les indices recherchés sont essentiellement des éléments morphologiques (arrachements, bourrelets, fissures) et des désordres provoqués sur les ouvrages (routes déformées, constructions fissurées, etc.).

À partir de ces investigations et du recensement des glissements de terrains historiques, il est possible de proposer différents scénarios de référence, une probabilité d'occurrence et une intensité, dont sera tirée la qualification de l'aléa (faible, moyen, fort, très fort).

Le contexte géologique se traduit par une prédisposition de larges portions du territoire communal à des glissements semi-profond (épaisseurs mobilisables plurimétriques) et superficiels (épaisseurs mobilisables métriques).

Les glissements semi-profonds peuvent notamment affecter les formations de molasses dite de Montréjeau (Tortonien inférieur), les niveaux marno-gréseux de l'Aptien (Flysch) et les formations de marnes de Saint-Martory. Des traces de glissements semi-profonds sont observables dans deux communes : Castillon-de-Saint-Martory et Figarol.

Des glissements superficiels de faible ampleur peuvent notamment affecter les dépôts glaciaires würmiens et les moraines. Des traces de ces glissements sont observables dans les communes de Frontignan-de-Comminges, Galié, Bagiry, Labroquère et Beauchalot.

b. Les chutes de blocs

Les zones exposées aux chutes de pierres et de blocs sont identifiées en recherchant les zones de départ et de propagation potentielles. Cette recherche repose sur une analyse géomorphologique et l'observation des sites identifiés. Une attention particulière est accordée à l'existence de blocs témoignant de phénomènes passés.

L'activité des zones de départ est appréciée à partir de leurs caractéristiques géologiques (nature des roches, fracturation, etc.) et des traces d'événements anciens (blocs témoins, présence d'éboulis vifs, etc.).

L'intensité des phénomènes est déterminée à partir du volume des blocs pouvant être produits par la zone de départ considérée.

Dans la zone d'étude amont, les éboulements rocheux concernent les communes de Fronsac, Galié, Barbazan, Labroquère et Saint-Bertrand-de-Comminges. On retrouve en effet dans ces communes des zones plus ou moins étendues d'affleurements rocheux correspondant à des formations calcaires et marno-calcaires susceptibles de produire des blocs.

Dans la zone d'étude aval, les éboulements rocheux concernent la commune de Saint-Martory. De même que pour la zone d'étude amont, ces chutes de blocs sont générées par des falaises ou des escarpements constitués par des formations calcaires et marno-calcaires.

c. Le recul de berge

L'évolution des berges peut être plus ou moins rapide selon les secteurs, en fonction du contexte géologique (roche plus ou moins facile à éroder), du type de berge (basse, moyenne, haute/inclinée, escarpée) et surtout de la configuration du lit du cours d'eau (ligne droite, extrados, intrados).

Le scénario de référence correspond au recul de berges attendu à l'horizon de 100 ans. Ce scénario est défini sur des tronçons de berges homogènes en termes de nature, de hauteurs et de situation (extérieur ou intérieur d'une courbe, portion rectiligne, etc.).

Le recul pris en compte est estimé à partir d'un recul annuel moyen défini par l'analyse de l'évolution passée des berges.

Cette analyse diachronique peut être effectuée à partir des photographies aériennes anciennes et actuelles qui permettent la comparaison des berges anciennes et actuelles. Les écarts observés entre les deux photographies échelonnées dans le temps permettent d'estimer les taux annuels moyens de recul¹.

Le recul total pris en compte correspond au cumul :

- du recul estimé à partir des taux annuels moyens appliqués sur la période de référence retenue pour la qualification de l'aléa (100 ans) ;
- du recul instantané qui correspond au recul vraisemblable lors d'un épisode unique ;
- d'un recul minimal de précaution (prise en compte simplifiée des diverses imprécisions et incertitudes).

¹Le taux de recul annuel moyen correspond à la distance observée entre les berges anciennes et actuelles rapportée à la durée séparant les deux prises de vue.

III.2. Aléas hydrauliques

III.2.1. Les inondations affectant la zone d'étude

Les territoires des zones d'études amont et aval de Saint-Gaudens se caractérisent par un réseau hydrographique dense. En effet, si toutes les communes (sauf une) sont traversées ou bordées par la Garonne, on dénombre plusieurs cours d'eau affluents plus ou moins importants en taille provoquant des inondations.

