



AGERIN SAS

Commune de **SENTEIN**

(N° INSEE : 09290)

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

- P.P.R. -

Livret 1

Rapport de présentation



PPR prescrit le : 24/02/2014
PPR approuvé le : 21/11/2016

DOCUMENT APPROUVE

PREAMBULE.....	5
1. <u>PRESENTATION DU PPR</u>.....	5
Objet du PPR.....	5
Prescription du PPR	6
Contenu du PPR.....	7
Contenu réglementaire.....	7
Limites géographiques de l'étude	8
Limites techniques de l'étude.....	9
Approbation et révision du PPR	10
Volet réglementaire	10
Volet législatif	12
2. <u>PRESENTATION DE LA COMMUNE</u>	13
Le cadre géographique.....	13
Situation.....	13
Le réseau hydrographique.....	14
Le cadre géologique	21
Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels	23
CONTEXTE ECONOMIQUE ET HUMAIN	24
3. <u>PRESENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE</u>	25
I - La carte informative des phénomènes naturels	26
1 – Définition des phénomènes.....	26
2 - Evénements historiques.....	28
3 – Elaboration de la carte informative des phénomènes naturels	32
II - Les aléas	33
1 - Définition	33
2 - Notion d'intensité et de fréquence.....	33
3 - Elaboration de la carte des aléas	34
4 - Méthodologie générale pour caractériser l'aléa.	35
5 – Les aléas	39
L'aléa avalanche.....	39
Définition du phénomène.....	39
Types de départs	39
Types d'écoulements.....	39
Position du plan de glissement.....	40
Type de parcours, tracé.....	40
Localisation	42
L'aléa inondation	45
Caractérisation.....	45
Localisation	46
L'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels	47
Caractérisation.....	47
Localisation	49
L'aléa glissement de terrain.....	58
Caractérisation.....	58
Localisation	61
L'aléa chute de pierres et de blocs.....	68
Caractérisation.....	68
Localisation	69
L'aléa ruissellement et ravinement.....	72
Caractérisation :.....	72
Localisation :.....	73
L'aléa retrait gonflement des sols argileux RGSA.....	74
L'aléa séisme (pour mémoire, non traité dans le PPR).....	75

Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones du P.P.R. (hors séismes).....	77
La carte des enjeux.....	86
Définition :.....	86
4. BIBLIOGRAPHIE	87
5. GLOSSAIRE	88

Légende de la photographie de couverture : Granges dans la vallée de l'Isard (Source : AGERIN)

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) de la commune de **SENTEIN** est établi en application des articles L 562-1 à L 562-9 du Code de l'Environnement (partie législative) et du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles, modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005

1. PRESENTATION DU PPR

OBJET DU PPR

Les objectifs des PPR sont définis par le Code de l'Environnement et notamment par ses articles L 562-1 et L 562-8 :

Article L 562-1

I - L'Etat élabore et met en application des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

II - Ces plans ont pour objet en tant que de besoin :

1° De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;

2° De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

3° De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Article L 562-8

Dans les parties submersibles des vallées et dans les autres zones inondables, les plans de prévention des risques naturels prévisibles définissent, en tant que de besoin, les interdictions et les prescriptions techniques à respecter afin d'assurer le

libre écoulement des eaux et la conservation, la restauration ou l'extension des champs d'inondation.

PRESCRIPTION DU PPR

Les articles R562-1 et R562-2 du code de l'environnement définissent les modalités de prescription des PPR.

Article R562-1

L'établissement des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles mentionnés aux articles L 562-1 à L 562-9 est prescrit par arrêté du préfet.

Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure.

Article R562-2

L'arrêté prescrivant l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet.

Il mentionne si une évaluation environnementale est requise en application de l'article R. 122-18. Lorsqu'elle est explicite, la décision de l'autorité de l'Etat compétente en matière d'environnement est annexée à l'arrêté.

Cet arrêté définit également les modalités de la concertation et de l'association des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, relative à l'élaboration du projet.

Il est notifié aux maires des communes ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est inclus, en tout ou partie, dans le périmètre du projet de plan.

Il est en outre affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics et publié au recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département. Mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé dans les trois ans qui suivent l'intervention de l'arrêté prescrivant son élaboration. Ce délai est prorogeable une fois, dans la limite de dix-huit mois, par arrêté motivé du préfet si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations.

CONTENU DU PPR

Contenu réglementaire

Les articles R562-3 et R562-4 du code de l'environnement définissent le contenu des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles.

Article R562-3

Le projet de plan comprend :

1° - une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte-tenu de l'état des connaissances ;

2° - un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L 562-1 ;

3° - un règlement précisant, en tant que de besoin :

a) les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et du 2° du II de l'article L 562-1 ;

b) les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° du II de l'article L 562-1 et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° de ce même II. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celle-ci.

Conformément à ce texte, le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de la commune comporte, outre la présente **note de présentation, un zonage réglementaire et un règlement**. Des documents graphiques explicatifs du zonage réglementaire y sont présents : une carte informative des phénomènes naturels connus, une **carte des aléas** et une carte des enjeux.

LIMITES GEOGRAPHIQUES DE L'ETUDE

Le périmètre d'étude du PPR ne concerne pas l'ensemble de la commune de SENTEIN mais uniquement les espaces où la majorité des enjeux est implanté :

- la plaine du Lez au niveau du village de Sentein et les pieds de versants ;
- la vallée du Lez jusqu'au Bocard ;
- les villages dominant la vallée du Lez : Eylie, Riussec, Laspé, Le Mourtis, Souel, Jos, Rozes, Bencarrech ;
- la vallée de l'Isard jusqu'aux granges de La Peyre.

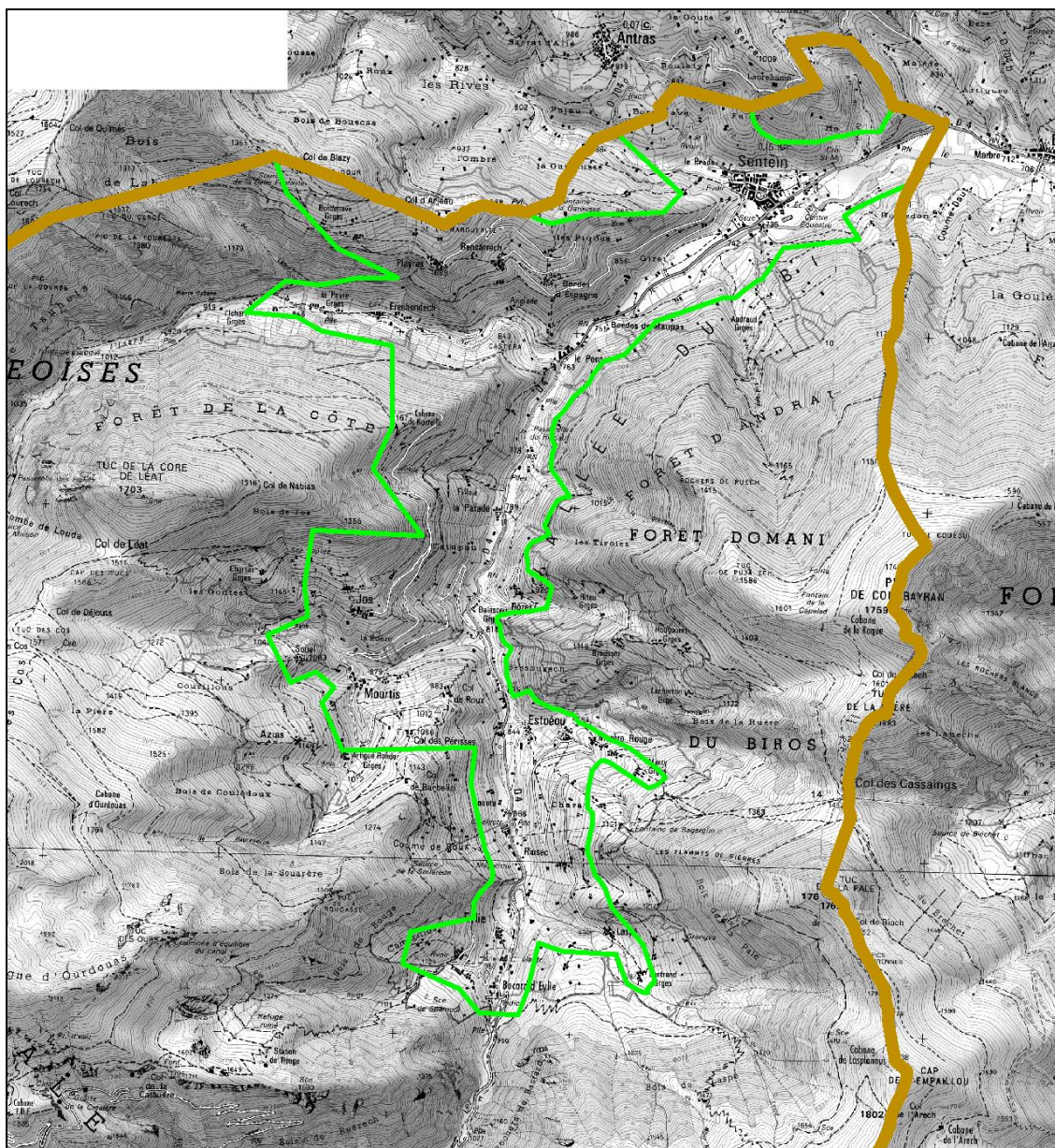


Figure 1: Zone d'étude (en vert) du PPR sur fond IGN (en marron : limite communale, source : Agerin)

LIMITES TECHNIQUES DE L'ETUDE

Le présent PPR ne prend en compte que les risques naturels prévisibles tels que définis au chapitre 3 et connus à la date d'établissement du document. Il est fait par ailleurs application du “ **principe de précaution** ” (défini à l'article L110-1 du Code de l'Environnement) en ce qui concerne un certain nombre de délimitations, notamment lorsque seuls des moyens d'investigations lourds auraient pu apporter des compléments pour lever certaines incertitudes apparues lors de l'expertise de terrain.

L'attention est attirée en outre sur le fait que :

- ➔ les risques pris en compte ne le sont que jusqu'à un certain niveau de référence spécifique, souvent fonction :
 - soit de l'analyse de phénomènes historiques répertoriés et pouvant de nouveau survenir (c'est souvent le cas pour les avalanches ou les débordements torrentiels avec forts transports solides) ;
 - soit de l'étude d'événements types ou de scénarios susceptibles de se produire dans un intervalle de temps déterminé et donc avec une probabilité d'occurrence donnée (par exemple, crues avec un temps de retour au moins centennal pour les inondations) ;
 - soit de l'évolution prévisible d'un phénomène irréversible (c'est souvent le cas pour les mouvements de terrain) ;
- ➔ au-delà ou/et en complément, des moyens spécifiques doivent être prévus notamment pour assurer la sécurité des personnes (plans communaux de sauvegarde ; plans départementaux spécialisés ; etc.) ;
- ➔ en cas de modifications, dégradations ou disparitions d'éléments protecteurs (notamment en cas de disparition de la forêt là où elle joue un rôle de protection) ou de défaut de maintenance d'ouvrages de protection, les risques pourraient être aggravés et justifier des précautions supplémentaires ou une révision du zonage ;
- ➔ enfin, ne sont pas pris en compte les risques liés à des activités humaines mal maîtrisées, réalisées sans respect des règles de l'art (par exemple, un glissement de terrain dû à des terrassements sur fortes pentes).

Volet réglementaire

Les articles R562-7, R562-8, R562-9 et R562-10 du Code de l'environnement définissent les modalités d'approbation et de révision des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles.

Article R562-7

Le projet de Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan.

Si le projet de plan contient des mesures de prévention des incendies de forêts ou de leurs effets ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la compétence des départements et des régions, ces dispositions sont soumises à l'avis des organes délibérants de ces collectivités territoriales. Les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé dans le cadre des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois à compter de la réception de la demande est réputé favorable.

Article R562-8

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R123-6 à R123-23, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas de l'article R562-7 sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article R123-13.

Les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer sont entendus par le commissaire enquêteur ou par la commission d'enquête une fois consigné ou annexé aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux.

Article R562-9

A l'issue des consultations prévues aux articles R562-7 et R562-8, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département.

Une copie de l'arrêté est affichée pendant un mois au moins dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans ces mairies et aux sièges de ces établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus à l'alinéa précédent.

Article R562-10

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles peut être révisé selon la procédure décrite aux articles R562-1 à R562-9.

Lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, seuls sont associés les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et les consultations, la concertation et l'enquête publique mentionnées aux articles R. 562-2, R. 562-7 et R. 562-8 sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

Dans le cas visé à l'alinéa précédent, les documents soumis à consultation et à l'enquête publique comprennent :

1° Une note synthétique présentant l'objet de la révision envisagée ;

2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après révision avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une révision et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

Pour l'enquête publique, les documents comprennent en outre les avis requis en application de l'article R. 562-7.

Article R562-10-1

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. La procédure de modification peut notamment être utilisée pour :

a) Rectifier une erreur matérielle ;

b) Modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation ;

c) Modifier les documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L. 562-1, pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.

Article R562-10-2

I. — La modification est prescrite par un arrêté préfectoral. Cet arrêté précise l'objet de la modification, définit les modalités de la concertation et de l'association des communes et des établissements publics de coopération intercommunale concernés, et indique le lieu et les heures où le public pourra consulter le dossier et formuler des observations. Cet arrêté est publié en caractères apparents dans un journal diffusé dans le département et affiché dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable. L'arrêté est publié huit jours au moins avant le début de la mise à disposition du public et affiché dans le même délai et pendant toute la durée de la mise à disposition.

II. — Seuls sont associés les communes et les établissements publics de coopération intercommunale concernés et la concertation et les consultations sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la modification est prescrite. Le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont mis à la disposition du public en mairie des communes concernées. Le public peut formuler ses observations dans un registre ouvert à cet effet.

III. — La modification est approuvée par un arrêté préfectoral qui fait l'objet d'une publicité et d'un affichage dans les conditions prévues au premier alinéa de l'article R. 562-9

Volet législatif

Le Code de l'Environnement précise que :

Article L 562-3

Le préfet définit les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles.

Sont associés à l'élaboration de ce projet les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés.

Après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier et après avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles il doit s'appliquer, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est approuvé par arrêté préfectoral. Au cours de cette enquête, sont entendus, après avis de leur conseil municipal, les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer.

Article L 562-4

*Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles approuvé vaut **servitude d'utilité publique**. Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme, conformément à l'article L. 153-60 du Code de l'Urbanisme.*

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles approuvé fait l'objet d'un affichage en mairie et d'une publicité par voie de presse locale en vue d'informer les populations concernées.

Article L 562-4-1

I. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être révisé selon les formes de son élaboration. Toutefois, lorsque la révision ne porte que sur une partie du territoire couvert par le plan, la concertation, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article L. 562-3 sont effectuées dans les seules communes sur le territoire desquelles la révision est prescrite.

II. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être modifié. La procédure de modification est utilisée à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Le dernier alinéa de l'article L. 562-3 n'est pas applicable à la modification. Au lieu et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification.

III. - Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être adapté dans les conditions définies à l'article L. 300-6-1 du code de l'urbanisme.

2. PRESENTATION DE LA COMMUNE

LE CADRE GEOGRAPHIQUE

Situation

Sentein est une commune de montagne du département de l'Ariège, en région Midi-Pyrénées. Elle est située dans la partie sud-ouest du Couserans, à environ 25 km de Saint-Girons dans le Biros.

La commune a une superficie de 59,2 km². Elle est délimitée, au Nord, par la crête formée par les cols de Blazy et d'Arjeau puis longe le ruisseau de l'Isard, au Sud par la haute-chaîne couserannaise du Pic de Crabère (2630 m) au Mail de Bulard (2760 m) matérialisant la frontière espagnole. A l'ouest, le territoire communal de Sentein longe la limite avec la Haute-Garonne au niveau du col d'Auarde, à l'est, la limite communale suit la crête séparant la vallée du Lez de la vallée de l'Orle (commune de Bonac-Irazein). L'altitude minimum sur la commune est de 715 mètres et les reliefs culminent à 2882 mètres avec l'imposant Pic de Maubermé.

Sentein est traversée par deux principaux axes routiers :

- la Route Départementale n°4, qui traverse la vallée du Biros ;
- la Route Départementale n°704 qui mène au village d'Antras.

L'habitat se concentre essentiellement dans la Plaine du Lez autour du village de Sentein et des principaux hameaux plus en altitude dans les versants. Même si la majeure partie des versants reste densément boisée, on y trouve quantité de granges plus ou moins accessibles dont l'état est variable.

Du fait de sa situation géographique, géomorphologique et géologique, la commune de Sentein est soumise à plusieurs aléas naturels : mouvements de terrain, crues torrentielles, inondations, chutes de blocs, retrait-gonflement des sols argileux et avalanches.

La zone concernée par le PPR se limite aux espaces à enjeux où sont situés les différents hameaux habités de la commune.

Le réseau hydrographique

Le cours d'eau le plus important en termes de débit et d'enjeux sur la commune de Sentein est le Lez qui conflue avec le Salat après 36 kilomètres à Saint-Girons.

Le Lez prend source dans la combe d'Urets, sous le Pic de Maubermé (2880 m d'altitude) à l'extrémité sud de la commune de Sentein (frontière espagnole).

La partie amont du bassin versant du Lez est caractérisée par une influence montagnarde très marquée du fait de fortes altitudes ; plus de 2000 m jusqu'au barrage d'Urets. On observe donc un régime plutôt de type nival, avec des débits importants au printemps (avril à juin) à la faveur de la fonte des neiges.

On trouve trois stations de mesure sur le Lez (Saint-Girons, Engomer, Les-Bordes-sur-Lez), la plus proche se situe sur la commune des Bordes-sur-Lez avec des données de débits de 1971 à 2013 :

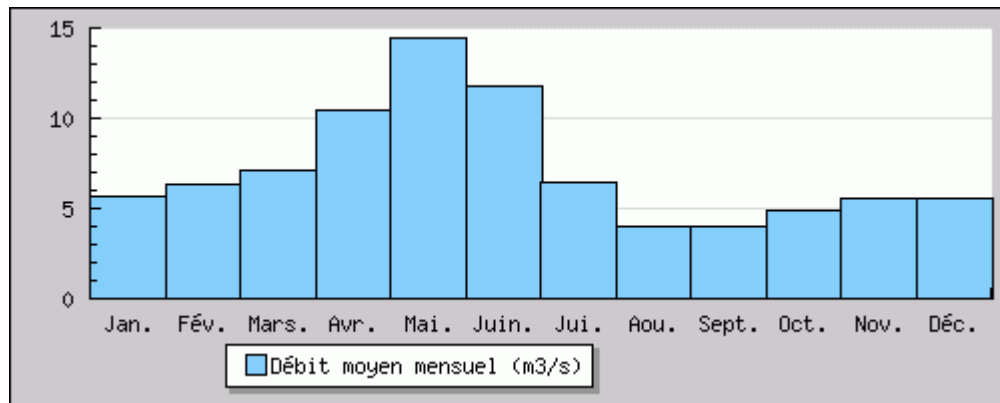


Figure 2: Débits moyen mensuels à la station des Bordes-sur-Lez (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Au niveau géologique, après avoir traversé les massifs calcaires et les formations de haute-montagne, le Lez s'incise fortement au sein de formations tendres détritiques (grès fins, shales de l'Ordovicien) et métamorphiques (schistes).

Les caractéristiques des terrains traversés à l'amont de Sentein et les fortes pentes de son profil en long expliquent un transport solide pouvant être important, notamment à partir de la limite nord de la zone d'étude, à la sortie des gorges du bois des Rochers de Bastard.

La crue du Lez la plus importante semble être la crue de novembre 1872. On trouve également des crues très importantes en juin 1875, juin 1896 et février 1897. On ne dispose que de très peu de données sur ces crues et le faible nombre d'habitants rend l'enquête sur le terrain limitée. La crue la plus importante du siècle dernier semble être la crue des 4 et 5 octobre 1937. Des crues des ruisseaux de l'Isard et d'Antras sont également répertoriées pour cette même date. Plusieurs granges ont été touchées (dont deux emportées), les routes du Bocard de Sentein au niveau d'Estovéou ont été

emportées ainsi que la majeure partie des ponts. On peut noter une relative baisse de l'intensité et du nombre des crues sur le siècle dernier, qui peut s'expliquer par un nombre important de prises d'eau et une diminution des précipitations neigeuses, limitant la période des hautes-eaux au printemps. Toutefois, un hiver exceptionnel comme 2013 couplé à de fortes précipitations pluvieuses au mois de juin pourraient avoir des conséquences dramatiques, comme cela a été le cas notamment dans les vallées de la Garonne, de la Neste et du Gaves (en Haute-Garonne et dans les Hautes-Pyrénées).

La faiblesse des descriptions sur les épisodes majeurs explique une délimitation des zones inondables principalement via la méthode hydrogéomorphologique, qui permet de repérer les formes et empreintes laissées par les crues anciennes. Cette délimitation apparaît assez nettement avec l'étude affinée des photographies aériennes et l'étude terrain. Il semble que la majeure partie de plaine alluviale du Lez reste fonctionnelle avec des secteurs violemment et fréquemment touchés.

On peut noter parmi ces secteurs la mine du Bocard dont l'accès est fréquemment impacté, mais aussi les enjeux à proximité du lit du Lez, ainsi que les bâtiments à proximité des chenaux de crue au sein de la plaine alluviale. Toute la RD4, en bordure immédiate du Lez et empiétant sur son lit, est également largement et ponctuellement menacée par l'affouillement des berges.



Figure 3: Affouillement et effondrement de la route en juin 2013 (source : Agerin)

Une analyse hydrologique des débits par prédétermination a été effectuée.

Données (au niveau du village de Sentein, sans le Ruisseau d'Antras) :

S = 66.75 km²	surface
L = 11.090 km	longueur du chemin hydraulique le plus long
Ip = 0.050 m/m	pente pondérée
Ph = 2500.00 m	altitude du point haut du bassin versant
Pb = 735.00 m	altitude du point bas du bassin versant (exutoire)
Hm = 1725.00 m	altitude moyenne du bassin versant (hypsométrie)
Pa = 1800 mm	pluie moyenne annuelle
Pj10 = 140 mm	pluie journalière décennale
Pj100 = 220 mm	pluie journalière centennale
Ta = 10.0 °C	température moyenne annuelle
A= 6.94	Paramètre de Montana
CN= 70	coefficient de ruissellement SCS
K= 3	rapport $Q_{\text{pointe}} / Q_{\text{moyen}}$ sur la durée D
Cr = 0.5	coefficient de ruissellement

Le temps de concentration a été estimé de 1 heures 30, à l'aide de plusieurs méthodes (Giandotti, Turasa, SCS, etc.).

Valeurs de débits pour les méthodes les mieux adaptées :

Méthode	ANETO	SOCOSE	CRUPEDIX	SCS	Valeur de Q10 retenue
Q10	63.8 m ³ .s ⁻¹	58.3 m ³ .s ⁻¹	132.4 m ³ .s ⁻¹	126.9 m ³ .s ⁻¹	100.0 m ³ .s ⁻¹

Méthode	GRADEX REVUE	QDF	Sommaire	GRADEX Progressif	Valeur de Q100 retenue
Q100	193.5 m ³ .s ⁻¹	225.0 m ³ .s ⁻¹	200 m ³ .s ⁻¹	240.8 m ³ .s ⁻¹	220.0 m ³ .s ⁻¹

La valeur moyenne obtenue correspond à 214.8 m³.s⁻¹, cependant cette valeur semble quelque peu sous-estimée, en partie par la valeur plus faible donnée par la méthode sommaire, moins adaptée aux phénomènes très intenses de montagne.