Si les débordements de la Garonne constituent les phénomènes d'inondation les plus importants sur une majeure partie de la zone d'étude, certaines communes sont également concernées par des inondations résultant du débordement d'autres cours d'eau, notamment le Jô à Lestelle-de-Saint-Martory, la Noue à Mancieux et le ruisseau de Jounades à Martres-Tolosane et à Mauran.

III.2.2. La Garonne, tronçons modélisés

La cartographie des aléas s'est appuyée sur la réalisation de deux modèles hydrauliques 2D de simulation des écoulements pour la crue de référence :

- modèle de la Garonne amont, de Fronsac à Saint-Bertrand-de-Comminges ;
- modèle de la Garonne aval, de Saint-Martory à Mauran.

Ces modèles ont été calés² sur les crues du 18 juin 2013 et du 10 janvier 2022 respectivement.

L'aléa inondation est obtenu par un croisement entre la hauteur d'eau (H), la vitesse d'écoulement (Ve) et la vitesse de montée des eaux (Vm) calculées par le modèle hydraulique. La grille suivante a été appliquée :

Tableau 3: Hauteurs et vitesses d'écoulement de référence.

Vitesses d'écoulement	Ve < 0,2 m/s	0,2 m/s < Ve < 0,5 m/s	Ve > 0,5 m/s ou Vm > 0,5 m/h
Hauteurs d'eau			
H < 0,3 m	Faible	Modéré	Modéré
0,3 < H < 0,5	Faible	Modéré	Fort
0,5 < H < 1 m	Faible	Modéré	Fort
1 < H < 2 m	Fort	Fort	Très fort
H > 2 m	Très fort	Très fort	Très fort

La vitesse de montée des eaux a été estimée par le biais de la modélisation hydraulique et par analyse qualitative en appliquant la doctrine régionale pour la définition de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau.

² Le calage d'un modèle hydraulique consiste à vérifier que les paramètres retenus pour le calcul permettent de reconstituer de manière satisfaisante une crue bien documentée.

III.2.3. La Garonne, approche hydrogéomorphologique

Deux tronçons de la Garonne n'ont pas été modélisés. L'aléa a donc été déterminé selon une approche particulière qui repose sur les hypothèses suivantes :

- le débit de référence est celui qui a été injecté dans les tronçons modélisés situés en amont et en aval respectivement ;
- les conditions d'écoulement sont considérées comme homogènes sur les tronçons concernés,
- la cote de référence (altitude de la surface libre pour le débit de référence en zone amont, respectivement en zone aval) des tronçons est prise égale à celle retenue à partir de la modélisation hydraulique ;
- le profil de la crue de référence est obtenu à partir du profil topographique, sans prise en compte de la bathymétrie, et de profils topographiques transversaux.

La qualification de l'aléa repose sur une appréciation **qualitative** des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements. À titre indicatif, des hauteurs caractéristiques et des gammes de vitesses sont retenues pour guider cette estimation.

Tableau 4: Hauteurs et vitesses d'écoulement de référence.

Vitesses d'écoulement	Lente	Moyenne	Rapide
Hauteurs d'eau			
$H < 0,5 \text{ m}$	Faible	Modéré	Fort
$0,5 < H < 1 \text{ m}$	Modéré	Modéré	Fort
$1 < H < 2 \text{ m}$	Fort	Fort	Très fort
$H > 2 \text{ m}$	Très fort	Très fort	Très fort

III.2.4. Affluents modélisés

Les aléas d'inondations de la Garonne, du Jô, du ruisseau de Jôunades et de la Noue (partie aval) ont été étudiés à partir d'une modélisation hydraulique similaire à celles mises en œuvre sur la Garonne.

La même grille de qualification de l'aléa est utilisée que pour la Garonne modélisée.

III.3. Aléas de mouvements de terrain

III.3.1. Glissements de terrain

La qualification de l'aléa de glissement de terrain repose sur l'appréciation à dire d'expert de la probabilité d'occurrence d'un glissement de terrain de nature et d'intensité données sur la période de référence de 100 ans.