Ainsi, nous retiendront la valeur de 220.0 m³.s⁻¹ comme crue de référence (crue centennale).

Plusieurs cours d'eau confluent avec le Lez sur le périmètre de la zone d'étude : *Le Ruisseau de Rouge, le Ruisseau de Laspé, le Ruisseau de Haurendech (Mourtis), le Ruisseau de l'Isard.*

Les cours d'eau engendrant le plus de risques sur les enjeux du territoire communal sont détaillés ci-dessous :

❖ Le Ruisseau de Rouge :

Il prend source sur le versant est de la Montagne d'Ourdouas à environ 1800 m d'altitude. Malgré un bassin versant de petite taille (moins de 2 km²), le Ruisseau de Rouge peut avoir une activité extrêmement intense en cas de fortes précipitations localisées. Il montre également une propension aux crues torrentielles au vu de ses caractéristiques : pentes très raides dans des terrains tendres, cône de déjection en pied. Il conflue avec le Lez en rive gauche au niveau d'Eylie.



Figure 4: Le pont entre Eylie-d'en-Haut et Eylie-d'en-Bas, impacté par l'incision du torrent, est constitué de deux sections busées très insuffisantes pour entonner les fortes crues et peut être rapidement sujet à embâcle. Il a d'ailleurs été submergé en octobre 1937, ainsi que la passerelle plus à l'aval (source : Agerin)

❖ Le Ruisseau de Laspé :

Il prend sa source à la Fontaine des Estag (1850 m) à l'aval du Tuc de Cagonilles et est rejoint par le ruisseau de Mont Ner au niveau de Laspé. Malgré un bassin d'environ 3.5 km² et une activité marquée, les crues de ce cours d'eau n'ont pas d'impact direct sur les habitations (outre des déstabilisations de berges) étant donnée son incision profonde dans le versant. Il conflue avec le Lez en rive droite à l'amont de la centrale.



Figure 5: Le Ruisseau de Laspé avant la confluence avec le Lez. Un mur de protection a été dressé afin de protéger l'impact des crues sur le remblai stérile (source : Agerin)

❖ Le Ruisseau de Haureudech (Mourtis) :

Ce cours d'eau conflue en rive gauche du Lez après avoir été alimenté par plusieurs ruisseaux : le Ruisseau de l'Alléo à l'amont du hameau du Mourtis, les Ruisseaux de Rabe et de Frise à l'aval du hameau. Comme la plupart des cours d'eau incisant les versants vus précédemment, le Ruisseau de Haureudech affiche une tendance aux crues torrentielles avec un transport moyen vu la petite taille du cône de déjection, mais il ne menace que très peu d'enjeux du fait d'une incision importante. On peut toutefois signaler des possibilités de débordement au niveau des sections busées de la piste d'accès, pouvant entraîner des écoulements et ravinements sur celle-ci.

❖ Le Ruisseau de l'Isard :

Il s'agit de l'affluent principal du Lez à l'amont de Sentein. Le Ruisseau de l'Isard prend source à l'aval du Tuc de Bouc, à plus de 2000 m d'altitude. Il est rejoint par le Ruisseau des Pugues et le Ruisseau d'Araing issu de l'étang du même nom. Il conflue avec le Lez au niveau du hameau « Le Pont », où il présente un bassin d'environ 25 km². Trois crues majeures sont répertoriées sur ce cours d'eau :

- crue du 3 juillet 1897 : déplacement du lit sur la rive gauche (source : BDRTM)
- crue du 4 octobre 1937 : murs de soutènement emportés (source : BDRTM)
- débordements mai en 1977, inondation du parking à Freshendeck (source : témoignage d'un habitant).

Une analyse hydrologique a été effectuée au niveau de la passerelle à 920 m (pour un bassin versant de 23.3 km²) d'altitude dans le cadre d'une étude sur les embâcles (service RTM, juin 2008). Les débits calculés à l'aide de la méthode ANETO, sont : Q₁₀=22m³/s et Q₁₀₀=51m³/s.

Le profil en long et les terrains traversés indiquent un transport solide pouvant être important. La partie amont à la zone d'étude, très boisée favorise la création d'embâcles fréquentes au niveau des ouvrages de franchissement, de plus des matériaux (débris rocheux et de bois) amenés par les avalanches peuvent être remobilisés.



Figure 6: Embâcle à l'aval de Freshendech en juin 2013 (source : Agerin)

❖ Le Ruisseau d'Antras :

Il s'agit du deuxième affluent le plus important du Lez, en termes de débit mais également en termes d'enjeux touchés. En effet, après s'être écoulé au sein de la vallée des Rives, le Ruisseau d'Antras traverse le centre ancien du village de Sentein. Le lit peu profond facilite les débordements fréquents au niveau des parcelles les plus basses ; en particulier dans les jardins, les plus fortes crues s'écoulant préférentiellement le long des rues (en particulier sur la rue menant à l'église. Cette tendance au débordement est largement accentuée par la présence de nombreuses passerelles au niveau du centre ancien.

Du fait de son profil en long marqué et des formations géologiques rencontrées, on peut attendre un transport solide non négligeable à l'occasion des crues du ruisseau ; néanmoins, ce transport est diminué au niveau de sa traversée dans le village du fait d'une pente plus douce entraînant une perte de charge à l'amont.

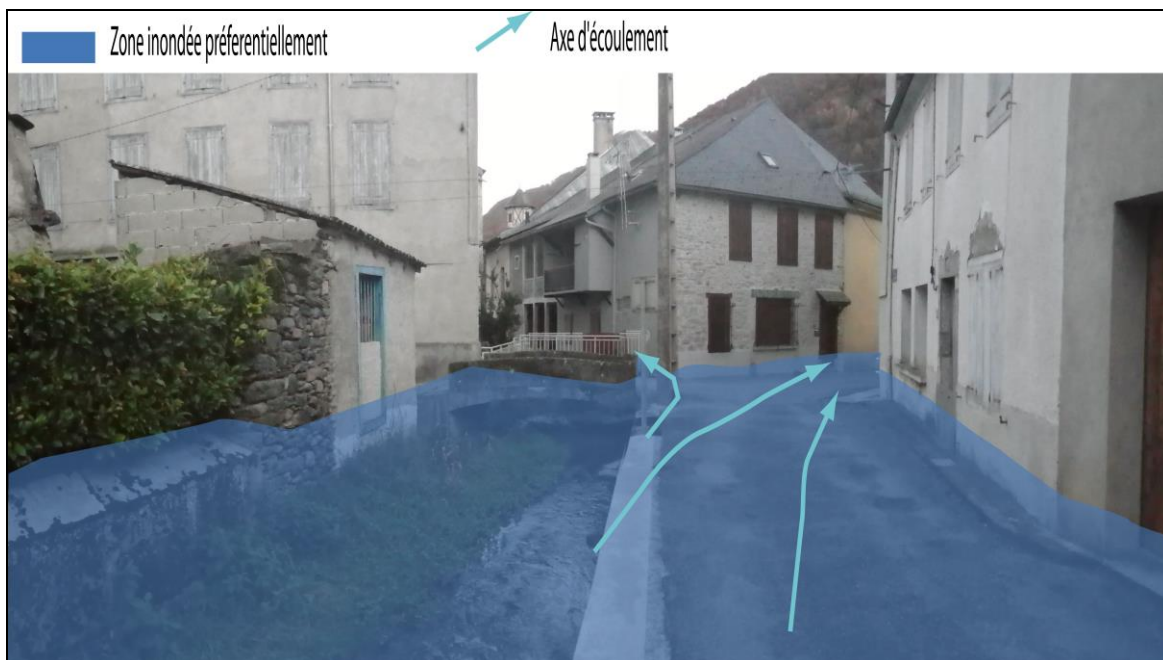


Figure 7: Zone de débordement du Ruisseau d'Antras dans la traversée de Sentein (source : Agerin)

Remarque :

Les dénominations utilisées pour les torrents sont celles de la carte IGN au 1/25000, ou à défaut, celles du cadastre. Ces dénominations peuvent différer des dénominations usuelles. Pour les principaux torrents, elles sont reportées sur la carte informative des phénomènes naturels.

LE CADRE GEOLOGIQUE

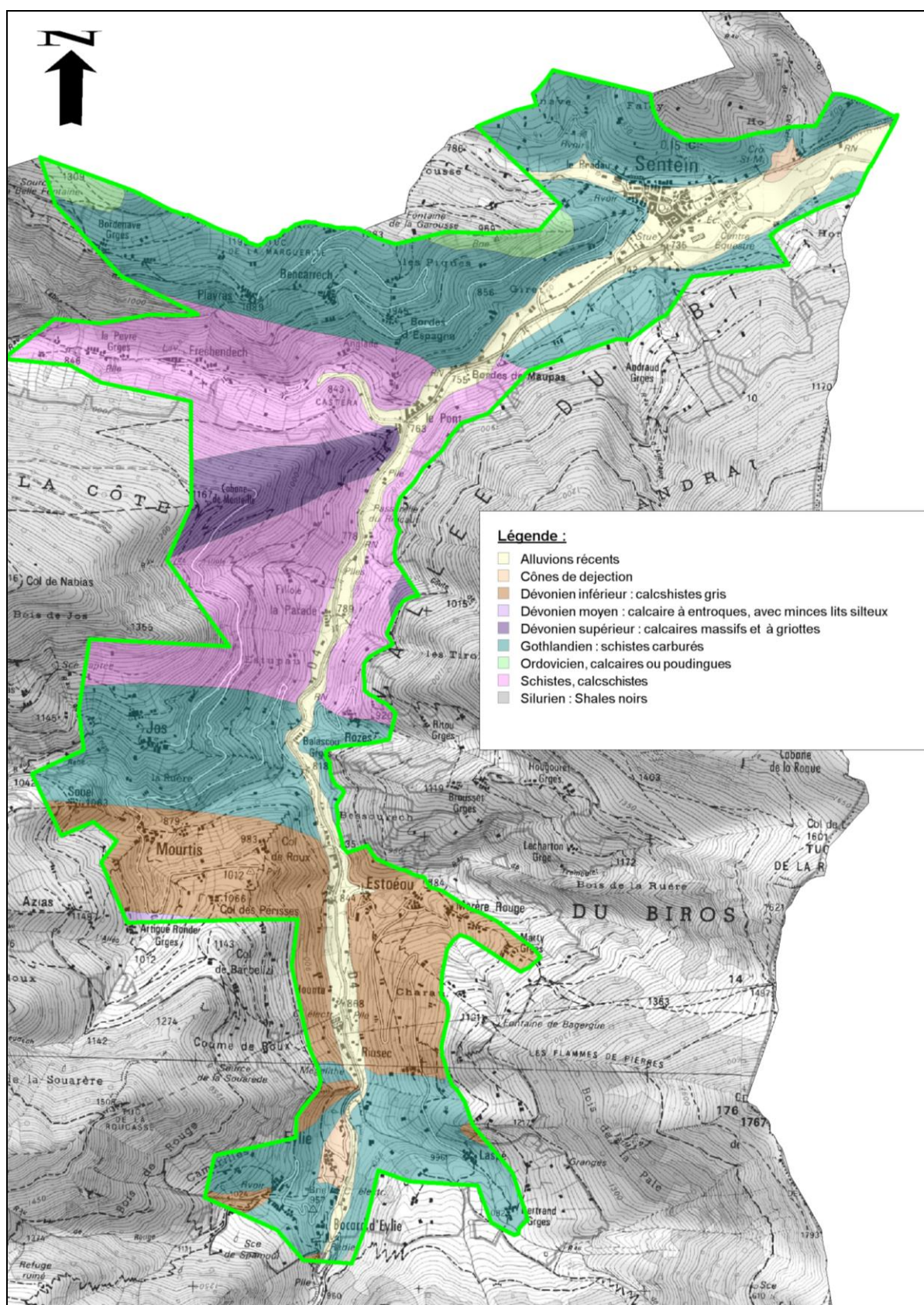


Figure 8 : Formations géologiques sur la zone d'étude (échelle : 1/20 000, source : BRGM, Agerin)

Plusieurs formations se distinguent sur la commune de Sentein :

Les shales :

Ces formations présentent les mêmes caractéristiques que des schistes (feuillets) mais leur origine est sédimentaire.

Les schistes/shales :

Les schistes sont des roches métamorphiques ou sédimentaires présentant un aspect feuilleté caractéristique. Ils sont issus de l'action de la pression et de la température (en général liées à des contraintes tectoniques) sur des formations argileuses.

Cette formation est présente sur la majeure partie du territoire communal.

Les schistes sont particulièrement favorables aux phénomènes de glissement de terrain puisqu'ils présentent des faciès d'altération pouvant être assez important d'une part, et d'autre part parce que leur structure en feuillet facilite les écoulements d'eau interne, lesquels peuvent servir de plan de glissement.

Lorsqu'ils sont plus massifs, les schistes peuvent affleurer et être à l'origine de chutes de blocs. Néanmoins même si ces affleurements peuvent fournir quantité de matériau, la taille des blocs restera limitée.

On rencontre plusieurs variétés de schistes :

- Les calcschistes : il s'agit de schistes provenant de marnes calcaires (pas d'argile).
- Les schistes lustrés : schistes contenant des plaquettes de calcaire satinées.
- Les carburés : schistes contenant une grande proportion de graphite.

Les calcaires

Les calcaires sont des roches sédimentaires, composées de carbonate de calcium et de carbonate de magnésium. Ils peuvent affleurer massivement et sont à l'origine de la majeure partie des grands phénomènes de chute de blocs lorsqu'ils sont fracturés.

On observe plusieurs types de calcaire sur la zone d'étude :

- Les calcaires à entroque du Dévonien moyen à l'amont des granges d'Artigue Ronde (amont de Mourtis).
- Les calcaires à griottes du Dévonien supérieur dans la forêt de la côte et dans le versant surplombé par les rochers de Puech.

- Les formations quaternaires :

Les alluvions :

Il s'agit de dépôts récents formé de débris plus ou moins gros qui ont été transportés par les cours d'eau. Les alluvions fluviales ont été transportées par le Lez. Les cônes de déjections sont le produit des déplacements de débris par charriage et laves torrentielles des torrents et ravins de versant.

Les éboulis récents:

Les zones d'éboulisation récente sont situées au pied des affleurements. Elles sont totalement dépourvues d'éléments fins dans les interstices des blocs ce qui traduit un fonctionnement récent. Ces talus d'éboulis sont le plus souvent fixés par la végétation. Ils sont situés sur la zone d'étude sous les escarpements de la piste menant au Mourtis et à Jos.

Les formations géologiques peuvent être couvertes par des formations de versant (colluvions) généralement peu épaisses.

Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

Le contexte géologique de la commune de Sentein a une influence forte sur la diversité des aléas naturels qui s'y produisent.

Les versants sont principalement constitués de schistes. Ces formations sont à l'origine de phénomènes de glissements de terrains, surtout avec des écoulements d'eau superficielle le long des versants, ce qui est le cas de Sentein. Les altérations de surfaces des schistes sont également propices à l'apparition de coulées de boues localisées.

Le phénomène de chute de blocs est également présent, en majorité par la présence d'affleurements et d'escarpements de calcaires fracturés, mais également au niveau d'affleurement de schistes plus massifs.

En fond de vallée, les alluvions et les colluvions sont facilement mobilisables par les cours d'eau à l'occasion des crues et peuvent être alors affectés de mouvements rapides tels que les érosions de berges. Dans les pentes moyennes, plus éloignées des cours d'eau, ces dépôts quaternaires peuvent être affectés de mouvements lents.

Le phénomène avalancheux est également présent sur la commune, étant donné l'altitude et les pentes importantes. Toutefois, ce phénomène reste marginal sur la zone d'étude et ne concerne que les pieds des couloirs et une faible quantité d'enjeux.

CONTEXTE ECONOMIQUE ET HUMAIN

Sentein compte 152 habitants (recensement publié en 2012) avec une densité de 2.5hab/km². La population de la commune connaît une légère augmentation depuis la fin des années 1990 (environ 2% depuis 1999).

Assez éloignée des principaux centres urbains, la commune présente essentiellement des activités agricoles et pastorales, qui contribuent notamment à la richesse de ses paysages. L'activité économique principale au début du siècle dernier, à savoir l'exploitation minière (plomb et zinc) au Bocard, a drainé de nombreuses personnes (1469 habitants en 1866). La fermeture de la mine en 1955, a largement contribué à la baisse du nombre d'habitants. On trouve également une activité liée à l'hydroélectricité, avec notamment la retenue d'Arraing et plusieurs prises d'eau.

Au niveau culturel, on peut citer l'église fortifiée au cœur du village de Sentein et la chapelle de l'Isard.

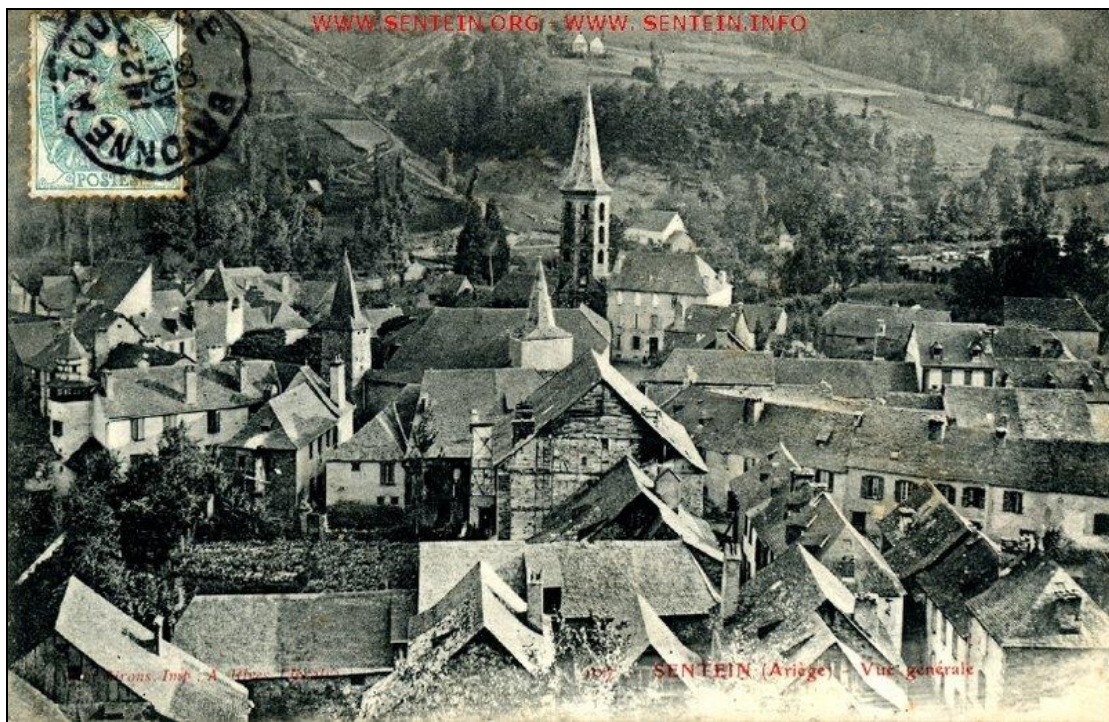


Figure 9: Carte postale du village en 1922 (source : <http://www.sentein.org>)

3. PRESENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles regroupe plusieurs documents graphiques :

- une **carte informative** des phénomènes naturels à l'échelle 1/10 000 représentant les phénomènes historiques connus ou les phénomènes observés, sur fond IGN ;
- deux **cartes des aléas** à l'échelle 1/5 000, limitée au périmètre du PPR et présentant l'intensité et le cas échéant la probabilité d'occurrence des phénomènes naturels, sur fond cadastral ;
- une carte **de l'aléa retrait-gonflement des argiles gonflantes** à l'échelle 1/10 000 ;
- une **carte des enjeux** à l'échelle 1/5 000, sur fond cadastral ;
- un **plan de zonage réglementaire** à l'échelle 1/5 000 définissant les secteurs dans lesquels l'occupation du sol sera soumise à une réglementation, sur fond cadastral.

Les différentes cartes sont des documents destinés à expliciter le plan de zonage réglementaire. A la différence de ce dernier, elles ne présentent aucun caractère réglementaire et ne sont pas opposables aux tiers.

En revanche, elles décrivent les phénomènes susceptibles de se manifester sur la commune et permettent de mieux appréhender la démarche qui aboutit au plan de zonage réglementaire.

Leur élaboration suit quatre phases essentielles :

- une phase de recueil d'informations : auprès des services déconcentrés de l'Etat (DDT), de l'ONF/RTM, des bureaux d'études spécialisés, des mairies et des habitants ; par recherche des archives directement accessibles et des études spécifiques existantes ;
- une phase d'étude des documents existants (cartes topographiques, géologiques, photos aériennes, rapports d'études ou d'expertises, topographies..) ;
- une phase de terrain, d'enquête auprès des habitants et le cas échéant de mesures topographiques pour certaines zones inondables dont les cotes de crues sont précisément connues ;
- une phase d'analyse spatiale par Système d'Information Géographique avec une mise en perspective des différents documents collectés ou élaborés, de synthèse et de représentation.

I - LA CARTE INFORMATIVE DES PHENOMENES NATURELS

1 – Définition des phénomènes

Voici la définition des phénomènes qui sont pris en compte dans le cadre du Plan de Prévention des Risques naturels prévisible :

Phénomènes	Symboles	Définitions
Avalanche	A	Déplacement rapide d'une masse de neige sur une pente, provoqué par une rupture du manteau neigeux. Les trois caractéristiques de l'avalanche sont la neige (quantité/qualité), la pente et la rapidité (vitesses variant de 10 km/h à 350 km/h).
Chute de pierres et blocs	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est limité à quelques centaines de mètres cubes. Au-delà, on parle d'éboulement en masse (ou en très grande masse, au-delà de 1 million de m³).
Crue des torrents et cours d'eau torrentiels	T	Apparition ou augmentation brutale du débit d'un cours d'eau à forte pente qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides, d'érosion et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel.
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques (écoulement aréolaire) en dehors du réseau hydrographique, généralement suite à des précipitations exceptionnelles (pluies orageuses). Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosion localisée provoquée par ces écoulements superficiels, nommée ravinement.
Inondation	I	- Submersion des terrains de plaine avoisinant le lit d'un fleuve ou d'une rivière, suite à une crue généralement prévisible : la hauteur d'eau peut être importante et la vitesse du courant reste souvent non significative. A ce phénomène, sont rattachées les éventuelles remontées de nappe associées au fleuve ou à la rivière ainsi que les inondations pouvant être causées par les chantournes et autres fossés de la plaine alluviale. - Submersion par accumulation et stagnation d'eau claire dans une zone plane, éventuellement à l'amont d'un obstacle. L'eau provient, soit d'un ruissellement lors d'une grosse pluie, soit de la fonte des neiges, soit du débordement de ruisseaux torrentiels.
Glissement de terrain	G	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. 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.

Phénomènes	Symboles	Définitions
Retrait-gonflement des sols argileux	RGSA	Variations de volume des formations argileuses du sous-sol entraînées par des modifications de leur teneur en eau.

Pour les séismes, il sera rappelé l'aléa sismique.

Remarques :

Un certain nombre de règles ont été observées lors de l'établissement de cette carte. Elles fixent la nature et le degré de précision des informations présentées et donc le domaine d'utilisation de ce document. Rappelons que la **carte informative** se veut avant tout un état des connaissances - ou de l'ignorance - concernant les phénomènes naturels.

L'échelle retenue pour l'élaboration de la carte de localisation des phénomènes (1/10000 soit 1 cm pour 100 m) impose un certain nombre de **simplifications**. Il est en effet impossible de représenter certains éléments à l'échelle (petites zones humides, niches d'arrachement, etc.).

2 - Evénements historiques

Le tableau ci-après ne prétend pas à l'exhaustivité, surtout pour les périodes historiques anciennes ; il se propose de rappeler les événements qui ont été à l'origine de dommages.

DATE	TYPE	EVENEMENT	SOURCE
Juin 2013	Crue torrentielle	Crue du Lez de petite ampleur. Dégâts importants sur la route du Bocard, ravinement de la route et effondrement de plusieurs gabions.	AGERIN
9 avril 2009	Avalanche	Laspé (EPA n°4) : départ 1800m, arrivée 1130m. Déclenchement naturel, avalanche coulante. Dépôt : 100m de longueur, 10m de largeur, 5m de hauteur.	RTM, CEMAGREF
28 mars 2007	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1850m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, avalanche coulante, départ ponctuel. Dépôt : 50m de longueur, 10m de largeur, 5m de hauteur.	RTM, CEMAGREF
11 mars 2005	Avalanche	Départ 1850m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, avalanche coulante, départ en cassure linéaire.	RTM, CEMAGREF
8 mars 2005	Avalanche	Départ 1850m, arrivée 1100m. Déclenchement naturel, avalanche coulante, départ en cassure linéaire. Dépôt : 100m de longueur, 25m de largeur, 5m de hauteur.	RTM, CEMAGREF
2004	Crue torrentielle	Crue du Lez	RTM
1 avril 1998	Chute de blocs	Chute de bloc à Urets : tronçon de la galerie entre le barrage d'Urets et la prise d'eau éventré sur 6m.	RTM
3 décembre 1995	Crue torrentielle	Crue du Lez	RTM
28 décembre 1994	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1800m, arrivée 1500m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
25 avril 1994	Avalanche	Tuc de la Roucasse (EPA n°5) : départ 1750m, arrivée 1050m. Déclenchement naturel, avalanche coulante. Ruisseau bouché.	RTM, CEMAGREF
10 avril 1994	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1800m, arrivée 1500m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
29 mars 1993	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1800m, arrivée 1500m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
1992	Glissement de terrain	Glissement de terrain au Bocard en 1992, la zone se reboise depuis.	Habitant (propriétaire du gîte d'Eylie)
6 7 et 8 octobre 1992	Glissement de terrain	Effondrement d'un mur de soutènement à Riussec et glissement sur la route plus à l'aval.	Archives communales
6 7 et 8 octobre 1992	Crue torrentielle	Crue du Lez et du ruisseau du Rouge qui submerge une passerelle.	Archives communales témoignages
6 octobre 1992	Glissement de terrain	Glissement de terrain et coulée de boue sur 300m à La Coste. Dégâts sur la piste forestière et agricole.	RTM

DATE	TYPE	EVENEMENT	SOURCE
1 septembre 1992	Glissement de terrain	Glissement de terrain sur 100m de long, piste de La Plagne obstruée sur 40m.	RTM
1 septembre 1992	Glissement de terrain	Aqueduc obstrué à La Coste, écoulement d'eau sur la route produisant une coulée de boue et un glissement de terrain sur 300m. Glissement de terrain à l'aval d'un passage busé.	RTM
juin 1991	Glissement de terrain	Glissement de terrain à La Coste. Talus aval de la route de Biros effondré en 3 points.	RTM
15 février 1986	Avalanche	Tuc de la Roucasse (EPA n°5) : départ 1750m, arrivée 1130m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
15 février 1986	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1800m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
Hiver 1982	Avalanche	Coulée de neige au-dessus des gîtes d'Eylie, jusqu'au milieu du champ	Habitant (propriétaire du gîte)
19 mai 1977	Crue torrentielle	Crue de l'Isard. La passerelle à Frechendeck a sauté en 1977, débordement en RG sur parking, l'eau est passée derrière la petite grange au bord de la route.	Habitant (M.Amia)
19 mai 1977	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau de Rouge. Passerelle submergée.	Habitant (Md Bernié)
19 mai 1977	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
4 février 1972	Avalanche	Tuc de la Roucasse (EPA n°5) : Exposition Est de la combe, départ 1700m, arrivée 1100m. Déclenchement naturel, avalanche de fond, départ linéaire.	RTM, CEMAGREF
14 mars 1972	Avalanche	Avalanche du Mourtis (EPA n°8) : Exposition Est de la combe, départ en zone boisé, culot à l'aval du bois.	RTM, CEMAGREF
1 septembre 1972	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ 1800m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
20 février 1971	Crue torrentielle	Crue du Lez	RTM
1 septembre 1971	Avalanche	Avalanche à Laspé (EPA n°4)	RTM, CEMAGREF
1 septembre 1971	Avalanche	Eylie (EPA n°6) : départ Exposition Ouest de la combe, avalanche de fond, départ en terrain boisé.	RTM, CEMAGREF
1 septembre 1971	Avalanche	Avalanche au Tuc de la Roucasse (EPA n°5)	CEMAGREF
1 septembre 1970	Avalanche	Avalanche à Laspé (EPA n°4)	CEMAGREF
14 septembre 1963	Crue torrentielle	Crue du Lez. Route de Bocard coupée	RTM, DDT09

DATE	TYPE	EVENEMENT	SOURCE
hiver 1939	Avalanche	Laspé (EPA n°4) : Dépôt de 30m d'épaisseur au droit du village. L'avalanche est descendue jusqu'à la route départementale 4.	RTM, témoignages d'habitants (habitant de Laspé, et Md Bernié)
27 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Lez, moins forte que la crue des 4 et 5 octobre 37. Dégâts au hameau d'Estovéou.	RTM, AD 09, La Dépêche
4-5 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau de l'Isard. Mur de soutènement emporté sur le ruisseau.	RTM
4-5 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Lez. Ponts de Bamascou, Badech, Moulin et Hounta emportés. Chemin vicinal de Sentein à Bocard emporté. Chemin vicinal n°1 emporté en partie de Sentein à Estovéou. 2 granges emportées, usine inondée.	RTM, La Dépêche du Midi, AD
4-5 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras.	RTM
29 novembre 1931	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
29 mai 1930	Crue torrentielle	Forte crue à Antras	CIMA, 1992
27 novembre 1928	Crue torrentielle	Crue du Lez. Route du Bocard emportée sur 500m.	La Dépêche
23 mai 1910	Crue torrentielle	Crue du Lez, 1 propriétaire sinistré.	RTM, AD 09
23 mai 1910	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras.	RTM
23 mai 1910	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD 09
6 septembre 1909	Crue torrentielle	Crue du Lez et du Ruisseau d'Antras.	RTM
15 décembre 1906	Crue torrentielle	Orage violent ayant provoqué des inondations. 51 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
14 juillet 1901	Crue torrentielle	Orage violent ayant provoqué des inondations et un éboulement.	RTM, AD 09
2 juin 1900	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras.	RTM
2 juin 1900	Crue torrentielle	Orage violent ayant provoqué des inondations. 115 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
6 mai 1900	Avalanche	Forte avalanche à Antras	CIMA, 1991
2 juillet 1897	Crue torrentielle	Très forte crue du Lez (presque au niveau de 1875).	RTM CIMA, 1991
3 juillet 1897	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras	RTM

DATE	TYPE	EVENEMENT	SOURCE
3 juillet 1897	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau de l'Isard. Hameau du Pont : déplacement du lit sur la rive gauche juste avant la confluence avec le Lez. Chemin vicinal emporté.	RTM, AD 09
1 février 1897	Crue torrentielle	Route de Sentein au Bocard entièrement détruite, maisons inondées. Crue Localisée sur le bassin du Lez	RTM
24 juin 1896	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras.	RTM
24 juin 1896	Crue torrentielle	Crue du Lez, 180 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
4 février 1892	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
1 novembre 1890	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
4 février 1890	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD 09
11 juin 1889	Crue torrentielle	Crue du Lez, 42 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
9-12 février 1889	Avalanche	Forte avalanche à Sentein	CIMA, 1992
3 juillet 1887	Crue torrentielle	Crue du Lez, 168 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
3 juin 1886	Crue torrentielle	Crue du Lez. Orage violent ayant provoqué des inondations.	RTM, AD 09
9 juin 1885	Crue torrentielle	Crue du Lez, 19 propriétaires sinistrés. Murs de soutènement emportés sur le chemin vicinal n°1.	RTM, AD 09
5 juin 1883	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Antras.	RTM
5 juin 1883	Crue torrentielle	Crue du Lez, 21 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
23 juin 1881	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
17 février 1879	Crue torrentielle	Crue du Lez, 1 propriétaire sinistré. Chaussée ravinée sur 200m sur le chemin de grande communication n°16.	RTM, AD 09
21 novembre 1876	Crue torrentielle	Crue du Lez, 11 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09 CIMA, 1991
5-6 juin 1876	Crue torrentielle	Inondations à Sentein.	AD 09 CIMA 1991
18 mai 1876	Crue torrentielle	Crue du Lez, 3 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
1 novembre 1875	Crue torrentielle	Crue du Lez. Orage violent ayant provoqué des inondations.	RTM, AD 09
23 juin 1875	Crue torrentielle	Crue du Lez, Chemins emportés au hameau du Pont, pont emporté à Eylié. 88 propriétaires touchés, 3 granges effondrées. Chemin de grande communication n°16 de Sentein au Bocard emporté sur 4 à 5km.	RTM, AD 09 CIMA, 1991
15 mars 1873	Crue torrentielle	Fort orage ayant provoqué des inondations à Sentein.	AD 09 CIMA 1991

DATE	TYPE	EVENEMENT	SOURCE
6 novembre 1872	Crue torrentielle	Crue du Lez, 119 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
20 janvier 1868	Crue torrentielle	Crue du Lez, 1 propriétaire sinistré.	RTM, AD 09
27 mai 1868	Crue torrentielle	Forte crue du Lez et de ses affluents.	RTM, AD 09
1 juin 1861	Crue torrentielle	Crue du Lez, 6 propriétaires sinistrés.	RTM, AD 09
11 avril 1859	Crue torrentielle	Crue du Lez. Orage violent ayant provoqué des inondations.	RTM, AD 09

RTM : Service de Restauration des Terrains en Montagne.

AD 09 : Archives Départementale de l'Ariège.

CEMAGREF : Centre d'étude du Machinisme Agricole et du Génie Rural et Forestier.

CIMA : Centre Interdisciplinaire de Recherche sur les Milieux Naturels et l'Aménagement rural (Université du Mirail/CNRS).

La Dépêche : La Dépêche du Midi

3 – Elaboration de la carte informative des phénomènes naturels

C'est une représentation graphique, à l'échelle du 1/10 000, des phénomènes naturels historiques ou observés. Ce recensement, objectif, ne présente que les manifestations certaines des phénomènes qui peuvent être :

- anciens, identifiés par la morphologie, par les enquêtes, les dépouillements d'archives diverses facilement accessibles, etc.
- actifs, repérés par la morphologie et les indices d'activité sur le terrain, les dommages aux ouvrages, etc.

Sont également cartographiés, outre les lits mineurs des rivières et torrents, les zones inondables (crues très fréquentes, crues fréquentes, crues rares à exceptionnelles) ainsi que les zones de charriages et d'étalement des torrents.

II - LES ALEAS

1 - Définition

Le guide méthodologique général relatif à la réalisation des PPR définit **l'aléa** comme : « un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données ».

2 - Notion d'intensité et de fréquence

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 rencontrés.

- **L'intensité** d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même, de ses conséquences ou des parades à mettre en œuvre pour s'en préserver. Il n'existe pas de valeur universelle sauf l'intensité EMS 95* pour les séismes.

Des **paramètres simples** et à valeur générale comme la hauteur d'eau et la vitesse du courant peuvent être déterminés plus ou moins facilement pour certains phénomènes (**inondations** de plaine notamment).

Pour la plupart des **autres phénomènes**, les paramètres variés ne peuvent souvent être appréciés que **qualitativement**, au moins à ce niveau d'expertise : volume et distance d'arrêt pour les chutes de pierres et de blocs, épaisseur et cinétique du mouvement pour les glissements de terrain, hauteur des débordements pour les crues torrentielles

Aussi s'efforce-t-on, pour caractériser l'**intensité** d'un aléa, d'**apprécier** les diverses composantes de son **impact** :

- **conséquences sur les constructions** ou "agressivité" qualifiée de faible si le gros œuvre est très peu touché, moyenne s'il est atteint mais que les réparations restent possibles, élevée s'il est fortement touché rendant la construction inutilisable ;
- **conséquences sur les personnes** ou "gravité" qualifiée de très faible (pas d'accident ou accident très peu probable), moyenne (accident isolé), forte (quelques victimes) et majeure (quelques dizaines de victimes ou plus) ;
- **mesures de prévention nécessaires** qualifiées de faible (moins de 10 % de la valeur vénale d'une maison individuelle moyenne), moyenne (parade supportable par un groupe restreint de propriétaires), forte (parade débordant largement le cadre parcellaire, d'un coût très important) et majeure (pas de mesures envisageables).

- **L'estimation de l'occurrence** d'un phénomène de nature et d'intensité données passe par l'analyse statistique de longues séries de mesures. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène.

Si certaines grandeurs sont relativement faciles à mesurer régulièrement (les débits liquides par exemple), d'autres le sont beaucoup moins, soit du fait de leur nature (les débits solides par exemple), soit du fait de leur caractère instantané (les chutes de blocs par exemple). Pour les **inondations** et les **crues**, la probabilité

* EMS : European Macroseismic Scale (Echelle macrosismique européenne)
Rapport de présentation P.P.R. de SENTEIN – DOCUMENT APPROUVE-

d'**occurrence** des phénomènes sera donc généralement **appréciée** à partir d'informations historiques et éventuellement pluviométriques. En effet, il existe une forte corrélation entre l'apparition de certains phénomènes naturels - tels que crues torrentielles, inondations, avalanches - et des épisodes météorologiques particuliers. L'analyse des conditions météorologiques peut ainsi aider à l'analyse prévisionnelle de ces phénomènes.

Pour les **mouvements de terrain**, si les épisodes météorologiques particuliers peuvent aussi être à l'origine du déclenchement de tels phénomènes, la probabilité d'occurrence repose plus sur la notion de **prédisposition du site** à produire un événement donné dans un délai retenu. Une telle prédisposition peut être estimée à partir d'une démarche d'expert prenant en compte la géologie, la topographie et un ensemble d'autres observations.

3 - Elaboration de la carte des aléas

C'est la représentation graphique de l'étude prospective et interprétative des différents phénomènes possibles.

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation reste complexe. Son évaluation reste en partie subjective ; 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 de l'expert chargé de réaliser l'étude.

Pour limiter cet aspect subjectif, des **grilles de caractérisation des différents aléas** ont été **définies** en collaboration avec le service de la DDT de l'Ariège avec une **hiérarchisation** en niveau ou degré.

Le niveau d'aléa en un site donné résultera d'une combinaison du facteur occurrence temporelle et du facteur intensité. On distinguera, **outre les zones d'aléa négligeable, 3 degrés** soit :

- les zones d'aléa faible (mais non négligeables), notées 1 ;
- les zones d'aléa moyen, notées 2 ;
- les zones d'aléa fort, notées 3.

Ces **grilles** avec leurs divers degrés sont globalement **établies en privilégiant l'intensité**.

Remarque :

- Chaque zone distinguée sur la carte des aléas est matérialisée par une limite et une couleur traduisant le degré d'aléa et la nature des phénomènes naturels intéressant la zone.
- Lorsque plusieurs types de phénomènes se superposent sur une zone, seul celui de l'aléa le plus fort est représenté en couleur sur la carte.

4 - Méthodologie générale pour caractériser l'aléa.

La méthodologie retenue pour évaluer les aléas consiste à obtenir en continuité une connaissance fine de la morphologie de la plaine alluviale ou de la vallée et du fonctionnement des cours d'eau, une bonne approche des crues historiques et une qualification des aléas adaptée aux spécificités des espaces exposés. Elle est fondée sur la complémentarité des approches, qui doivent être organisées en une suite d'étapes de manière à couvrir l'ensemble du champ de connaissance, tout en progressant du général au particulier, du qualitatif au semi quantitatif, voire au quantitatif. Ces approches, bien que successives, ne doivent pas être disjointes de manière à permettre une analyse transversale du risque. Au contraire, elles doivent s'interpénétrer, se recouper, de manière à permettre une vérification et un ajustement réciproque des résultats. Le but doit être la réalisation d'une étude comportant plusieurs volets à distinguer de plusieurs études différenciées et non interactives entre elles. L'importance de chacun des volets est fonction des caractéristiques propres du secteur à étudier, à savoir le mode de fonctionnement du bassin versant, les types des crues subies et les données disponibles.

Ainsi, nous pouvons distinguer quatre étapes :

- La constitution d'une base documentaire et son analyse.
- L'analyse par photo-interprétation et l'analyse spatiale de la zone d'étude.
- L'analyse des caractéristiques hydrauliques et de la morphologie du terrain.
- Le croisement des données spatialisées sous SIG et la cartographie des aléas.

La constitution d'une base documentaire et son analyse.

Elle consiste à obtenir les données d'archives :

- Les sources communales ou intercommunales (compte rendus de conseils municipaux ou syndicaux, compte rendu de travaux ou d'accidents, plans divers...).
- Les archives paroissiales (elles fournissent des indications précieuses pour les crues les plus anciennes) et départementales.
- Les sources administratives (Préfecture, Services de l'Etat, ONF, RTM, DREAL, Services Départementaux, SIDPC...).
- Les documents techniques (CETE, EDF, Météo-France, bureaux d'études, banques de données...)
- Les données spatiales (cartes précises, plans cadastraux, plans topographiques, photographies aériennes, cartes des laisses et cartes des crues et inondations, cartes géologiques et géomorphologiques...).
- Articles de presses (presse locale, nationale, spécialisée...).
- Témoignages, photographies.

L'analyse par photo-interprétation et l'analyse spatiale de la zone d'étude.

Dans un premier temps, l'ensemble des données collectées est spatialisé sous un système d'information géographique de manière à pouvoir en étudier les emprises et les relations. Pour ce faire, les informations font l'objet de classements et d'analyses des superpositions (requêtes SIG).

Dans un second temps, une analyse en photo-interprétation est réalisée, notamment par un examen stéréoscopique (en relief) des photographies aériennes existantes (photographies à plusieurs échelles et de plusieurs natures).

- Pour les mouvements de terrain, il sera recherché toutes les traces relevant du fonctionnement morphodynamique des versants (fluage, reptations, décrochements...) et les facteurs favorisant seront recherchés (ruptures de pentes héritées, circulations d'eau sous-jacentes...). Dans ce dernier cas, il peut être utilisés des couples stéréoscopiques couleur (données IGN, 1/25 000). En effet, en dehors même d'une très bonne définition de l'image et d'une échelle assez grande (1/25 000), les images permettent une analyse fine des circulations d'eau, notamment en mettant en évidence les sorties d'eau ou les discordances dans les circulations. Concrètement, cela permet une très bonne et très précoce détection des phénomènes et particulièrement des fluages et des glissements par décrochements ou rotation. Cette méthode permet aussi d'affiner la localisation des contacts géologiques argileux, sièges fréquents de mouvements. Il est ainsi mené une recherche des indices de mouvements tels que bourrelets, arbres penchés, dégâts aux structures des constructions, dégâts aux réseaux, blocs erratiques, accidents de drainage, ravines plus ou moins végétalisées. Ces investigations se concentrent sur les phénomènes connus dans les formations géologiques rencontrées.
- Puis, sur les mêmes photographies aériennes une analyse hydrogéomorphologie est menée. Elle s'appuie sur l'examen des indices et marqueurs des morphodynamiques fluviales récentes (et plus anciennes). Elle permet de distinguer les éléments structurant de la morphologie fluviale (lit mineur, lit majeurs, rebords de terrasses, chenaux fonctionnels, paléo chenaux...). En effet, dans une plaine alluviale fonctionnelle les crues successives, laissent les traces d'érosions et de dépôts qui construisent la géomorphologie fluviale des lits mineurs et majeurs. Ainsi, certaines formes permettent de distinguer des zones d'emprises pour les crues fréquentes, moyennes et rares tout en donnant des indices précieux sur l'intensité et la fréquence des phénomènes dans chaque zone étudiée. Ainsi, une analyse par un géomorphologue fluvial qualifié permet de connaître et de délimiter les modelés fluviaux caractéristiques des différentes crues rencontrées, notamment par crue de référence fixant les limites théoriques de l'emprise des inondations.
- De cette manière, il est possible de différencier précisément :
 - Les zones inondées fréquemment qui se caractérisent par un relief composé d'atterrissements (avec des matériaux peu altérés, sans structures pédologiques et peu enrichis en matière organique du fait d'un faible temps pour la pédogenèse) et des chenaux dont les pentes de berges témoignent de l'intensité des débordements (plus les débordements sont intenses et fréquents, plus les pentes de berges sont vives).

En général, si la pression agricole n'est pas trop forte, nous sommes dans cette zone en présence de forêts alluviales. D'ailleurs, la végétation permet elle aussi de distinguer le fonctionnement morphologique (alternance d'essence pionnière, d'essence de bois tendre et d'essence de bois dure).

- La partie fonctionnelle active du lit majeur, inondable fréquemment (entre 5 et 20 ans) est composée d'une succession de chenaux actifs et d'interfluves alluviaux. Dans ces zones, on peut distinguer de nombreux chenaux qui se recoupent, certains étant fonctionnels et d'autres non actifs. Lorsque l'on étudie les matériaux, ces derniers sont faiblement enrichies en matière organique et la structure pédologique se limite à un début d'horizon A superficiel (soit une structure du sol peu développée). Pour les cours d'eau disposant d'une grande plaine alluviale cette espace fluvial peut se développer sur plusieurs centaines de mètres de largeur. Dans la quasi-totalité des situations cette zone n'est pas occupée par l'habitat ancien.
- Les zones de remplissage du lit majeur s'étendent jusqu'au contact avec les rebords de la terrasse issue de la dernière période froide ou avec le substrat sous-jacent. Il s'agit en général d'un espace pratiquement plat, avec peu ou pas de trace de chenaux fonctionnels (présence toutefois de paléo chenaux pas ou peu fonctionnels, voire de chenaux hérités peu fonctionnels). Cet espace n'est concerné que par les plus fortes crues. Sur un plan pédologique, on trouve de vrais sols avec horizons A et B marqués, sols développés sur des dépôts alluviaux généralement limoneux. Dans les parties basses, on trouve des sols hydromorphes à gleys ou à pseudo-gleys. Cette zone, sur le plan humain, peut être l'objet d'une urbanisation ancienne, mais généralement sur ses marges.

L'analyse des caractéristiques hydrauliques et de la morphologie du terrain.

A la suite de la phase précédente, une analyse hydraulique du terrain est menée. Elle prend en compte les aménagements anthropiques de la zone inondable, notamment les ouvrages hydroélectriques (remous, ressaut...), les ponts, quais, les remblais, routes, aménagements de berges, l'urbanisation. Cette approche permet de prendre en compte, par une observation de terrain et par le calcul, des phénomènes atypiques (écoulements perchés, respiration alluviale de la zone d'écoulement par exemple) ou des singularités (charges, décharges, ressauts, remous...). Toutefois, cette démarche ne fait que compléter l'analyse hydromorphologique, elle ne conduit pas à une modélisation hydraulique.

Les moyens mis en œuvre :

Les moyens mis en œuvre pour l'application l'affinage et la validation des cartes sont donc multiples.