Aucune reconnaissance géotechnique (sondages, mesures géophysiques) n'a été réalisée, conformément à la pratique pour la cartographie de l'aléa de glissement de terrain dans le cadre des PPRN. Il est donc impossible de déterminer en tout point, de manière précise et fiable, la nature et l'épaisseur des terrains potentiellement instables. La démarche mise en œuvre repose donc l'analyse du contexte géologique, de la pente et des indices observables.

La qualification de l'aléa en quatre niveaux est obtenue par combinaison de la probabilité d'occurrence et de l'intensité (tab. 5). Tous les degrés d'aléa ne sont pas nécessairement présents toutes les communes étudiées.

Tableau 5: Qualification de l'aléa de glissement de terrain.

Intensité Probabilité d'occurrence	Faible (gi1)	Modérée (gi2)	Élevée (gi3)	Très élevée (gi4)
Faible (go1)	Faible (G1)	Moyen (G2c)	Fort (G3c)	Très fort (G4)
Moyenne (go2)	Moyen (G2a)	Moyen (G3a)	Fort (G3d)	Très fort (G4)
Forte (go3)	Moyen (G2b)	Fort (G3b)	Très fort (G4)	Très fort (G4)
<i>Les indices a, b, c, d permettent d'identifier la combinaison probabilité d'occurrence – intensité qui correspond à l'aléa retenu.</i>				

Remarque importante. Ces critères constituent un cadre pour la détermination de l'aléa, mais l'évaluation de la probabilité d'occurrence et de l'intensité restent à dire d'expert en l'absence de données géotechniques.

III.3.2. Les chutes de blocs

La méthode MEZAP (MEthode de Zonage de l'Aléa chutes de Pierres) a été appliquée pour qualifier l'aléa chute de blocs.

Cette méthode impose de définir un ou plusieurs scénarios de référence pouvant se produire sur les secteurs étudiés. Elle définit l'aléa à partir de l'intensité et de la probabilité d'atteinte, qui correspond à la combinaison de la probabilité de départ (probabilité de libération d'un bloc depuis le versant) et de la probabilité de propagation (probabilité pour qu'un bloc parvienne jusqu'à un point donné).

Le scénario de référence, tel que le définit la MEZAP, est le volume le plus gros susceptible de tomber pour une zone de départ donnée. Les zones de départ définies sont des portions de parois homogènes (en termes d'orientation, d'état d'altération, etc.), correspondant alors chacune à un scénario de référence distinct. Le volume du phénomène de référence correspond au volume unitaire de blocs après fragmentation. La définition de ce scénario de référence se fait par examen des zones de départ et d'arrêt, et par référence à la phénoménologie des événements ayant déjà eu lieu sur la commune, ou du moins dans des contextes similaires.

La méthode MEZAP définit l'aléa à partir de l'intensité du phénomène et d'une probabilité d'atteinte. Cette probabilité d'atteinte correspond à la combinaison d'une probabilité de départ et d'une probabilité de propagation.

La combinaison des critères d'intensité et de probabilité d'atteinte permet de déterminer l'aléa selon des combinaisons définies par la méthode MEZAP.

Tableau 6: Détermination de l'aléa.

		Intensité				
		$V \leq 0,05$	$0,05 < V \leq 0,25$	$0,25 \leq V \leq 1,0$	$1 < V \leq 10$	$V > 10$
Probabilité d'atteinte		Très légère	Légère	Modérée	Élevée	Très élevée
Faible	10^{-5}	Faible	Faible	Moyen	Fort	Fort
Moyenne		Faible	Modéré	Moyen	Fort	Fort
Élevée	10^{-5}	Faible	Moyen	Fort	Fort	(Très) Fort
Très élevée	10^{-3}	Moyen	Fort	Fort	(Très) Fort	(Très) Fort

V : volume du bloc de référence en m^3 – Les probabilités d'atteintes sont des probabilités annuelles

D'après MEZAP – Méthodologie de l'élaboration du volet « aléa rocheux » d'un PPRn. 2020

III.3.3. Berges de la Garonne

L'intensité du recul de berge est systématiquement forte dans la mesure où l'apparition du phénomène implique une destruction complète de la zone affectée, que ce soit par éboulements, glissements de terrain ou érosion.

En fonction de la morphologie du lit du cours d'eau, différentes zones d'activité plus ou moins fortes sont distinguées (faible, moyenne, forte, très forte).

Par exemple, l'activité est forte à l'extérieur des courbes (extrados), tandis qu'elle sera faible à l'intérieur des courbes (intrados) et moyenne dans des tronçons de lits rectilignes. Le recul total de référence, qui correspond à l'emprise totale de la zone exposée à l'aléa, est pondéré en fonction cette activité de la berge.

La nature des matériaux qui constituent les berges peut également jouer un rôle important. Les berges formées de roches compactes sont moins sensibles (voire insensibles à des échelles de temps de l'ordre de 100 ans) à l'érosion. En revanche, elles peuvent être sujettes à des éboulements. À l'inverse, les berges alluviales basses sont particulièrement sensibles³ à l'érosion mais ne sont pas exposées à des éboulements ou à des glissements.

À partir de l'ensemble des données collectées et des observations effectuées, un recul moyen est déterminé pour chaque configuration homogène en termes de type de berge et de contexte géomorphologique (tab. 7).

L'emprise de l'aléa est ensuite obtenue, en associant à chaque tronçon homogène en termes de type de berge et d'activité une valeur de recul caractéristique. Les emprises sont lissées manuellement pour supprimer les artefacts géométriques et les singularités non significatives.

3 Cette sensibilité dépend de la granulométrie des matériaux (les matériaux les plus grossiers sont moins facilement déplacés par le cours d'eau) et de leur cohésion (la cimentation des grains limite la sensibilité à l'érosion).

Tableau 7: Reculs de référence utilisés pour la cartographie de l'aléa en fonction de l'activité de la berge.

	Activité	Type de berge	R (m)
Faible	1	basse	30
		Moyenne escarpée	30
		haute escarpée	30
		Moyenne inclinée	30
		haute inclinée	50
Moyenne	2	basse	30
			70
		haute escarpée	50
		Moyenne escarpée	90
		Moyenne inclinée	30
Forte	3	haute inclinée	70
		basse	70
		haute escarpée	40
		Moyenne escarpée	90
		Moyenne inclinée	60
Très forte	4	haute inclinée	70
		haute inclinée	50
		basse	20
			90
		haute escarpée	50
		Moyenne escarpée	30
		Moyenne inclinée	90
		haute inclinée	20

III.4. La cartographie des aléas

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont décrites comme exposées à un aléa faible – voire moyen – de mouvements de terrain. Ce zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une modification des conditions actuelles peut se traduire par l'apparition de phénomènes nouveaux. Ces modifications de la situation actuelle peuvent être très variables tant par leur importance que par leurs origines. Les causes de modification les plus fréquemment rencontrées sont les terrassements, les rejets d'eau et les épisodes météorologiques exceptionnels.

Lorsque plusieurs aléas se superposent sur une zone donnée, seul l'aléa de degré le plus élevé est représenté sur la carte. En revanche, toutes les lettres et tous les indices décrivant les aléas sont portés sur la carte.

Tableau 8: Récapitulatif des notations utilisées sur la carte des aléas

Phénomènes		Aléa			
		Faible	Moyen	Fort	Très Fort
Mouvements de terrain	Glissement de terrain	G1	G2	G3	G4
	Chute de blocs	P1	P2	P3	P4
	Recul de berges	/	/	Br3	/
				Bt3	
		Br3 : aléa de recul de la tête de berge Bt3 : aléa affectant le talus de la berge			
Inondations	Inondation par la Garonne et les affluents étudiés				

Les îlots en zone inondables sont à l'intérieur du périmètre de l'emprise inondable d'un cours d'eau. Ils ne sont pas soumis au risque d'inondation pour une crue de type centennale, mais par précaution, des prescriptions et recommandations pourront être formulées pour les constructions nouvelles.

La cartographie des aléas est produite sous forme de deux cartes au 1/5 000 :

- une carte des aléas hydrauliques ;
- une carte des aléas de mouvements de terrain.

Deux exemples sont présentés ci-après.