- L'utilisation des documents existant récents (études hydraulique, cartographie informative des zones inondables, ...), mais aussi des documents plus anciens (cartographie de crues, relevés hydrométriques, articles de presse, photographies...).
- La recherche et nivellement des repères de crues et des niveaux atteints aux stations hydrométriques en service ou anciennes (données banque hydro, données des Grande Forces Hydrauliques).

- La reconstitution des profils en long de la crue de référence lorsque cela est possible.
- L'examen détaillé, sur le terrain et par photo-interprétation de la morphologie de la zone inondable supposées et de ses marges.
- L'analyse des structures stratigraphiques superficielles des alluvions.
- Une enquête de terrain auprès des riverains et des utilisateurs de l'espace inondables (agriculteurs, EDF, collectivités...).

Pour les mouvements de terrain, une étude géomorphologique de terrain très détaillée est réalisée sur le territoire d'étude. Il s'agit d'affiner la connaissance des conditions de mise en place du modelé récent, de vérifier les phénomènes morphodynamiques en cours et leurs limites précises. Notamment, cela conduit à mener une recherche des indices de mouvements tels que :

- Les bourrelets, les fluages, les décrochements, les affaissements ou encore les gradins dans les pentes.
- Les arbres ou poteaux penchés ou mal alignés.
- Les dégâts aux structures des constructions et les dégâts aux réseaux.
- Les blocs erratiques à l'aval des zones rocheuses ou des talus.
- Les accidents de drainage.
- Les ravines plus ou moins végétalisées.

Le croisement des données spatialisées sous SIG et la cartographie des aléas.

A la fin de cette démarche, l'ensemble des données collectées et des résultats d'analyse est regroupé au sein d'un SIG, les différents éléments sont cartographiés, et de multiples analyses spatiales permettent d'obtenir une vue synthétique des phénomènes et de leur intensité.

Ainsi, cela permet l'établissement de cartes d'aléas précises en appliquant les valeurs discriminantes pour chaque classe d'aléas dans chaque type de phénomènes, en application de la réglementation et des doctrines régionales définies par la DREAL Midi-Pyrénées.

5 – Les aléas

L'aléa avalanche

Définition du phénomène

Une avalanche est définie comme une masse de neige s'écoulant le long d'une pente, sous l'effet de la gravité. Le terme de grande vitesse peut également être ajouté, puisqu'on différencie l'avalanche du phénomène de reptation, mouvement lent d'un manteau neigeux humide le long de la pente.

Le manteau neigeux peut être comparé avec un bloc posé sur un plan incliné. Basiquement, ce glissement est dû à une perte d'équilibre entre les forces de traction (poids du manteau neigeux), qui tirent la masse de neige vers l'aval, et les forces de résistance (frottements liés à la rugosité du sol, points d'ancrages latéraux, points d'appuis, cohésion du manteau neigeux), qui le maintiennent en place. L'équilibre va se rompre lorsque les forces de traction augmentent ou lorsque les forces de résistance diminuent. Cette augmentation des forces de traction peut être d'origine naturelle : apport d'eau (pluie), chute de neige, etc., accidentelle : passage d'un skieur ou d'un alpiniste, ou volontaire : par explosif. La diminution des forces de résistance est quant à elle toujours d'origine naturelle : perte de cohésion du manteau neigeux après un réchauffement ou une humidification (pluie), etc.

Un site ou couloir avalancheux est défini par un bassin ou zone d'accumulation, une zone de transit et une zone de dépôts ou d'arrivée.

- La zone d'accumulation : c'est l'endroit où la neige va s'accumuler et pourra potentiellement s'écouler. Cette zone peut être divisée par la topographie ou par la végétation en panneaux pouvant fonctionner indépendamment.

- La zone de transit : c'est la zone commune où passent toutes les avalanches du site. Elle est le plus souvent matérialisée par un couloir.

- La zone de dépôt : il s'agit du lieu où la neige va cesser de s'écouler, généralement à cause d'une diminution de pente. Elle va généralement être marquée par un élargissement par rapport à la zone de transit.

Types de départs

On distingue deux types de départs : ponctuel ou linéaire. La forme de l'avalanche à départ ponctuel est un point (boule de neige) qui va entraîner et mobiliser la neige sur son passage, donnant ainsi une forme de poire à l'avalanche. Une petite zone d'accumulation est donc suffisante pour produire ce genre de départ. Au contraire, le départ linéaire ou en plaque, est matérialisé par une cassure à l'endroit où la force de traction est supérieure à la force de résistance, généralement à la limite de la zone d'accumulation matérialisée par une pente maximale (rupture de pente), une barre rocheuse. Il est néanmoins possible qu'un départ ponctuel crée une surcharge du manteau neigeux en aval et déclenche le départ d'une plaque plus à l'aval.

Types d'écoulements

On caractérise deux grands types d'avalanches, basés sur les caractéristiques de la dynamique de leurs écoulements, celles-ci étant indépendantes des facteurs tels que la forme du départ : les avalanches en aérosol de récente, sèche (poudreuse), et les avalanches de neige coulante ou dense.

- L'avalanche en aérosol est constituée d'un nuage de particules de neige en suspension dans l'air. Ce type d'écoulement est caractérisé par de grandes vitesses (entre 50 et 100 m/s) (écoulement inertiel), des hauteurs extrêmement variables (de 10 à plus de 150 m), et par une neige généralement sèche et froide car facilement mobilisable. A la vue de ces grandes vitesses, le centre de gravité des aérosols est assez élevé par rapport au sol. Ce type d'avalanche aura donc tendance à suivre la ligne de plus grande pente et pourra s'affranchir des petites variations topographiques. La pression générée en plein écoulement par un aérosol est énorme, d'où sa réputation de phénomène extrêmement destructeur : en moyenne 500 kPa (kilo Pascal) à proximité du sol (environ 3 m), avec des pics allant jusqu'à 1500 kPa (phénomène de surpression pendant de courts instants). La pression va décroître au niveau des zones plus élevées du nuage (de 50 kPa jusqu'à 1 kPa). Lorsqu'il n'y a plus de matériel mobilisable et lorsque la pente devient plus faible, l'aérosol va rapidement freiner et se diluer.

- L'avalanche coulante présente des caractéristiques d'écoulement quasiment opposées à l'aérosol. En effet, la neige va ici s'épandre le long d'une surface (sol ou plan de glissement dans le manteau) telle une coulée de boue ou une lave (on parle généralement d'écoulement gravitaire). Le matériel mobilisé va rester dense donc peu épais par rapport à un écoulement type aérosol. La vitesse d'une avalanche coulante dépend directement du type et de la qualité de la neige mobilisée : de 20 à 30 m/s pour de la neige humide, et jusqu'à 50 m/s (voire plus) pour de la neige sèche. Contrairement à l'aérosol, le centre de gravité de l'avalanche coulante va rester assez proche de la surface. Celle-ci aura donc tendance à suivre la topographie (canalisation dans un couloir ou suivant un cours d'eau), ainsi influencée par la moindre variation du relief (changement de direction, obstacle, etc.). Même si ce type d'avalanche est souvent modéré, certaines, atteignant de grandes vitesses et de grandes masses volumiques (jusqu'à 400 Kg/m³), peuvent être extrêmement destructrices avec des pressions d'impact de l'ordre de 1 GPa. Une avalanche coulante sera principalement freinée par la topographie (pente inférieure à 15°) et par la présence d'obstacle du fait de son caractère gravitaire.

Bien entendu, ces deux types d'écoulements peuvent être associés au sein d'un seul événement (on parle d'écoulement mixte), particulièrement sous nos latitudes. Seront alors caractérisés les différentes phases et leurs dépôts neigeux associés.

Position du plan de glissement

La position du plan de glissement va avoir une certaine importance au niveau de la trace que va laisser l'avalanche sur le milieu naturel. Le glissement pourra concerner une partie du manteau neigeux (avalanche superficielle), ou au contraire le mobiliser entièrement (avalanche de fond). Lorsque cela est le cas, l'avalanche va donc s'écouler directement sur la surface du sol, ce qui aura un impact important sur la végétation et les matériaux drainés par son action érosive. Notons qu'un glissement dans le manteau est permis par la présence de différentes couches de neiges, notamment de couches fragiles (gobelets).

Type de parcours, tracé

Une avalanche peut être canalisée (c'est le cas la plupart du temps) dans un couloir (type torrentiel), mais elle peut également concerner tout un versant. Une avalanche de versant aura donc une largeur assez importante et occasionnera de gros dégâts sur la végétation. Ce type de parcours concerne préférentiellement les avalanches en aérosol, qui s'affranchiront plus facilement des variations topographiques.

La classification est la suivante :

Aléa	Indice	Critères
Fort	A3	- Zone d'extension des avalanches fréquentes. - Zone d'extension des avalanches ayant entraîné une destruction du bâti. - Intensité égale ou supérieure à la valeur de 30 kPa pour une probabilité d'occurrence centennale mais qui peut être plus fréquente pour un lieu donné.
Moyen	A2	- Zones pour lesquelles des informations suffisamment précises n'ont pu être obtenues ou ont donné lieu à des renseignements non recoupés ou contradictoires, - Coulée de versant - Intensité inférieure à 30 kPa pour les événements de probabilité d'occurrence centennale même s'il est plus fréquent
Aléa de référence exceptionnel	AE	- Zone couverte par l'aléa de référence exceptionnel qui peut ne pas être concernée par l'événement de référence centennal mais qui le recouvre systématiquement lorsque ce dernier est identifié.

Localisation

Etant donnée la situation de la commune de Sentein, le phénomène avalancheux est bien sur présent sur la commune. Néanmoins il reste marginal dans la zone d'étude, ne concernant que très peu d'enjeux. On observe dans le secteur d'étude une petite partie des zones d'écoulement et les zones d'arrivée (pieds) ; les zone d'accumulation/départ se situant plus en amont.

Plusieurs couloirs sont relativement actifs et la plupart font l'objet d'un suivi sur l'EPA. En règle générale, l'altitude assez basse et une zone de transit très souvent boisée limite le développement d'aérosol. On trouvera donc en général des avalanches de type dense s'écoulant le long des talwegs.

❖ Le couloir de Laspé (EPA n°4):

Ce couloir est certainement le plus imposant et le plus actif (fonctionnement quasi-annuel) de la zone d'étude. Il est composé de deux zones d'accumulations principales bien séparées par une crête, lesquelles sont subdivisées en panneaux avalancheux pouvant fonctionner indépendamment. Les événements majeurs peuvent menacer le hameau de Bertrand aujourd'hui abandonné. Le hameau de Laspé, très élevé par rapport au talweg (incision du torrent), est relativement protégé.

L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) affiche 3 événements historiques (2009, 1972 et 1971) et des coulées ont été observées en 2008 et 2013. La BDRTM révèle un événement atteignant des hauteurs impressionnantes au droit de hameau de Laspé avec un pied d'avalanche atteignant la plaine du Lez (route). Cet événement a été étayé par l'enquête sur le terrain puisque deux habitants (à Laspé et à Eylié) l'ont confirmé. Les quantités de neiges mobilisées pour cet événement majeur et sa rareté justifient un aléa moyen A2. Vu les limites assez marquée et un pied d'avalanche net, il n'y a pas d'aléa exceptionnel AE.

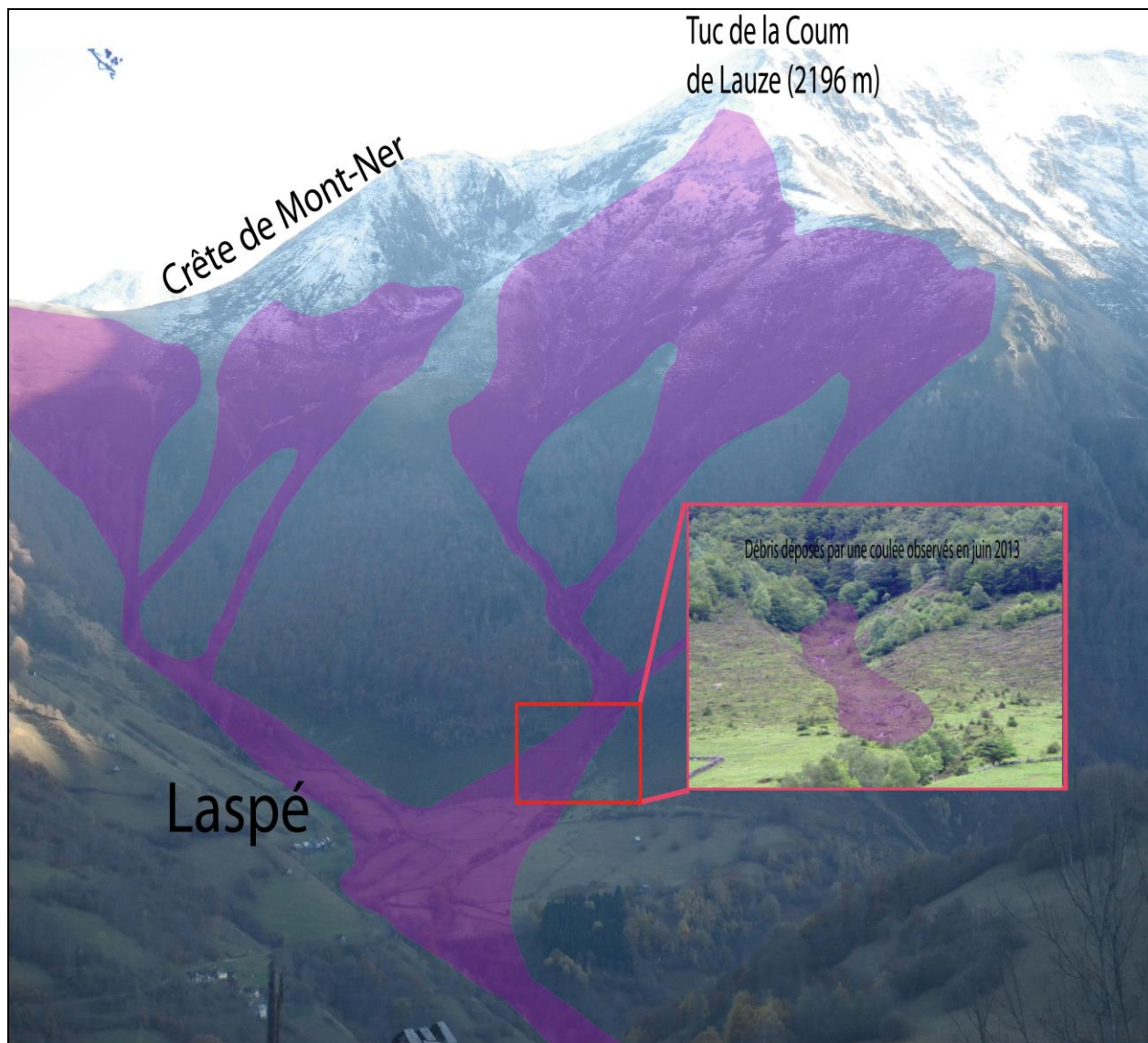


Figure 10: Vue sur les couloirs avalancheux de Laspé (source : Agerin)

❖ L'avalanche d'Eylie (EPA n°10) :

Ces couloirs se situent au niveau de zones d'accumulation de la Montagne d'Ourdouas. Le relevé EPA indique une dizaine d'évènements avec des zones d'arrivées aux alentours des 1200 m d'altitude. L'aléa avalanche A2 ne concerne que l'amont de la zone d'étude, au niveau d'un talweg encaissé et boisé.

Une deuxième zone d'avalanche a été répertoriée à l'amont des gîtes d'Eylie. Une coulée aurait été observée (témoignage d'un habitant) au niveau d'une zone déboisée. La pente modérée et une zone d'accumulation limitée indiquent que cette coulée reste de petite ampleur et son extension maximale, déduite de la topographie est qualifiée en aléa exceptionnel (AE).

❖ L'avalanche de Mourtis (EPA n°1) :

Un phénomène a été répertorié dans l'EPA au niveau d'une zone déboisée. Encore une fois, la taille de la zone d'accumulation limite l'apparition d'avalanches de grosse ampleur.

Une deuxième zone de départ est bien visible à l'aval du col de Déjouts. La zone de transit suit le talweg du Ruisseau de Rabe. Son encaissement et son boisement dense limitent le phénomène dont la zone d'arrivée se situe au niveau d'une zone peu raide. Etant donné l'encaissement de la zone d'arrivée, il n'y a pas d'aléa exceptionnel.

❖ Le couloir de Labor (EPA n°200) :

Le couloir de Labor présente une zone de départ importante, en cours de reboisement, témoignant d'une baisse d'activité ces dix dernières années. L'EPA répertorie plusieurs événements atteignant les 900 m d'altitude, c'est-à-dire à l'amont des granges de la Peyre.

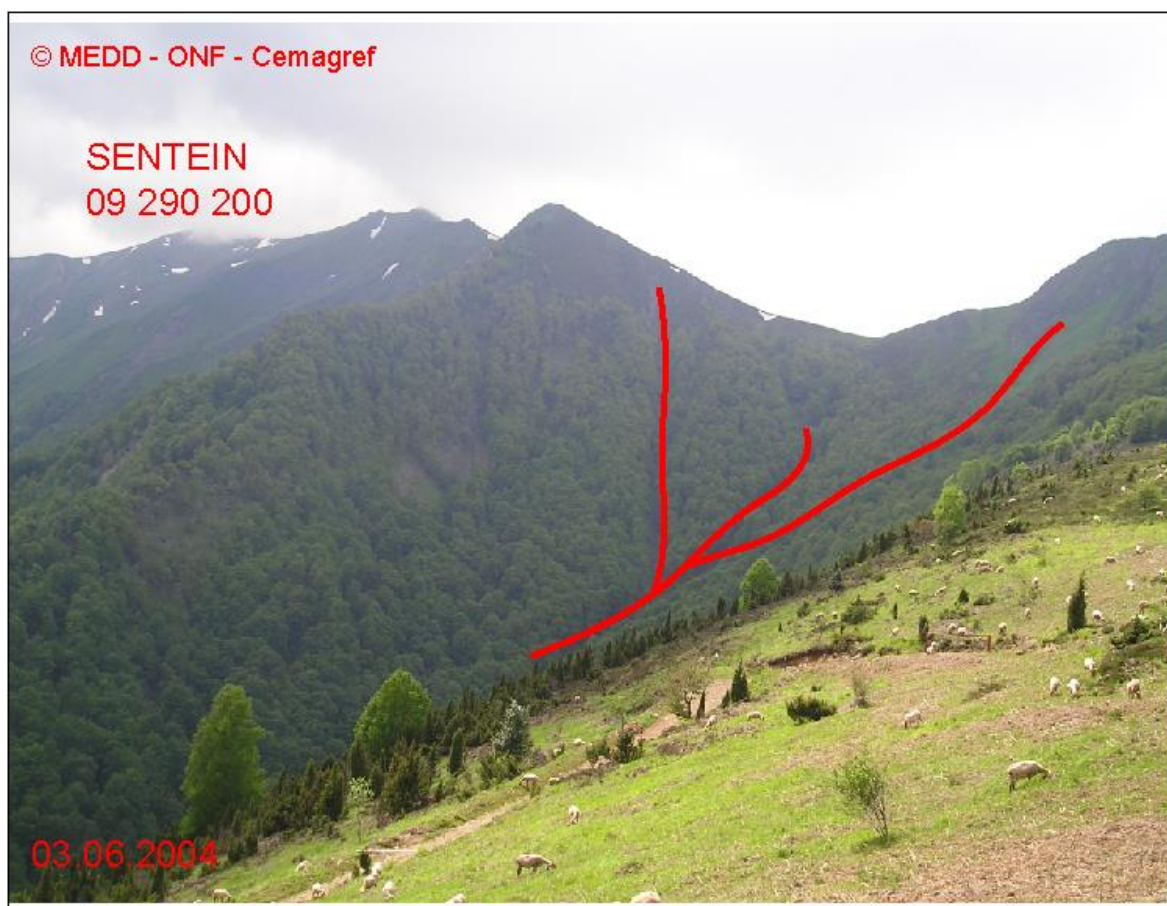


Figure 11: Vue sur les couloirs avalancheux de Labor (source : cemagref)

L'aléa inondation

Caractérisation

L'aléa de référence est défini par rapport à la **plus forte crue connue** ou par rapport à la crue centennale si cette dernière est plus importante que la crue historique maximale. En l'absence d'une modélisation hydraulique hauteur/vitesse les critères de classification sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Fort	I3	• Lit mineur de la rivière avec bande de sécurité de largeur variable, selon la morphologie du site, la stabilité des berges • Zones affouillées et déstabilisées par la rivière (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) • Zones de divagation fréquente des rivières entre le lit majeur et le lit mineur • Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau de plus de 1 m environ • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : ◦ bande de sécurité derrière les digues ; ◦ zones situées à l'aval de digues jugées notoirement insuffisantes (du fait d'une capacité insuffisante du chenal ou de leur fragilité liée le plus souvent à la carence ou à l'absence d'un maître d'ouvrage). • Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur supérieure à 1 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : ◦ du ruissellement sur versant ◦ du débordement d'un ruisseau torrentiel • Fossés pérennes hors vallée alluviale y compris la marge de sécurité de part et d'autre
Moyen	I2	• Zones atteintes par des crues passées avec lame d'eau de 0,5 à 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité de transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau entre 0,5 et 1 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien. • Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur comprise entre 0,5 et 1 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, provenant notamment : ◦ du ruissellement sur versant, ◦ du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale.

Aléa	Indice	Critères
Faible	I1	• Zones atteintes par des crues passées sans transport de matériaux grossiers et une lame d'eau de moins de 0,5 m avec des vitesses susceptibles d'être très faibles • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau de moins de 0.5 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence, sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure et en bon état du fait de l'existence d'un maître d'ouvrage. • Zones planes, recouvertes par une accumulation et une stagnation, sans vitesse, d'eau "claire" (hauteur inférieure à 0,5 m) susceptible d'être bloquée par un obstacle quelconque, en provenance notamment : ○ du ruissellement sur versant ; ○ du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale.

Remarque :

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées (digues, certains ouvrages hydrauliques), en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection. En revanche, à la vue de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, il pourra être proposé dans le rapport de présentation un reclassement des secteurs protégés (avec à l'appui, si nécessaire, un extrait de carte surchargé) afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage réglementaire. Ce dernier devra toutefois intégrer les risques résiduels (par insuffisance, voir rupture des ouvrages).

Localisation

Le phénomène d'inondation à proprement parler n'est pas présent sur la zone d'étude. La morphologie d'altitude implique des phénomènes très intenses, accompagnés de transport solide le plus souvent.

Seule la zone en rive droite à l'aval du village de Sentein est concernée par un aléa fort d'inondation I3.

L'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels

Caractérisation

L'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels prend en compte, à la fois le risque de débordement proprement dit du torrent accompagné souvent d'affouillement (bâtiments, ouvrages), de charriage ou de lave torrentielle (écoulement de masses boueuses, plus ou moins chargées en blocs de toutes tailles, comportant au moins autant de matériaux solides que d'eau et pouvant atteindre des volumes considérables) et le risque de déstabilisation des berges et versants suivant le tronçon.

Le plus souvent, dans la partie inférieure du cours, le transport se limite à du charriage de matériaux qui peut être très important.