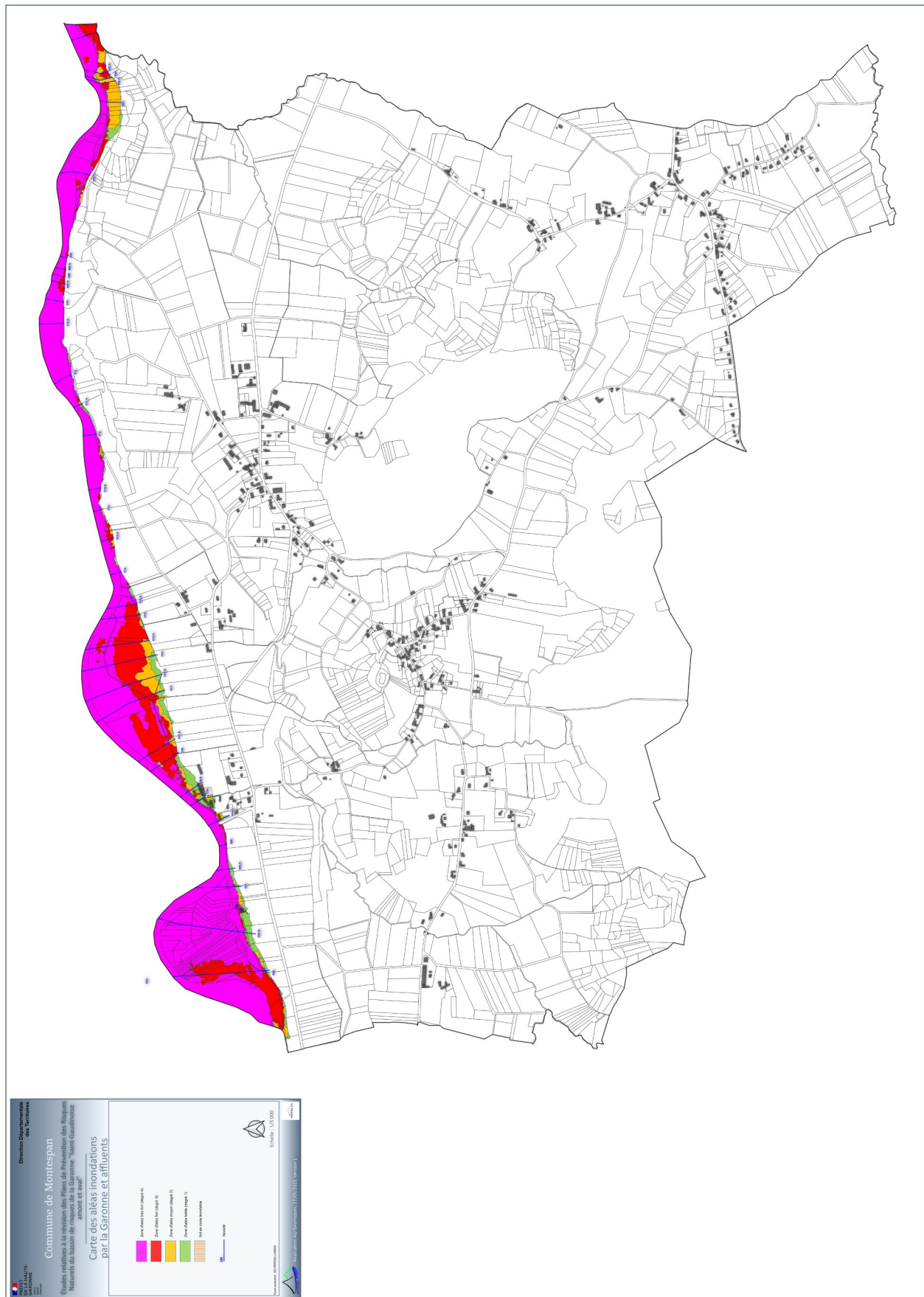


Figure 15: Exemple d'une carte des aléas hydrauliques (Montespan).