Les critères de classification sont les suivants sachant que **l'aléa de référence** est la **plus forte crue connue ou**, si cette crue est plus faible qu'une crue de fréquence **centennale**, cette dernière :

Aléa	Indice	Critères
Fort	T3	• Lit mineur du torrent ou du ruisseau torrentiel avec bande de sécurité de largeur variable selon la morphologie du site, l'importance du bassin versant ou/et la nature du torrent ou du ruisseau torrentiel • Zones affouillées et déstabilisées par le torrent (notamment en cas de berges parfois raides et constituées de matériaux de mauvaise qualité mécanique) • Zones de divagation fréquente des torrents dans le " lit majeur " et sur le cône de déjection • Zones atteintes par des crues passées avec transport de matériaux grossiers et/ou lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ • Zones soumises à des probabilités fortes de débâcles • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : bande de sécurité derrière les digues • Zones situées au-delà pour les digues jugées notoirement insuffisantes (du fait de leur extrême fragilité ou d'une capacité insuffisante du chenal)
Moyen	T2	• Zones atteintes par des crues passées avec une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec possibilité d'un transport de matériaux grossiers • Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de plus de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées suffisantes (en capacité de transit) mais fragiles (risque de rupture) du fait de désordres potentiels (ou constatés) liés à l'absence d'un maître d'ouvrage ou à sa carence en matière d'entretien
Faible	T1	• Zones situées à l'aval d'un point de débordement potentiel avec écoulement d'une lame d'eau boueuse de moins de 0,5 m environ et sans transport de matériaux grossiers • En cas de prise en compte des ouvrages, par exemple : zones situées au-delà de la bande de sécurité pour les digues jugées satisfaisantes pour l'écoulement d'une crue au moins égale à la crue de référence et sans risque de submersion brutale pour une crue supérieure

Remarque :

La carte des aléas est établie :

- en prenant en compte la protection active (forêt, ouvrages de génie civil), en explicitant son rôle et la nécessité de son entretien dans le rapport ;
- sauf exceptions dûment justifiées (chenalisation, plages de dépôt largement dimensionnées), en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection passive. Par contre, au vu de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, et sous réserve de la définition de modalités claires et fiables pour leur entretien, il pourra être proposé dans le rapport de présentation un reclassement des secteurs protégés (avec à l'appui, si nécessaire, un extrait de carte surchargé) afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage réglementaire ; ce dernier devra toutefois intégrer les risques résiduels (par insuffisance, voire rupture des ouvrages) ;
- de l'état d'entretien général des ouvrages, lié généralement à la présence d'une structure responsable identifiée et pérenne (par exemple : collectivité ou association syndicale en substitution des propriétaires riverains).

Localisation

Les ruisseaux ainsi que les combes des versants marneux sont susceptibles de connaître des crues accompagnées d'un fort transport solide. Les crues de ces petits cours d'eau sont déterminées par des précipitations intenses localisées, généralement de courte durée, et liées à des phénomènes orageux. Le transport solide dans les combes et les ruisseaux peut être alimenté par des érosions de berges, l'enfoncement localisé des lits, ou encore des phénomènes d'érosions superficielles dans les bassins versants, et de glissements de terrain. Des embâcles sont susceptibles de se former sur tous ces cours d'eau qui traversent des versants boisés. Les fortes pentes des berges les rendent particulièrement sensibles aux glissements superficiels pouvant entraîner des arbres, qui risquent d'être repris par les cours d'eau en crue. Au débouché des combes, les cours d'eau peuvent divaguer en déposant leur charge solide, alimentant ainsi leur cône de déjection.

Les lits mineurs des ruisseaux et les talwegs importants ont été classés en **aléa fort (T3)** de crue torrentielle sur des largeurs de 2 x 5 m (minimum), soit 10 m (minimum) au total pour prendre en compte en plus des débits, les érosions de berges.

Les cours d'eau engendrant un risque sur les enjeux du territoire communal sont détaillés ci-dessous :

Le Lez, le Ruisseau de Rouge, le Ruisseau de Laspé, le Ruisseau de Haurendech, le Ruisseau de l'Isard, le Ruisseau d'Antras.

Les ruisseaux suivants, du fait de la taille de leur bassin versant ou du risque important sur les enjeux, ont été étudiés plus précisément.

❖ Le Lez :

- Secteur du Bocard et d'Eylie :

Le secteur du Bocard d'Eylie est particulièrement vulnérable aux phénomènes de crues du Lez. Cette forte vulnérabilité est due à une configuration de sortie de gorges d'une part, et à la présence des premières zones d'expansions de crue, avec un point de débordement très net à l'amont du pont (gué). Ces débordements vont se prolonger le long de la route (construite en partie dans le lit du Lez) et au niveau des bâtiments. Outre les vitesses élevées, on note un risque de ravinement au niveau de la route (comme cela c'est produit en juin 2013) et un transport important sur toute la zone, justifiant un aléa fort de crue torrentielle T3.

On observe également un affouillement des gabions qui peuvent être aisément déstabilisés lors d'écoulements le long de la route.



Figure 12: Débordement au niveau du gué en juin 2013 (source: Agerin)

Plus à l'aval la plaine alluviale fonctionnelle du Lez s'élargit sensiblement, avec des débordements fréquents en rive droite et en rive gauche. La pente marquée et le lit assez linéaire favorisent des vitesses importantes et des zones de transport, y compris aux marges de la plaine, justifiant un aléa moyen de crue torrentielle T2 pour les zones les moins exposées.

- Secteur d'Estoéou :

Dans ce secteur la plaine alluviale du Lez encore étroite reste quasiment entièrement fonctionnelle. Le hameau est particulièrement vulnérable du fait de la présence du pont qui peut faire l'objet d'embâcle. Un point de débordement est nettement visible en rive gauche à l'amont du pont. Les écoulements se prolongent donc au niveau des bâtiments les plus proches de la berge (aléa fort T3). La majorité des écoulements se prolonge le long de la route au niveau des maisons plus à l'aval. A l'aval du pont, une habitation en rive gauche se situe dans l'axe d'une deuxième zone de débordement, justifiant un aléa fort T3. Les bâtiments en pied de versant peuvent être

touchés dans le cadre de crues exceptionnelles du Lez avec des vitesses et un transport limités aléa faible de crue torrentielle T1.

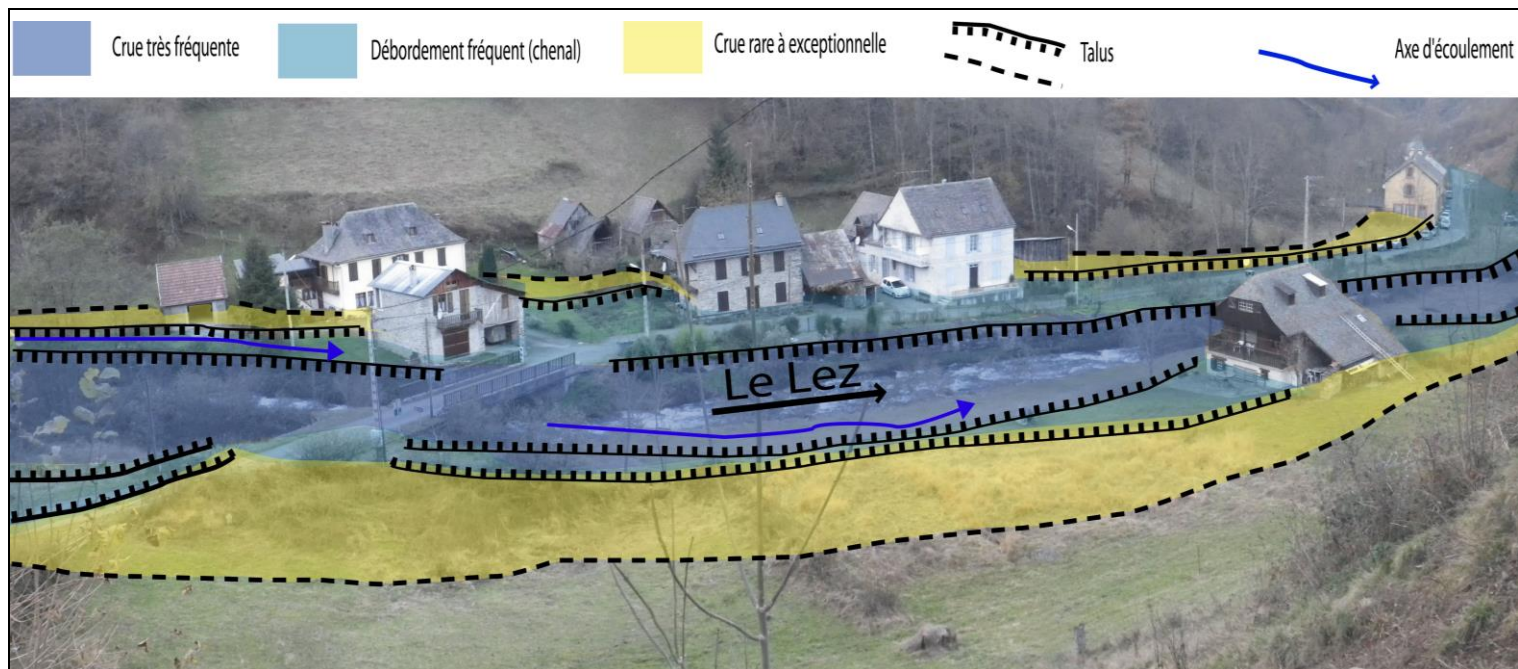


Figure 13 : Les zones inondables du Lez, vues depuis le village d'Estoéou (source: Agerin)

- Secteur de La Parade :

Le Lez présente un lit marqué par une succession de petits méandres, des rétrécissements et élargissements de la plaine alluviale incluant des zones de dépôts et reprise de matériaux ; le Lez pouvant également être gonflé par le Ruisseau de Haurendech actif.

La route, toujours en berge peut être très impactée par le cours d'eau, avec de nombreux affouillements. Au niveau de l'intrados des méandres, on observe des zones de débordement bien délimitées et des chenaux de crue marqués, clairement visibles sur les photographies aériennes et in situ. Le hameau de La Parade bénéficie d'une situation peu exposée du fait de son empiètement sur le versant et par la présence d'un chenal de crue en rive droite. Une partie des habitations est tout de même concernée par des événements exceptionnels (aléa faible de crue torrentielle T1).

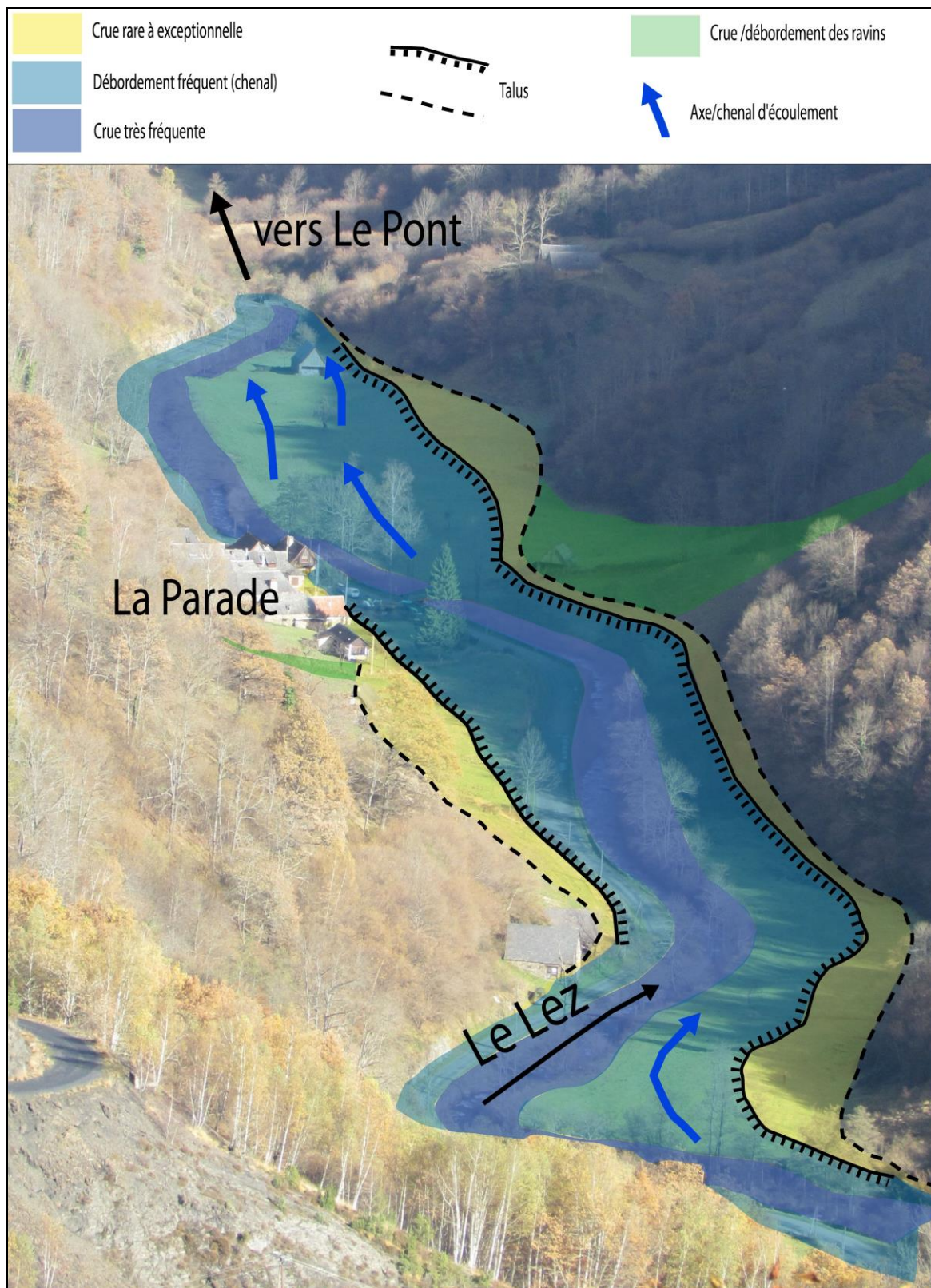


Figure 14: Vue sur les zones inondables du Lez au niveau de La Paradé depuis le col des Périsses (source: Agerin)

- Secteur du Pont :

Le hameau du Pont se situe en rive gauche du Lez à la confluence avec le Ruisseau de l'Isard. Les débordements se font ici préférentiellement en rive droite au niveau d'une zone d'expansion. A noter en pied de versant, la présence d'une dépression

qui correspond vraisemblablement à un ancien lit du Lez. Cet ancien lit pourra être utilisé comme chenal de crue préférentiel dans certain secteurs plus à l'aval.

La partie la plus basse du hameau est concernée par un aléa moyen de crue torrentielle T2, du fait de débordement secondaire du Lez au niveau de la route, et d'une zone de débordement préférentielle en rive gauche du Ruisseau de l'Isard. La majeure partie du hameau, surélevée, est concernée par l'extension de ces débordements (aléa faible T1).

- Secteur de la d'Illou de L'Artigou :

Au niveau du lieu-dit « Illo de l'Artgou », à la sortie d'une succession de petits méandres, on observe une zone de débordement préférentiel en rive droite avec un chenal de crue très clairement visible sur les photos aériennes et sur le terrain. Il pourrait s'agir d'un ancien lit du Lez, comme cela est visible plus à l'aval en pied de versant à la différence que celui-ci est resté fonctionnel en cas de crue moyenne. De fortes vitesses sont donc à attendre à ce niveau, ainsi qu'un transport solide notable. La dépression créée par le chenal est par ailleurs alimentée par deux torrents de versant, actifs en cas de fortes précipitations.

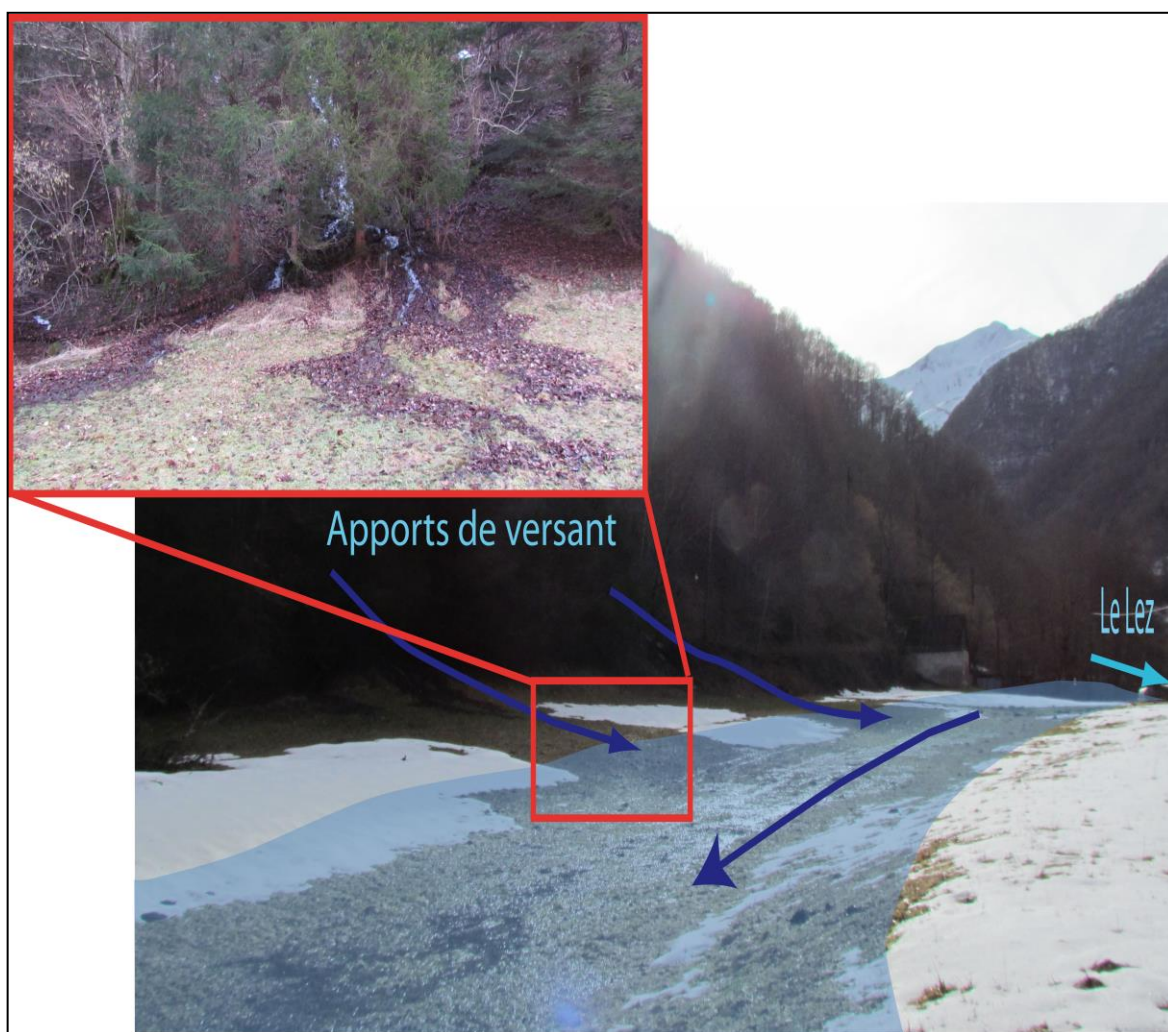


Figure 15: Le chenal de crue (en bleu) vue depuis l'aval (source: Agerin)

- Secteur de Sentein (camping) :

L'amont de Sentein est marqué par un élargissement notable de la plaine inondable du Lez, des débordements préférentiellement en rive droite et des écoulements le long de la route pouvant s'étendre à proximité du pied de versant (terrasses anciennes).

A l'entrée de Sentein, la prise d'eau qui a servi à ramener les troncs à la scierie, n'est pas contrôlée et est alimentée plus bas par le Ruisseau d'Antras. Ce « Ruisseau » longe ensuite le pied de versant juste en-dessous de la route sur toute la plaine de Las Illos. Ce cours d'eau en marge de la plaine et le lit du Lez à l'opposé présente une configuration particulièrement défavorable en cas de crue. En effet la plaine de Las Illos est donc concernée par les débordements des deux cours d'eau, justifiant un aléa moyen de crue torrentielle T2. L'enjeu principal est le camping de Sentein, particulièrement vulnérable puisque situé au centre de la plaine. La partie aval du camping est de plus située dans l'axe d'un chenal de crue (aléa fort T3).

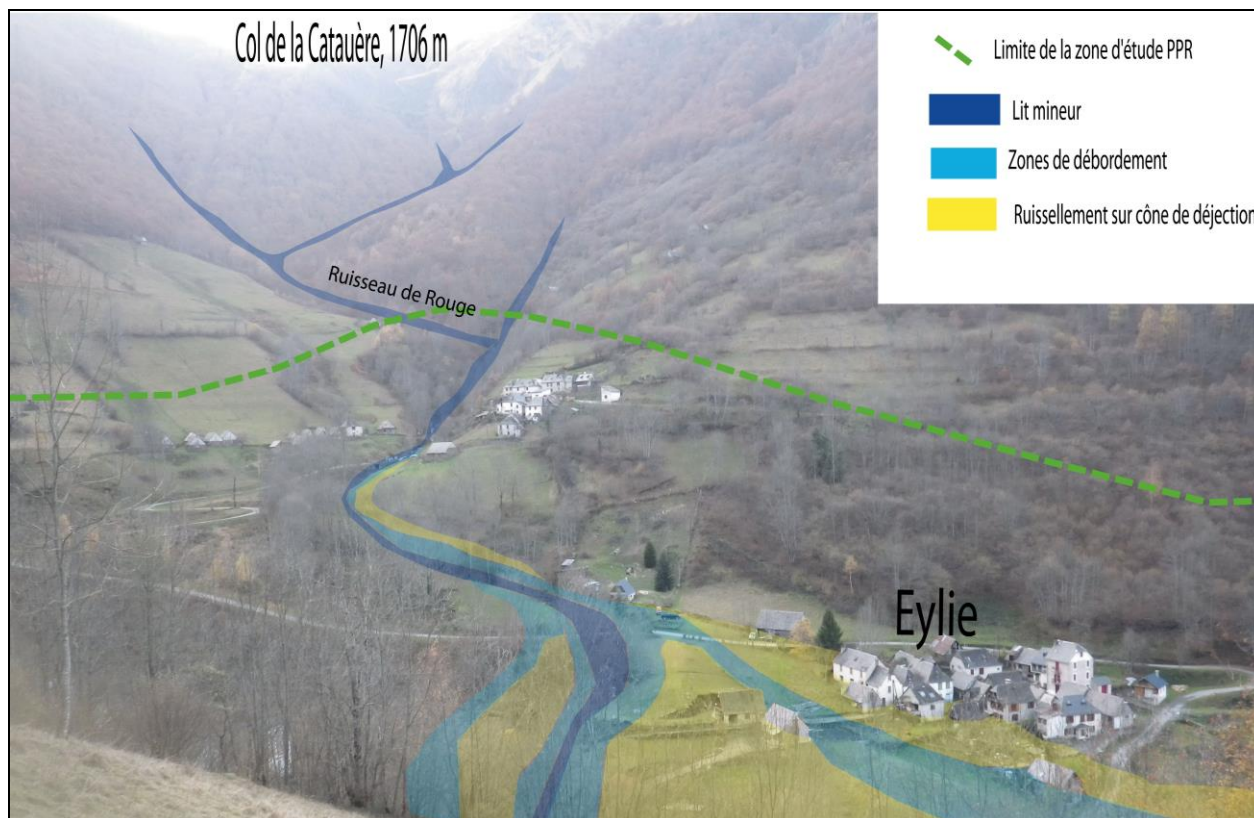
Le village de Sentein est moins exposé par les crues du Lez grâce à une position plus élevée, les débordements rejoignant le canal et ruisseau d'Antras.