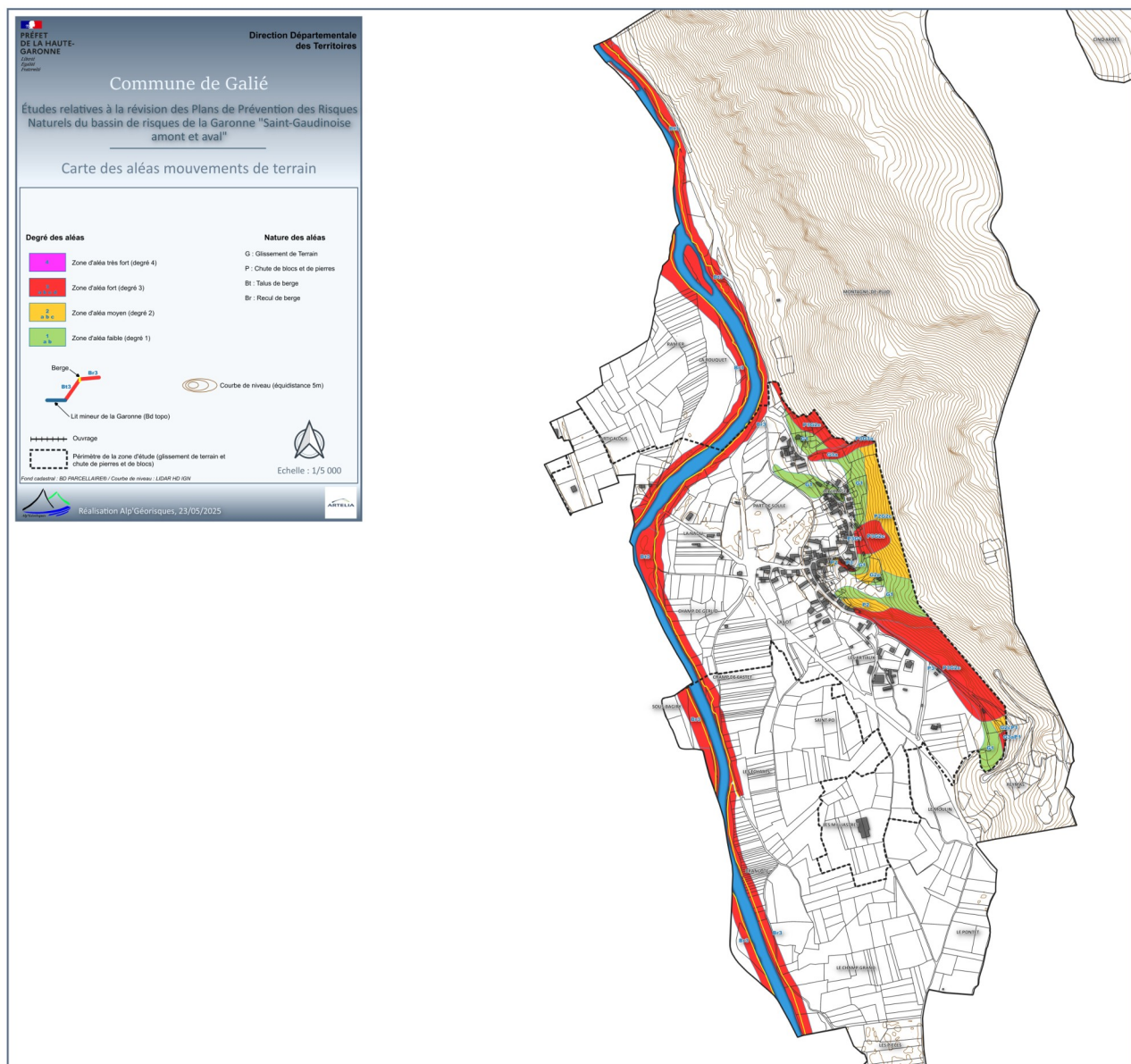


Figure 16: Exemple d'une carte des aléas de mouvements de terrain (Galié).



ARTELIA – Agence de Toulouse
15 allée de Bellefontaine – BP 70644 – 31106 TOULOUSE Cedex 1



ALP'GEORISQUES - Z.I. - 52, rue du Moirond - Bâtiment Magbel - 38420 DOMENE - FRANCE
Tél. : 04-76-77-92-00 Fax : 04-76-77-55-90
sarl au capital de 18 300 €
Siret : 380 934 216 00025 - Code A.P.E. 7112B
N° TVA Intracommunautaire : FR 70 380 934 216
Email : contact@alpgeorisques.com
Site Internet : <http://www.alpgeorisques.com/>