❖ Le Ruisseau de Rouge (Bentaillou):

Dans la partie amont de son bassin versant, le ruisseau de Rouge traverse de raides terrains de calcaire de shales, puis de formations schisteuses tendres. Une incision importante dans le versant explique des zones de débordement réduites dans les sections raides et un transport solide considérable, ainsi que la présence d'un cône de déjection important en pied de versant ; cône en partie fonctionnel sur lequel est bâti le village d'Eylie-d'en-Bas.

Une première zone de débordement en rive gauche est visible au niveau du pont menant aux gîtes d'Eylie. Le verrou effectué par le ruisseau vers le Nord, certainement dû à une anomalie géologique (faille ou présence d'une formation géologique plus massive) très marqué, induit un retour des débordements dans le lit encaissé.

Au niveau du cône de déjection, un chenal de crue très net (aléa fort de crue torrentielle T3) en rive gauche (point de débordement au pont) traverse la partie sud du village d'Eylie-d'en-Bas. Ce chenal fonctionnel correspond à priori à l'ancien lit du Ruisseau de Rouge, détourné avant les années 1900. Un bras de débordement secondaire en rive droite peut être utilisé en cas de crue importante.



**Figure 16: Vue sur le cône de déjection du ruisseau de Rouge depuis la route de Laspé
(source: Agerin)**

❖ Le Ruisseau de Laspé :

Le ruisseau de Laspé incise les formations tendres de versant depuis le Tuc de la Coume de Lauze et est rejoint par le ruisseau de Mont Ner au niveau du village de Laspé. L'incision du lit est telle que les débordements restent très limités jusqu'au pied de versant, au niveau du remblai de la mine, limitant la zone d'aléa fort T3 au lit mineur élargi.

❖ Les Ruisseaux de Haurendech, du Mourtis, de Rabe et de Frise :

Le Ruisseau de Haurendech est rejoint par le Ruisseau de l'Alléo à l'amont de la route menant au col de Roux. A ce niveau des débordements peuvent survenir le long de la route et se prolonger jusqu'à un point bas.

Le ruisseau du Mourtis passe à proximité du village du Mourtis. Celui bénéficie d'une situation de protection en hauteur par rapport à d'éventuels débordements, ceux-ci demeurant limités vu l'encaissement du lit et le bassin versant réduit.

Les Ruisseaux de Rabe et de Frise confluent avec le Ruisseau du Mourtis puis avec le Ruisseau de Haurendech à l'aval du village. La zone d'aléa concerne un lit mineur élargi, en aléa fort de crue torrentielle T3. Avant la confluence, on note la présence d'un petit cône de déjection en aléa moyen T2.

❖ Le Ruisseau de l'Isard :

Avec un profil en long assez raide, un transport de matériaux important et une zone inondable réduite, les crues du Ruisseau de l'Isard peuvent être particulièrement intenses expliquant un aléa fort sur quasiment tout le fond de l'étroite vallée jusqu'à la confluence avec le Lez. Les enjeux concernés restent malgré tout assez réduits, la majorité des groupes de granges se situant dans le versant.

- Secteur de Frechendeck :

Le Ruisseau de l'Isard sort ici d'une section encaissée avec des débordements limités. Un point de débordement se situe en rive gauche à l'amont du hameau de Frechendeck, exposant ainsi le parking (inondé en 1977) à une submersion rapide accompagnée de transport solide et de matériaux issu des pieds d'avalanches et des parties densément boisées (aléa fort de crue torrentielle T3).

- Secteur de Las Treytos (aire de pique-nique) :

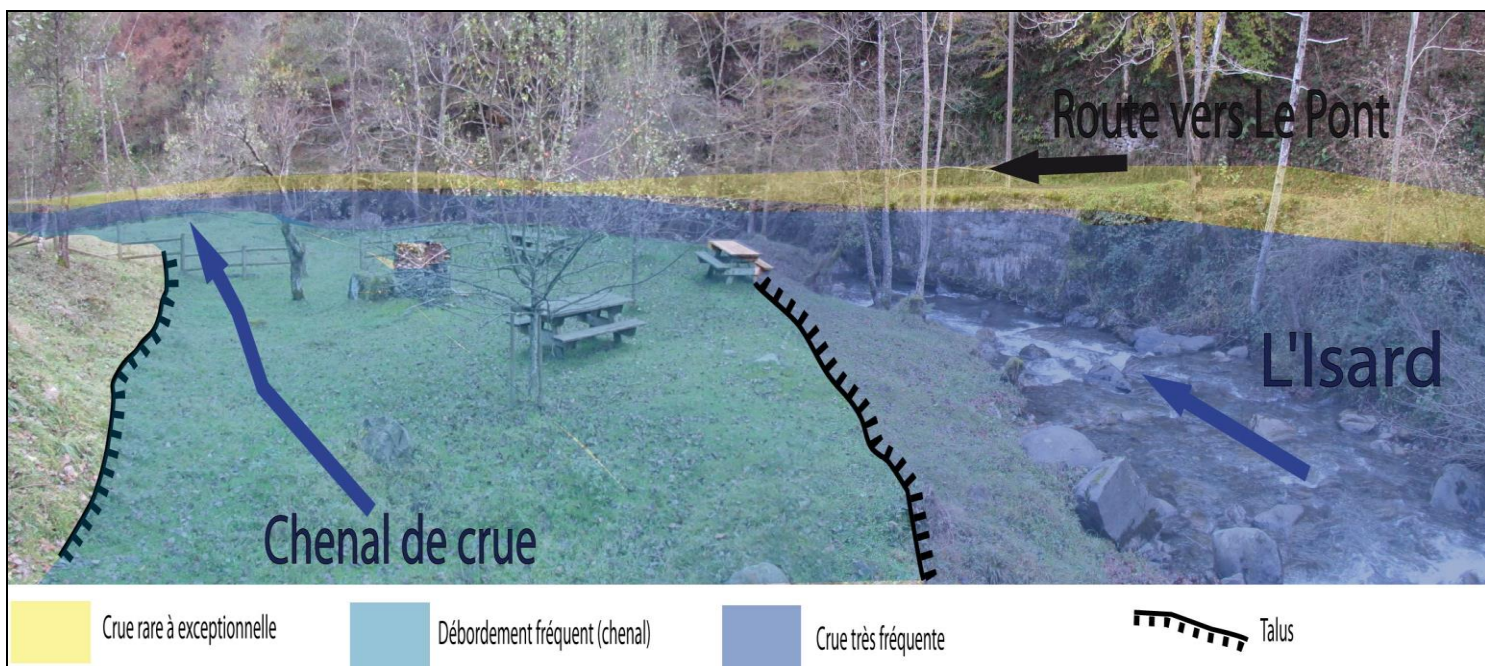


Figure 17: Zones de débordement du ruisseau de l'Isard au niveau de l'aire de pique-nique, à l'aval du pont (source: Agerin)

L'aire de pique-nique est particulièrement exposée puisqu'elle est située au niveau d'un chenal de crue bien marqué à l'aval immédiat du pont.

- Secteur du hameau du Pont :

Au niveau de la confluence avec le Lez, on note un élargissement des zones de débordement, notamment en rive gauche jusqu'aux premiers bâtiments (aléa moyen de crue torrentielle T2).

Le lit du Ruisseau a par ailleurs été divisé en 1906 juste avant la confluence.

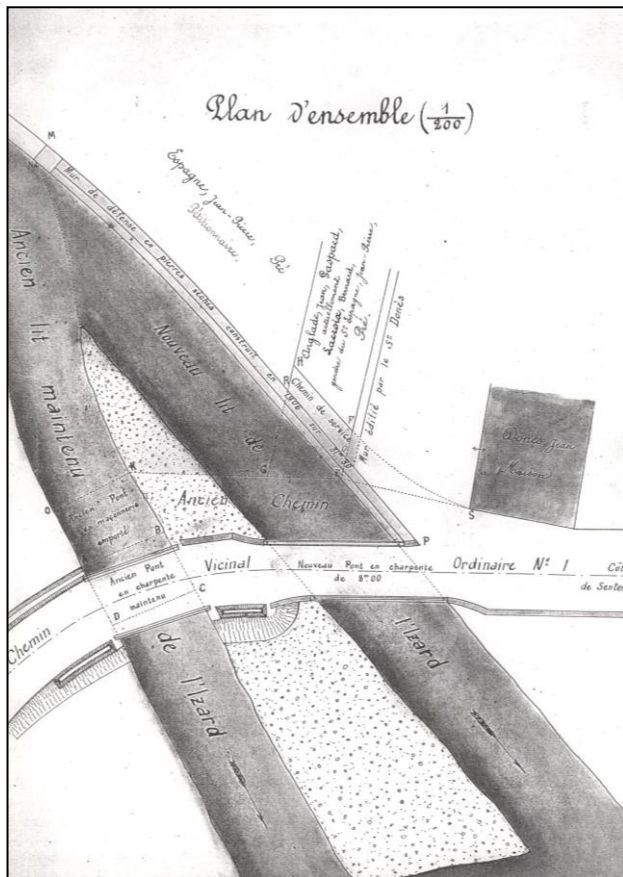


Figure 18: Extrait du plan des travaux au niveau de la confluence (source: RTM)

❖ Le Ruisseau d'Antras :

Le Ruisseau d'Antras traverse le centre du village de Sentein pour rejoindre le canal à l'aval de la RD4. Le lit peu profond et la présence de nombreux ouvrages de franchissement rendent les habitations en bordure de berge assez vulnérables vis-à-vis des crues. Les débordements issus des crues fréquentes à moyennes du Ruisseau d'Antras vont en général se localiser au niveau des routes et rues. Les bâtiments à proximité sont en général concernés par un aléa moyen de crue torrentielle T2.

Le point de débordement majeur se situe au niveau d'une passerelle à l'amont de la place de l'Eglise, ces débordements vont ensuite se prolonger sur la place en pente pour rejoindre la RD4 (aléa moyen T2). Le reste de la place de l'église est concerné par un aléa faible de crue torrentielle T1 lié à l'étalement des débordements.

L'aléa glissement de terrain

Caractérisation

L'aléa glissement de terrain a été hiérarchisé par différents critères, notamment :

- La nature géologique des terrains concernés ainsi que les particularités structurales et stratigraphiques qui l'affectent. La perméabilité d'un matériau, son état d'altération, sont des facteurs qui conditionnent également le déclenchement de glissements de terrain et sont donc pris en compte.
- La pente plus ou moins forte du terrain.
- La présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachement, bourrelets, ondulations, fluages) ;
- La présence de circulations d'eau permanentes ou temporaires, plus ou moins importantes qui contribuent à l'instabilité des masses.

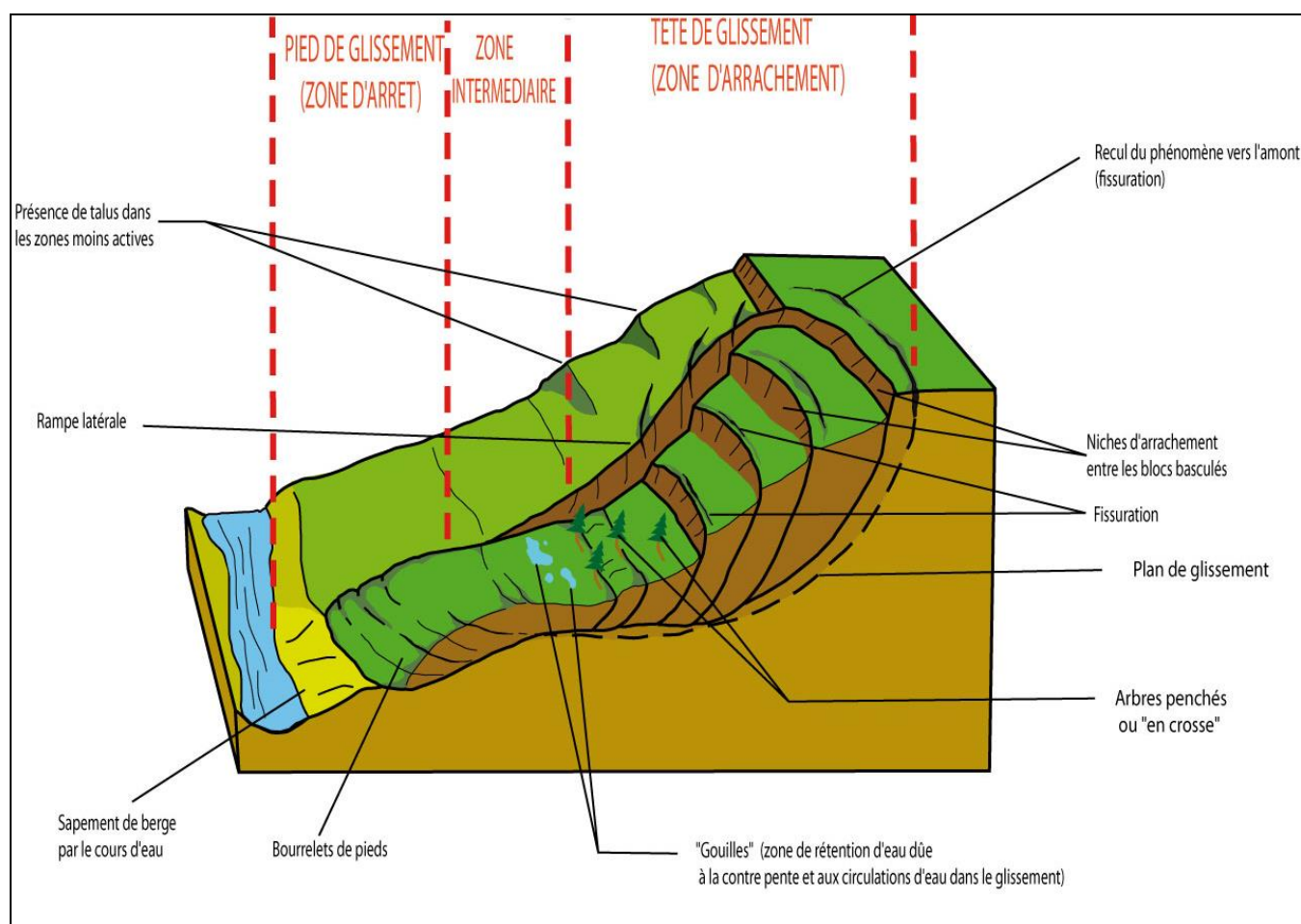


Figure 19: Description schématique d'un glissement de terrain (source: Agerin)

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé, sont pourtant définies comme étant soumises à un aléa faible - voire moyen - de mouvements de terrain. L'explication réside dans le fait que le zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une **modification des conditions actuelles** pourrait induire l'**apparition** de nombreux **phénomènes**. Ce type de terrain est ainsi qualifié de « sensible » ou « prédisposé ».

Le facteur déclenchant peut être :

- d'origine **naturelle** : c'est l'exemple des fortes pluies, jusqu'au phénomène centennal. Ce type d'évènement a pour conséquence une augmentation importante des pressions interstitielles qui deviennent alors insupportables pour le terrain. Les séismes ou l'affouillement de berges par un ruisseau sont aussi des facteurs déclenchant.
- d'origine **anthropique** suite à des travaux de terrassement par exemple, une surcharge en tête d'un talus ou sur un versant déjà instable, ou une décharge en pied de versant supprimant ainsi une butée stabilisatrice. Une mauvaise gestion des eaux peut également être à l'origine d'un déclenchement de glissement.

La classification est la suivante :

Aléa	Indice	Critères	Exemples de formations géologiques sensibles
Fort	G3	- Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communication - Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) - Zone d'épandage des coulées boueuses (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m) - Glissements anciens ayant entraîné de très fortes perturbations du terrain - Berges des torrents encaissées qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrains lors de crues	- Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée $\geq$ à 4 mètres. - Moraine argileuse. - Argiles glacio-lacustres. - Molasses argileuses - Schistes très altérés. - Zone de contact couverture argileuse / rocher fissuré.
Moyen	G2	- Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (de l'ordre de 20 à 70 %) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés) - Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage) - Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif - Glissement actif mais lent de grande ampleur dans des pentes faibles (< 20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux du terrain instable) sans indice important en surface	- Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée < à 4 m. - Moraine argileuse peu épaisse. - Molasses sablo-argileuses. - Eboulis argileux anciens. - Argiles glacio-lacustres.
Faible	G1	Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassement, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site	- Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes - Moraine argileuse peu épaisse - Molasse sablo-argileuse

Remarque :

La carte des aléas est établie, sauf exceptions dûment justifiées, en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection.

La profondeur des glissements peut varier de quelques décimètres à plusieurs mètres. Elle est induite par différents facteurs tels que l'épaisseur de terrain meuble en surface, l'importance des lentilles argileuses, les circulations d'eau souterraines, la présence de discontinuité et de ruptures préexistantes...

L'eau est le principal moteur des glissements de terrain et sa présence diminue la stabilité des terrains en réduisant leurs qualités mécaniques, en créant des pressions interstitielles, en lubrifiant les interfaces entre les diverses formations, etc. Les terrains ainsi fragilisés se mettent en mouvement sous l'effet de la gravité (pente).

Les observations réalisées pour l'élaboration de cette étude se limitent à des reconnaissances externes. De telles investigations ne permettent pas de déterminer de manière certaine la profondeur des glissements, ni la présence de terrains sensibles en profondeur lorsque aucun glissement déclaré n'affecte la zone. Les indices recherchés sont essentiellement des détails topographiques (arrachements, bourrelets, moutonnements) mais aussi des désordres provoqués par les glissements (routes déformées, constructions fissurées, etc.).

Localisation

De par ses caractéristiques géologiques et géomorphologiques, la commune de Sentein est largement touchée par le phénomène de glissement de terrain.

En effet, on trouve en majeure partie des formations de type schiste sur la zone d'étude, au sein desquels on a une forte circulation d'eau, souvent dans des pentes marquées.

D'une manière générale les ruisseaux et ravines incisent fortement les versants. Cette incision très marquée déstabilise fortement les terrains à proximité avec la création de glissements de berges. Ces secteurs sont en général concernés par un aléa fort de glissement de terrain G3.

- Secteur d'Eylie :

Le hameau d'Eylie-d'en-Bas, situé sur le cône de déjection du Ruisseau de Rouge bénéficie de pentes modérées où quelques traces (talus principalement) de fluage sont visibles. Le hameau d'Eylie-d'en-Haut est divisé en deux parties distinctes : une zone de moindre pente, avec peu de traces de mouvements ; et une partie amont plus raide au-dessus de laquelle on observe des talus importants et de nombreux désordres sur les murets et la végétation, noté en aléa moyen de glissement de terrain G2.

- Secteur de Laspe/Riussec/Estoéou :

Le secteur de Riussec assez propice aux glissements de terrain, est majoritairement concerné par un aléa de glissement de terrain moyen G2. En effet le versant présente une forte pente et des matériaux sensibles à ce phénomène : des schistes très altérés (pouvant être recouvert de formation de versant plus ou moins épaisse selon les zones) dans lesquels on observe de nombreuses circulations d'eau.

Ces circulations sont bien visibles au niveau des talus routiers pendant de fortes pluies et/ou de fonte de neige. Le versant présente un modelé indiquant clairement des mouvements de sol (nombreux talus), ainsi que de nombreux indices d'activité : fissuration et affaissement de la route en plusieurs endroits, bombement et effondrement des murs de soutènement, arbres en crosses, ainsi que quelques fissures sur le bâti existant. Les talus et soutènements sont particulièrement sensibles aux phénomènes intenses, brefs et localisés pendant de fortes précipitations (pénétration de l'eau dans les fissures).

On trouve un aléa faible G1 dans certaine zone de replat en pied de versant, au-dessus des grandes ruptures de pentes et au niveau du replat sur lequel se situe le hameau de Laspe. Les zones à proximité des torrents entaillant le versant, très instables, sont concernées par un aléa fort de glissement de terrain G3.

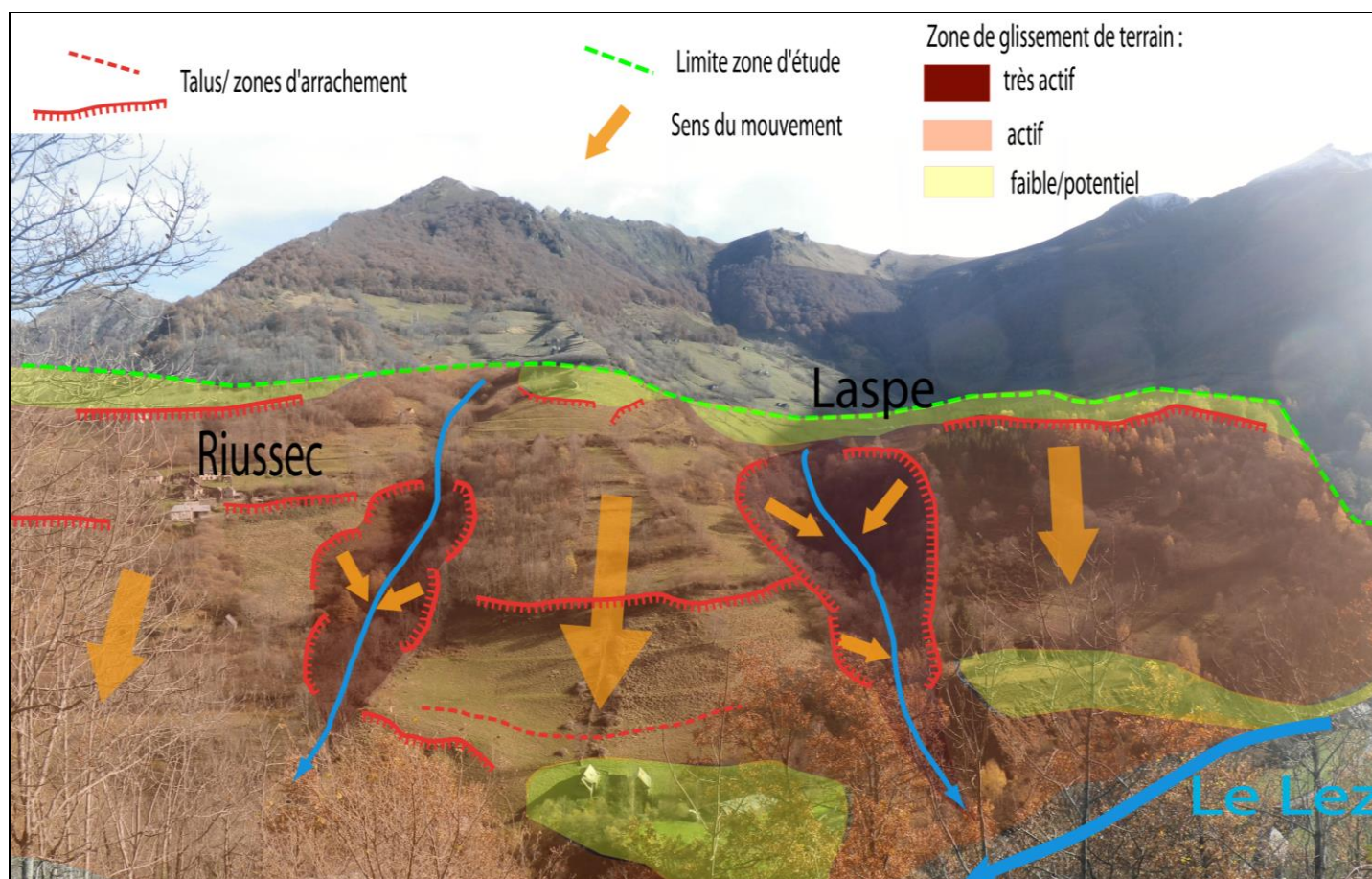


Figure 20: Versant de Laspé/Riussec depuis Eylie d'en Bas (source: Agerin)

Cette sensibilité au phénomène de glissement de terrain est d'ailleurs attestée par l'écroulement d'un mur dans le village de Riussec, ainsi que l'effondrement d'une partie de la route avant Estoéou lors des intempéries d'octobre 1992.



Figure 21: Mur effondré en arrière plan au hameau de Riussec en octobre 1995. On voit également un bombement du mur au premier plan (source: Archives Communales, Agerin).

Les villages de Morère Rouge et d'Estoéou se situent dans des zones de pente modérée, où quelques signes de fluage lent sont visibles sur le terrain (aléa glissement de terrain faible G1). Les secteurs à proximité du torrent de Trémoulet, à l'aval des deux villages, sont concernés par un aléa fort, du fait de l'incision marquée du cours d'eau dans le versant.

- Secteur des versants Mourtis/Jos :

Les secteurs entrecoupés par la piste menant au Mourtis et à Jos présentent des schistes assez massifs produisant beaucoup de blocs. Sur ces versants, le risque d'apparition du phénomène est assez faible et ne concerne que de faibles profondeurs, malgré une pente marquée justifiant un aléa faible de glissement de terrain G1. Le phénomène est plus présent à l'amont avec des pentes importantes, des zones fortement incisées par les torrents et des zones plus altérées. Les hameaux du Mourtis, Souel et Jos, dans des secteurs relativement moins raides sont concernés par un fluage présent mais de vitesse modérée (aléa faible G1).

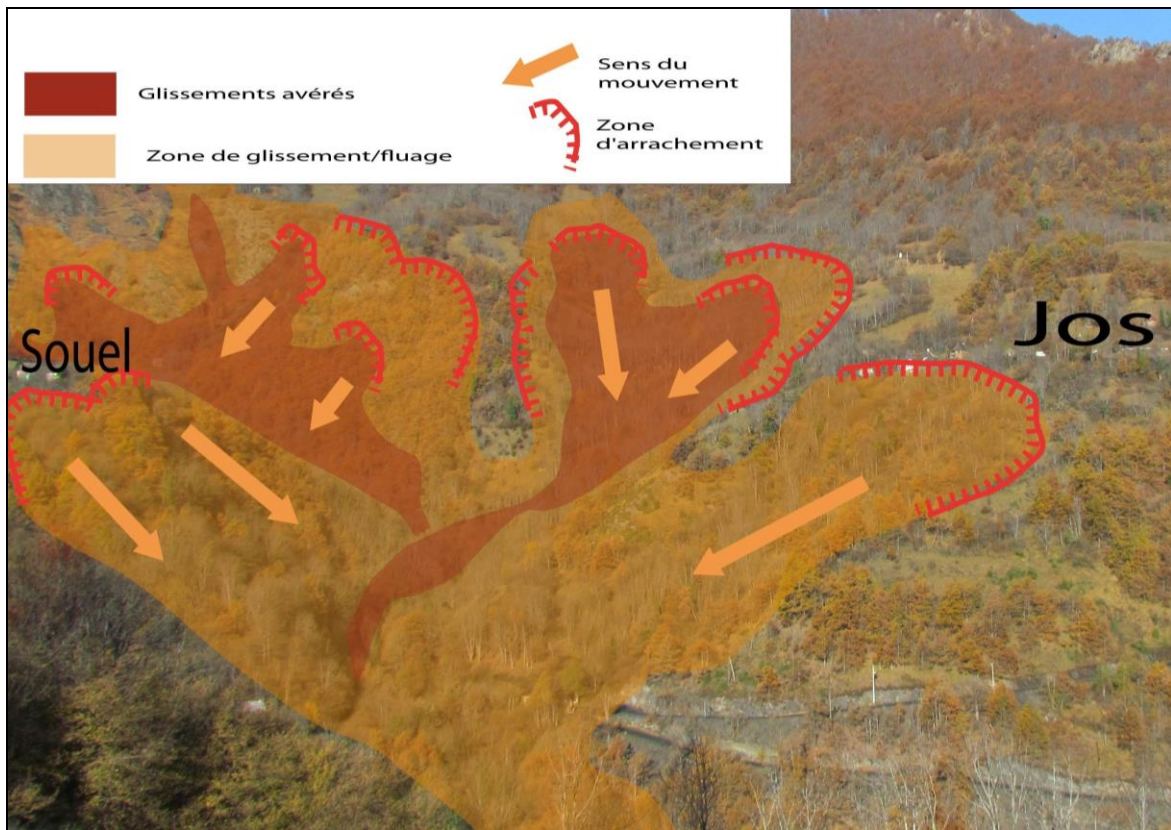


Figure 22: Vue sur les hameaux de Jos et de Souel (source : Agerin)

- Secteur des versants Les Estiroles/Les Artigues :

Ces versants présentent des configurations géologiques et morphologiques comparables aux zones précédentes : fortes pentes, formations schisteuse largement altérées.

Au niveau du lieu-dit « Les Estiroles », et de l'amont d'Illou de l'Artigou, un rétrécissement de la plaine alluviale du Lez produit un fort impact sur le versant par l'affouillement des pieds de berge. De nombreux signes d'activités sont visibles in situ (arbres en crosse, talus) justifiant un aléa moyen de glissement de terrain G2, avec localement de petites niches d'arrachement et la déstabilisation d'arbres en bordure du Lez, au niveau du chemin.



Figure 23: Arbre déraciné et arbres en crosse le long du chemin menant à Illo de l'Artigou, en bordure rive droite du Lez (source : Agerin)

- Secteur de la vallée de l'Isard :

La vallée incisée par l'Isard présente des conditions analogues aux secteurs détaillés précédemment, au sein d'une vallée extrêmement étroite et des pentes plus marquées, présente un panel des possibilités en matière de glissements de terrain sur la zone d'étude et visible à proximité de la route.

On trouve à l'amont du hameau de Freshendech une zone de glissements assez active notée en aléa fort G3. On observe en effet plusieurs niches d'arrachements actives au sein desquelles plusieurs sorties d'eau apparaissent. Ces mouvements sont accompagnés de nombreux désordres sur la végétation (arbres en crosse en particulier). Une zone de moindre pente à l'amont limite la progradation du phénomène.

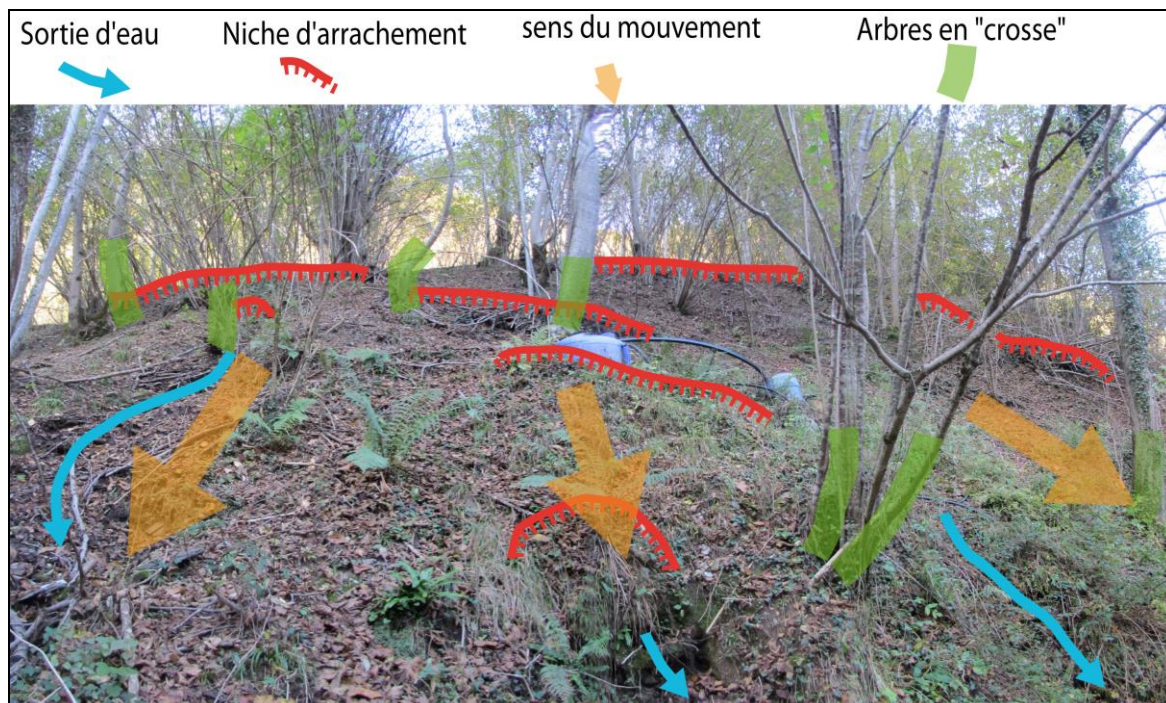


Figure 24: Amont du hameau de Frechendeck (source : Agerin)

Le versant en rive droite de l'Isard (Prat Caze) présente une pente assez marquée, régulière et présente plusieurs traces de fluage (talus peu à moyennement marqués). On observe plusieurs glissements de terrains avérés localisés en pied. Ces glissements de petite taille qui présentent des niches d'arrachement et rampes latérales bien délimitées, mobilisent un volume non négligeable de matériau et peuvent apparaître de manière ponctuelle et s'étendre vers l'amont (phénomène progradant).

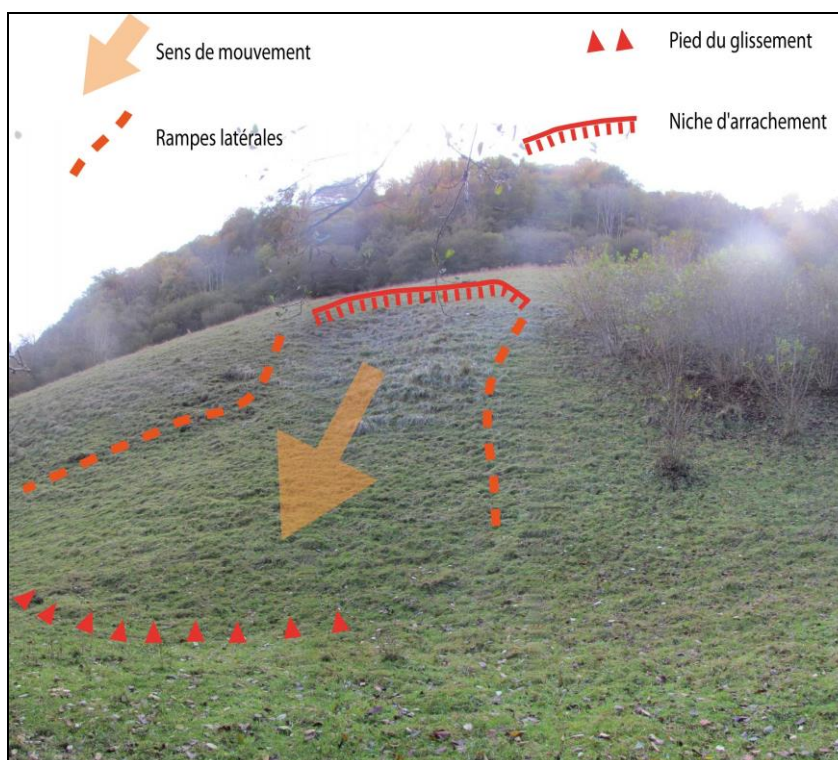


Figure 25: Glissement dans le versant de Prat Caze en face de Frechendeck (source : Agerin)

On peut observer le long de la route des affleurements schisteux drapés par des niveaux d'altérations plus ou moins épais, et dans lesquels de nombreux écoulements sont visibles. Il est relativement fréquent d'observer de petits glissements, voire des coulées de boues au sein des niveaux d'altérations, induits par une augmentation de l'eau (par circulation interne ou ruissellement de surface). Ces mouvements peuvent avoir une ampleur plus importante et/ou évoluer en véritable glissement de terrain en mobilisant des matériaux sur de plus grandes profondeurs.



Figure 26: Glissement dans les niveaux d'altération des schistes en bordure de route dans la vallée de l'Isard. On peut voir l'écoulement d'eau au sein des schistes (source : Agerin)

- Secteur à l'amont du village de Sentein :

Ce versant présente une relative stabilité, essentiellement due à de faibles pentes et peu d'écoulements et sorties d'eau au sein des formations géologiques. On observe quelques signes d'instabilité aux abords des ruisseaux.

L'aléa chute de pierres et de blocs

Caractérisation

Les critères de classification des aléas, **en l'absence d'étude spécifique** (trajectographie par exemple), sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Fort	P3	• Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux) • Zones d'impact • Bande de terrain en pied de falaises, de versants rocheux et d'éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres) • Auréole de sécurité à l'amont des zones de départ
Moyen	P2	• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ) • Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20 m) • Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort • Pentes raides dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70 % • Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70 %
Faible	P1	• Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires présentant une énergie très faible) • Pentes moyennes boisées parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques)

Remarque :

La carte des aléas est établie :

- en prenant en compte généralement le rôle joué par la forêt, en l'explicitant dans le rapport et en précisant l'éventuelle nécessité de son entretien ;
- sauf exceptions dûment justifiées, en ne tenant pas compte de la présence d'éventuels dispositifs de protection. Par contre, au vu de l'efficacité réelle actuelle de ces derniers, de leur durabilité intrinsèque (assez bonne pour les digues et trop faible pour les filets), et sous réserve de la définition de modalités claires et fiables pour leur entretien, il pourra être proposé dans le rapport de présentation un reclassement des secteurs protégés afin de permettre la prise en considération du rôle des protections au niveau du zonage réglementaire ; ce dernier devra toutefois intégrer les risques résiduels (par insuffisance, voire rupture des ouvrages).

Localisation

Plusieurs secteurs sur la zone d'étude sont concernés par ce phénomène, de part ses caractéristiques géologiques. En effet, on observe la présence de grands affleurements de calcaires et calcschistes, souvent assez fracturés et dominant de fortes pentes.

- Secteur de Peyre Rouge:

Depuis le Tuc de la Roucasse, la crête dominant Peyre Rouge et le bois de Rouge laisse apparaître les calcaires du Dévonien (Mégailithe) sous forme d'un affleurement assez massif. Ces calcaires à entroques sont assez fracturés et peuvent produire des blocs de taille décimétrique à métrique. Aucun enjeu n'est touché par le phénomène, le hameau d'Eylie étant en marge du versant.

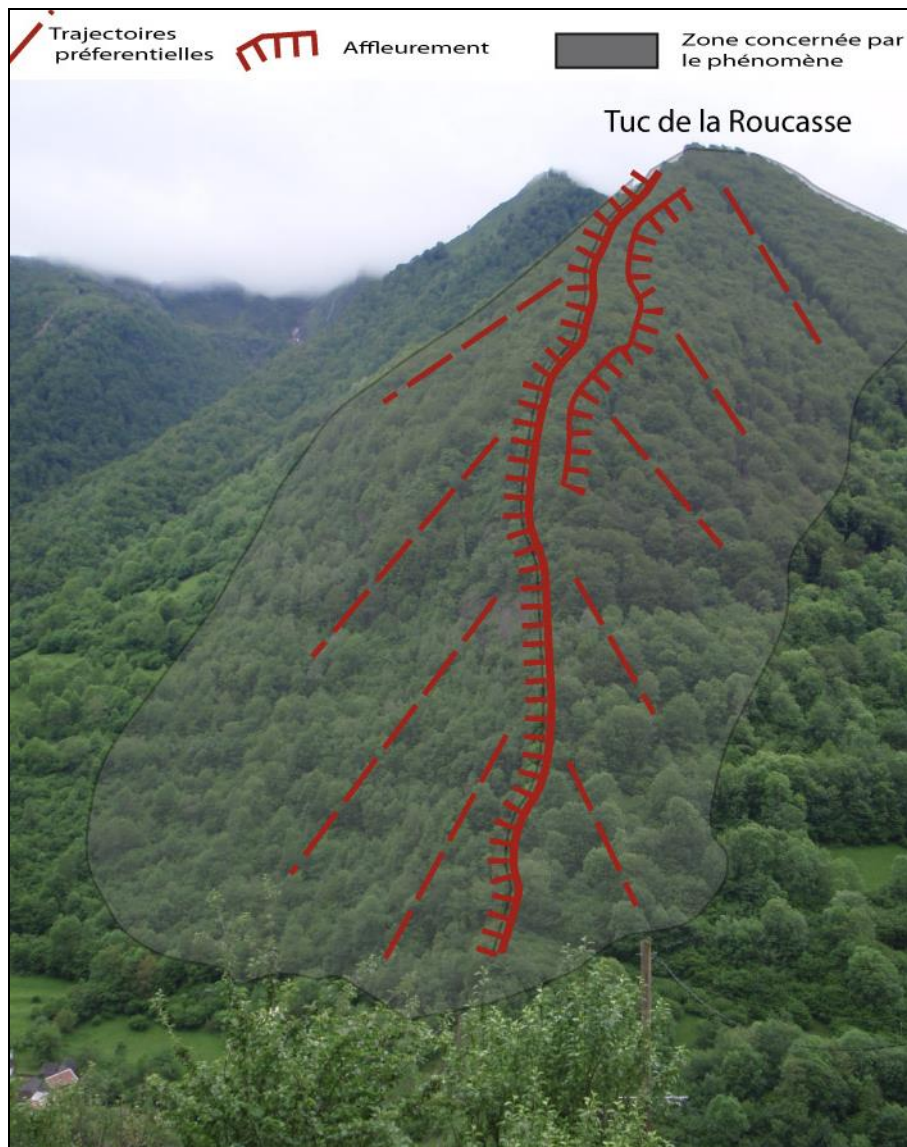


Figure 27: Affleurements à l'amont du bois de Rouge (source: Agerin)

- Secteur de Riussec/Laspé :

Le versant de Riussec n'est pas concerné par le phénomène de chutes de blocs, les formations de schiste n'apparaissant que sur de faibles épaisseurs au niveau de quelques talus routiers.

Environ 150 m avant le hameau de Laspé, les calcschistes et calcaires du Dévonien affleurent à l'amont de la route. Cette formation, largement fracturée et sensible aux cycles gel-dégel (cryoclastie), domine le versant de Laspé/Lartain et apparaît sous forme de plusieurs affleurements surplombant une pente raide et régulière (peu de rupture de pente pouvant stopper des blocs). Cette sensibilité au phénomène a été confirmée par le témoignage d'un habitant, celui-ci attestant avoir vu à plusieurs reprises des blocs atteindre les maisons du hameau de Laspé. Ce secteur est donc concerné par un aléa moyen de chute de blocs P2 jusqu'au replat en pied de versant.



Figure 28: Affleurements surplombant Laspé (source: Agerin)

- Secteur de La Coste (forêt de la Côte) :

Ce versant laisse apparaître plusieurs escarpements de schistes et de calcaire (vallée de l'Isard). On trouve également de nombreux blocs issus de ces formations. Des instabilités ont également été accentuées par la création de la piste forestière de La Coste, avec la mise à nu d'affleurement et la déstabilisation de blocs dans le versant. Le phénomène se prolonge en pied de versant dans la vallée de l'Isard.

- Secteur des granges de la Peyre :

A la limite de la zone d'étude ouest dans la vallée de l'Isard, le versant est surplombé par d'importants affleurements calcaires et calcschistes. On trouve au niveau du sentier des zones d'éboulis (éboulis récents et éboulis plus anciens), des blocs de grosse taille (au-delà du mètre cube), ainsi que de nombreuses traces d'impact sur le boisement, attestant d'une activité marquée.



Figure 29: Bloc stoppé au niveau d'arbres à proximité du sentier de randonnée (source: Agerin)

- Autres secteurs :

Le pied de versant surplombant la plaine alluviale en rive droite au niveau de hameau du Pont est également concerné, par la présence d'affleurements calcaires à l'amont et par la remobilisation des blocs plus bas dans le versant. Cette activité a été confirmée par un habitant.

L'aléa ruissellement et ravinement

Caractérisation :

Des pluies abondantes et soudaines apportées par un orage localisé (type « sac d'eau ») ou des pluies durables ou encore un redoux brutal de type foehn provoquant la fonte rapide du manteau neigeux peuvent générer l'écoulement de lames d'eau le long des versants. Ces écoulements peuvent être plus ou moins boueux, mais peu chargés en matériaux grossiers, selon la nature des sols parcourus et la présence ou non de végétation.

Le ravinement résulte de l'ablation de particules de sol par l'eau de ruissellement ; ce dernier phénomène se rencontre plutôt sur des versants peu végétalisés lorsque l'eau emprunte des cheminements préférentiels et dans les combes qui concentrent les écoulements.

Le tableau ci-dessous présente les critères de caractérisation de l'aléa ravinement et ruissellement sur versant.

Aléa de référence : plus fort phénomène connu, ou si celui-ci est plus faible que le phénomène correspondant à la pluie journalière de fréquence " centennale ", ce dernier.

Aléa	Indice	Critères
Fort	V3	• Versant en proie à l'érosion généralisée (badlands). • Exemples : • présence de ravines dans un versant déboisé • griffe d'érosion avec absence de végétation • effritement d'une roche schisteuse dans une pente faible • affleurement sableux ou marneux formant des combes • Axes de concentration des eaux de ruissellement, hors torrent
Moyen	V2	• Zone d'érosion localisée. • Exemples : • griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée • écoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire • Débouchés des combes en V3 (continuité jusqu'à un exutoire)
Faible	V1	• Versant à formation potentielle de ravine • Ecoulement d'eau plus ou moins boueuse sans transport de matériaux grossiers sur les versants et particulièrement en pied de versant.

Localisation :

Le phénomène de ravinement est relativement peu présent sur la commune de Sentein, étant donné les matériaux en présence et la végétation extrêmement dense :

- une zone de ravinement avec griffes marqués à l'amont de la piste du Bocard (après le gué) concernée par un aléa fort V3 et moyen V2.
- une zone de ravinement moyen à l'amont des gîtes d'Eylie.

La zone d'étude est également concernée par un aléa de ruissellement faible (ruissellement diffus).

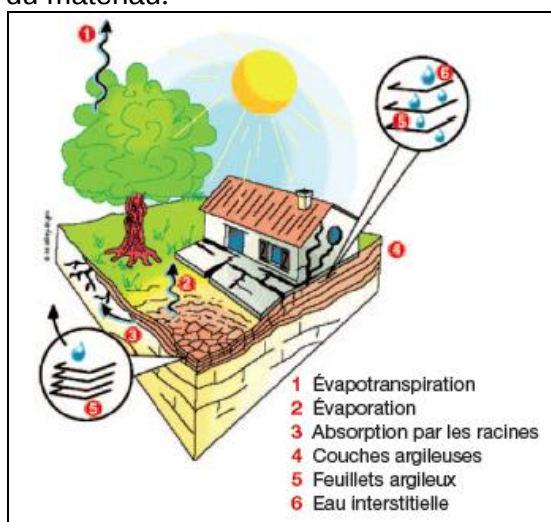
L'aléa retrait gonflement des sols argileux RGSA

Cet aléa a fait l'objet d'une étude spécifique réalisée par le BRGM qui a abouti à une cartographie pour le département de l'Ariège (cf. cartes des aléas au 1/10000^{ème}), servant de base pour le PPR.

Nature du phénomène (source : www.argiles.fr, brgm) :

Chacun sait qu'un matériau argileux voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau : dur et cassant lorsqu'il est desséché, il devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité. On sait moins en revanche que ces modifications de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut être parfois spectaculaire. En climat tempéré, les argiles sont souvent proches de leur état de saturation, si bien que leur potentiel de gonflement est relativement limité. En revanche, elles sont souvent éloignées de leur limite de retrait, ce qui explique que les mouvements les plus importants sont observés en période sèche. La tranche la plus superficielle de sol, sur 1 à 2 m de profondeur, est alors soumise à l'évaporation. Il en résulte un retrait des argiles, qui se manifeste verticalement par un tassement et horizontalement par l'ouverture de fissures, classiquement observées dans les fonds de mares qui s'assèchent. L'amplitude de ce tassement est d'autant plus importante que la couche de sol argileux concernée est épaisse et qu'elle est riche en minéraux gonflants. Par ailleurs, la présence de drains et surtout d'arbres (dont les racines pompent l'eau du sol jusqu'à 3 voire 5 m de profondeur) accentue l'ampleur du phénomène en augmentant l'épaisseur de sol asséché.

Ces mouvements sont liés à la structure interne des minéraux argileux qui constituent la plupart des éléments fins des sols (la fraction argileuse étant, par convention, constituée des éléments dont la taille est inférieure à 2 µm). Ces minéraux argileux (phyllosilicates) présentent en effet une structure en feuillets, à la surface desquels les molécules d'eau peuvent s'adsorber, sous l'effet de différents phénomènes physico-chimiques, provoquant ainsi un gonflement, plus ou moins réversible, du matériau. Certaines familles de minéraux argileux, notamment les smectites et quelques interstratifiés, possèdent de surcroît des liaisons particulièrement lâches entre feuillets constitutifs, si bien que la quantité d'eau susceptible d'être adsorbée au cœur même des particules argileuses, peut être considérable, ce qui se traduit par des variations importantes de volume du matériau.



Les recommandations pour les constructions sont consultables sur le site : www.argiles.fr

L'aléa séisme (pour mémoire, non traité dans le PPR)

Il existe un zonage sismique de la France dont le résultat est la synthèse de différentes étapes cartographiques et de calcul. Dans la définition des zones, outre la notion d'intensité, entre une notion de fréquence.

La carte obtenue n'est pas une carte du "risque encouru" mais une carte représentative de la façon dont la puissance publique prend en compte l'aléa sismique pour prescrire les règles en matière de construction.

Pour des raisons de commodités liées à l'application pratique du règlement, le zonage ainsi obtenu a été adapté aux circonscriptions administratives. Pour des raisons d'échelles et de signification de la précision des données à l'origine du zonage, le canton est l'unité administrative dont la taille a paru la mieux adaptée.

La commune de SENTEIN est classée en zone de sismicité moyenne (4) selon le décret n° 2010-1255 de la 22/10/10 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français. Les nouvelles règles de construction parasismiques ainsi que le nouveau zonage sismique (qui modifient les articles 563-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011.

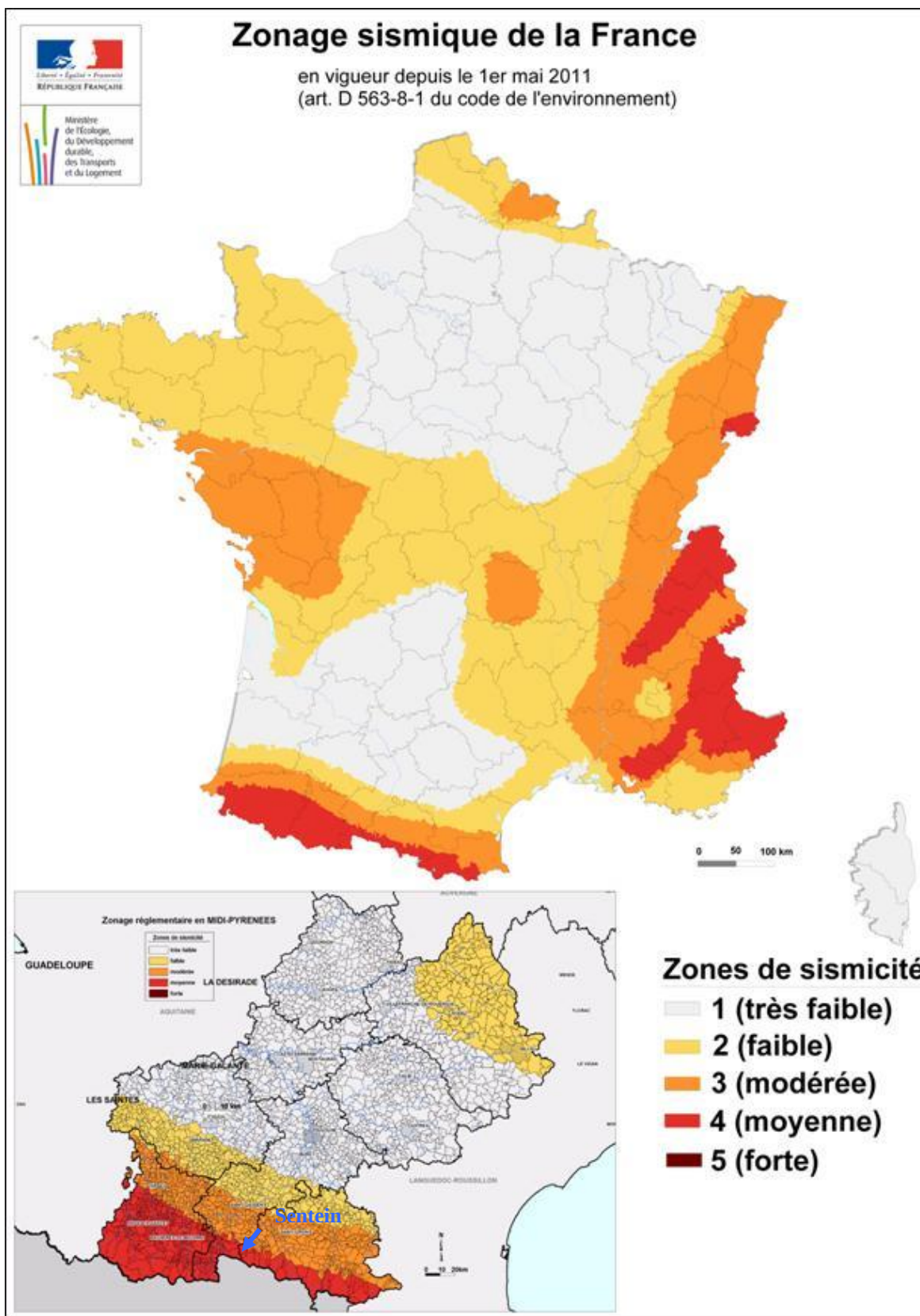


Figure 30: Zonage sismique de la France (source: <http://www.planseisme.fr>)

**Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones du P.P.R.
(hors séismes)**

- Aléas mouvement de terrain

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
1	Les Clouzats, Eylie, Trinquo Millas, Billard, Hounta, amont de Laspé, Ucharou, Col des Perisses, Col de Rous, Redoune, Coustalas, Fourquet, Poumela, Montastruc, Chourras, Espoues, D'Arjeau, Alas, Lapède, Borde des Prats, Escarrères	Glissement de terrain	Zone de pente faible à modérée dans les versants à formations géologiques schisteuses, présentant quelques signes de fluage (solifluxion, talus peu marqués).	G1
2	Bordures de la plaine alluviale du Lez	Glissement de terrain	Pieds des versants sur lesquels on observe des signes d'activités et/ou des instabilités.	G1
3	Balascou, Rouses	Glissement de terrain	Secteur de pente moyenne présentant des formations de versant peu épaisses surplombant des formations géologiques massives (type calcaire) limitant la profondeur des glissements de terrain.	G1

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
4	Camarilles, La Coume, Campas, amont de Laspé, Serrenaille, Rioussac (Haut et Bas), Palatch, Rous, Campasses, La Cassède, Près des Mourtis, Bertran, Ruscaou, Las Feychos, La Bourdette, Billard, Prats Del Pount, Lapède, Ladrin, Lentillas	Glissement de terrain	Versants de pente moyenne à forte, présentant en sous-sol des schistes très altérés et des circulations d'eau. Nombreux signes d'activités : talus marqués, niches d'arrachement localisés, désordres (fissures) sur les chaussées et le bâti lorsqu'il y en a, désordres sur la végétation (arbres en crosse), effondrement ponctuel de murets anciens.	G2
5	Peyroutou, La Ruero, Laspé, Espessieros	Glissement de terrain Chute de blocs	Zones présentant la même configuration que ci-dessus dans lesquels on observe plusieurs blocs (pouvant être d'origine erratique ou issus d'affleurement très en amont) pouvant être déstabilisés et remobilisés dans le cas de travaux et de glissements de terrain localisés.	G2P1
6	Las Coumos, La Peyre, Dijous, Bencarech et Las Piques	Glissement de terrain Chute de blocs	Zones de crête ou de pied de versant présentant des signes de fluage lent concernées par l'extension maximale des chutes de blocs ou par la présence de petits d'affleurements de schistes.	G1P1
7	Ruisseau de Rouge, ruisseau de l'Aspe, ravin de Sarratch, ruisseau de Tramaglies, ruisseaux de Rabé et de Mourtis, Goute de la Crevasse, ruisseau de l'Isard.	Glissement de terrain	Glissements de terrain avérés, avec zone d'arrachement, produit par l'incision des torrents dans les versants tendres.	G3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
8	Anglade, Palach	Glissement de terrain Chute de blocs	Glissements de terrain avérés, pouvant remobiliser les quelques blocs présents, ou concernés par l'extension maximale des chutes de blocs.	G3P1
9	Four et Fillole, Mouline, Campet,	Glissement de terrain Chute de blocs	Glissements de terrain avérés dans les schistes ou les formations de versant à l'aval d'affleurements rocheux importants, généralement calcaires, concernés par des phénomènes de chute de blocs fréquents et/ou de taille moyenne (décimétrique à métrique).	G3P2
10	La Ruère	Glissement de terrain Chute de blocs	Terrains sensibles aux mouvements de sols au niveau des couches superficielles du fait d'une pente moyenne, à l'aval d'affleurements rocheux ou dans des zones d'éboulis.	G1P2
11	La Ruère	Glissement de terrain Chute de blocs	Terrains sensibles aux mouvements de sols au niveau des couches superficielles du fait d'une pente moyenne, à l'aval d'affleurements rocheux importants et fracturés.	G1P3
12	Laspé, Peyre Rouge, Hounal	Chute de blocs	Affleurement calcaire-calcschiste important et largement fracturé à l'amont du hameau de Laspé en rive gauche du Lez après Eylie, et à la limite est de la commune.	P3
13	Laspé, Peyre Rouge, Hounal	Glissement de terrain Chute de blocs	Zone à l'aval des affleurements ou la pente marquée et la présence de formations de versant posées des formations schisteuses induisent un risque important de glissement de terrain. La zone est également concernée par des chutes de blocs de grosse taille (décimétrique à métrique).	G2P2
14	Cap de La Ruère, Pradas	Glissement de terrain Chute de blocs	Zones d'éboulis vifs, où de nombreux indices d'activité sont visibles (désordre sur végétation et chaussée, talus marqués). La déstabilisation est largement causée par la route.	G2P3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
15	Cap de La Ruère, Pradas	Glissement de terrain Chute de blocs	Zones d'éboulis plus anciens, où de nombreux indices d'activité sont visibles (désordre sur végétation et chaussée, talus marqués).	G2P2
16	Four et Fillole, Monteille, La Coste, Prat Caze	Glissement de terrain Chute de blocs	Versant instable, où de nombreux glissements de terrain et coulées de boue localisés sont visibles, couvert de nombreux blocs issus en grande partie de la création de la route (affleurement).	G2P2
17	La Peyre	Chute de blocs	Affleurement calcaire de La Cabana (vallée de l'Isard).	P3
18	La Peyre	Glissement de terrain Chute de blocs	Zone d'éboulis à forte pente.	G2P2

- Aléas Crue torrentielle, ravinement et avalanche

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
1	Lit du Lez	Crue torrentielle	Lit mineur du Lez, avec prise en compte de l'érosion de berges et des zones de débordement très fréquent.	T3
2	Le Lez – Le Bocard	Crue torrentielle	Zone de débordement depuis l'amont du gué, ravinant la route régulièrement.	T3
3	Eylie-d'en-Haut	Avalanche	Coulée historique, avec un bassin d'accumulation très réduit, pouvant se reproduire lors de conditions d'enneigements exceptionnelles.	A2
4	Eylie-d'en-Haut	Avalanche	Limite d'extension de la coulée.	AE
5	Eylie	Crue torrentielle	Lit mineur du ruisseau de Rouge.	T3
6	Eylie	Crue torrentielle	Débordement en rive gauche du ruisseau de Rouge, à l'aval d'Eylie-d'en-Haut et se prolongeant sur Eylie-d'en-Bas le long d'un talweg marqué. Le transport solide peut être important.	T3
7	Eylie	Crue torrentielle	Extension de la même zone de débordement, avec un transport et des vitesses moindre.	T2
8	Eylie	Crue torrentielle	Ecoulements/ruissellements sur le cône de déjection du Ruisseau du Rouge.	T1
9	Le Lez – « Le Bocard »	Crue torrentielle	Extension du débordement du gué au niveau des bâtiments de l'ancienne mine.	T2
10	Le Bocard	Ravinement	Deux griffes de ravinement incisent le versant pour rejoindre le lit du Lez.	V3
11	Le Bocard	Ravinement	Extension des ravines.	V2

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
12	Eylie-d'en-Haut	Ravinement	Zone de ravinement à l'amont des gîtes.	V2
13	Eylie-d'en-Haut	Avalanche	Pied du couloir répertorié dans l'EPA (n°10).	A2
14	Eylie-d'en-Haut	Avalanche Crue torrentielle	Pied du couloir d'avalanche dans le lit du ruisseau de Rouge.	A2T3
15	Eylie – route du Bocard	Crue torrentielle	Zone de débordement du Lez, alimentée par le Ruisseau de Rouge en contrebas de la route.	T3
16	Laspé	Avalanche	Zone d'arrivée des avalanches fréquentes issues des couloirs de la Montagne de Mont Ner (EPA n°4, couloir de Laspé).	A3
17	Laspé	Avalanche Crue torrentielle	Zone commune avec le couloir d'avalanche et le torrent de Mont Ner.	A3T3
18	Laspé	Avalanche	Extension historique (1939) du couloir de Laspé, jusqu'à la RD4.	A2
19	Laspé	Avalanche Crue torrentielle	Zone commune avec le ruisseau de Laspé.	A2T3
20	Laspé – RD4	Avalanche Crue torrentielle	Pied de l'avalanche de Laspé dans le lit du Lez.	A2T2
21	Laspé – RD4	Avalanche Crue torrentielle	Pied de l'avalanche de Laspé dans le lit du Lez.	A2T3
22	Le Lez – RD4	Crue torrentielle	Zone de débordement jusqu'au pied des stériles.	T2
23	Le Lez – RD4, plaine alluviale du Lez	Crue torrentielle	Débordements du Lez en rive droite au niveau de la centrale EDF, plus basse impliquant de fortes vitesses et la présence de matériaux. Débordements au niveau des zones les plus basses en rive droite et rive gauche des hameaux.	T3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
24	Le Lez – RD4	Crue torrentielle	Extension des débordements en rive gauche le long de la RD4 sur une zone en contrebas, notamment à l'aval de la centrale. Débordements fréquents sur des zones surélevées ou remblayées.	T2
25	Le Lez – RD4, plaine alluviale du Lez	Crue torrentielle	Zone d'expansion des crues exceptionnelles du Lez, jusqu'aux limites de l'encaissant (pieds de versant).	T1
26	Le Lez – aval de La Parade, amont du hameau Le Pont, Giret	Crue torrentielle	Chenaux de crue très marqués dans le lit majeur du Lez, impliquant de fortes vitesses et un transport solide pouvant être moyen à fort. plaine alluviale du Lez	T3
27	Le Lez – aval de La Parade	Crue torrentielle	Zone en continuité des chenaux.	T2
28	Le Lez – RD4 à l'amont du village de Sentein	Crue torrentielle	Débordements le long de la RD4 en rive gauche du Lez.	T2
29	Le Lez – RD4 à l'amont du village de Sentein	Crue torrentielle	Zone en contrebas (dépression) de la RD4 en amont en continuité des débordements	T2
30	Le Lez – village de Sentein	Crue torrentielle	Zone de débordements fréquents à très fréquents dans la zone de mobilité du lit à l'aval du pont.	T3
31	Le Lez – village de Sentein	Crue torrentielle	Ancien canal. La prise d'eau n'est aujourd'hui plus contrôlée et le canal est alimenté plus bas par le ruisseau d'Antras.	T3
32	Le Lez – village de Sentein	Crue torrentielle	Zone en rive gauche submergée pour les crues majeures du Lez, et alimentée par les débordements le long de la RD4 et les débordements du canal.	T2
33	Le Lez – village de Sentein	Crue torrentielle	Prolongation des débordements le long de la RD4 sous forme d'écoulement de surface (faible vitesse, pas ou très peu de transport).	T1
34	Le lez	Inondation	Retenue.	I3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
35	Le Mourtis	Crue torrentielle	Lit mineur élargi du torrent de Mourtis.	T3
36	Le Mourtis	Avalanche	Pied des couloirs avalancheux de Mourtis (EPA n°8) et de la Plère/Déjouts.	A2
37	Le Mourtis	Avalanche Crue torrentielle	Parties des pieds de couloirs communes avec le lit des torrents.	A2T3
38	Le Mourtis	Crue torrentielle	Débordement à l'amont d'une section busée, se prolongeant le long de la piste.	T2
39	Le Mourtis	Crue torrentielle	Débordement au niveau du cône de déjection du torrent.	T2
40	Vallée de L'Isard	Crue torrentielle	Lit mineur élargi du torrent de l'Isard.	T3
41	Vallée de L'Isard	Avalanche	Pieds de l'avalanche du Labor (EPA n°200).	A2
42	Vallée de L'Isard	Avalanche Crue torrentielle	Pieds de l'avalanche dans le lit du torrent de l'Isard.	A2T3
43	Vallée de L'Isard	Avalanche Crue torrentielle	Pieds de l'avalanche au niveau du lit du torrent du Labor.	A2T3
44	Vallée de L'Isard	Avalanche Crue torrentielle	Pieds de l'avalanche au niveau de débordements du torrent du Labor.	A2T3
45	Vallée de L'Isard	Crue torrentielle	Débordements fréquents du torrent de l'Isard et débordements des petits affluents.	T2
46	village de Sentein	Crue torrentielle	Lit mineur du ruisseau d'Antras.	T3
47	village de Sentein	Crue torrentielle	Débordement du ruisseau en rive gauche dans la partie amont. Débordements au niveau des terrains les plus bas et à proximité des berges dans le village.	T2

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
48	village de Sentein	Crue torrentielle	Axe d'écoulement au niveau du pont de la route d'Antras, se prolongeant le long de la place de l'Eglise, puis dans la rue qui descend jusqu'à la plaine du Lez.	T2
49	village de Sentein	Crue torrentielle	Zone d'extension maximum des crues du ruisseau d'Antras, écoulement/étalement dans le village.	T1
50	Ruisseaux de Cuichen, de Cularou, d'Andraut, de Fillole, de las Coume, de Balascou, de Mourtis, d'Haurendech, de l'Aspé, de Rouge Ravin de Labor, de Sarratch ; et ruisseaux incisant les versants.	Crue torrentielle	Lit mineur des cours d'eau et ravines secondaires.	T3
51	Village de Sentein	Crue torrentielle	Ecoulement le long de la rue issue de débordement au niveau de la buse.	T1
52	Limite est de la commune	Crue torrentielle	Débordement du Ruisseau de Malède.	T2
53	Village de Sentein	Crue torrentielle	Débordement du ruisseau au niveau d'une dépression.	T2
54	Village de Sentein	Crue torrentielle	Ecoulement sur le cône de déjection.	T1

LA CARTE DES ENJEUX

La politique de prévention des risques s'appuie sur une connaissance fine du territoire, des aléas qui le concernent et des enjeux exposés, en tenant compte de leur vulnérabilité.

L'analyse des enjeux sur le territoire de la commune est une étape essentielle car c'est à partir du croisement de l'analyse des enjeux avec celle des aléas que les choix en matière de règlement et de zonage sont établis.

Rappelons que les objectifs de la démarche de prévention des risques, sont de prévenir et limiter le risque humain en n'accroissant pas la population dans les zones soumises à un risque important, tout en permettant la continuité du développement local du territoire concerné.

Définition :

Les enjeux sont les personnes, les biens, les activités, les moyens, le patrimoine..., susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Ils peuvent être quantifiés à travers de multiples critères tels que les dommages corporels, les dommages matériels, la cessation de production ou d'activités...

La vulnérabilité exprime le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux, des dommages matériels aux préjudices humains.

4. BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Carte topographique au 1/25 000 Top 25**
Feuilles 2048OT et 1947OT
IGN.
- [2] **Carte géologique de la France au 1/50 000**
Feuille Pic de Maubermé
BRGM.
- [3] **Guide méthodologique général – Plans de prévention des risques naturels prévisibles**
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1997.
- [4] **Guide méthodologique inondations - Plans de prévention des risques naturels prévisibles**
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1999.
- [5] **Guide méthodologique mouvements de terrain - Plans de prévention des risques naturels prévisibles**
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 1999.
- [6] **Guide méthodologique inondation ruissellement péri-urbain - Plans de prévention des risques naturels prévisibles**
Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement – 2004.
- [7] **Proposition de programme de travaux de mise en sécurité des dépôts stériles**
MICA Environnement – Mai 2003
- [8] **Etude bibliographique des mines de zinc et plomb de Sentein et Bulard (Ariège) en appui aux études archéologiques des concessions orphelines**
Etude du B.R.G.M — Mai 2001.
- [9] **Carte de Localisation des risques naturels du dossier communal synthétique**
Service RTM de l'Ariège
- [10] **Forêt domaniale du Biros – Embâcles sur le Ruisseau de l'Isard**
Service RTM de l'Ariège – Juin 2008

Autres sources d'information

Base de données des risques naturels du RTM.

Recensement Général de la population - INSEE (insee.fr)

Base de données risques majeurs du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (Prim.net).

5. GLOSSAIRE

Analyse spatiale : Il s'agit d'une démarche géographique qui a pour objectif de comprendre les logiques, les causes et les conséquences de la localisation des peuplements et des activités des humains.

Aléa : Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée.

Bassin versant : Ensemble de pentes inclinées vers un même cours d'eau et y déversant leurs eaux de ruissellement.

Embâcles : Obstruction du lit d'un cours d'eau par amoncellement de débris flottants.

Enjeux : Personnes, biens, systèmes, ou autres éléments présents dans les zones de risque et qui sont ainsi soumis à des pertes potentielles.

EPA : Enquête Permanente sur les Avalanches

Photo interprétation : Analyse de photographies aériennes ou spatiales.

Prévention : Ensemble des dispositions visant à réduire l'impact d'un phénomène naturel (connaissance de l'aléa, réglementation de l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alerte, plan de secours, ...).

Ripisylve : Végétation arborée le long des cours d'eau.

Risque naturel : C'est un événement dommageable, doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable. Le risque résulte, donc, de la conjonction de l'aléa et d'un enjeu, la vulnérabilité étant la mesure des dommages de toutes sortes rapportés à l'intensité de l'aléa. A cette définition technique du risque, doit être associée la notion d'acceptabilité pour y intégrer sa composante sociale.

Risque naturel prévisible : Risque susceptible de survenir à l'échelle humaine. Certains types de risque peuvent se produire à l'échéance de quelques années ou quelques dizaines d'années (inondations, avalanches, cyclones, mouvements de terrain), d'autres ont des manifestations destructrices pouvant être espacées de plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'années (séismes, volcans).

Risque majeur : Un risque majeur se définit comme la survenue soudaine et inopinée, parfois imprévisible, d'une agression d'origine naturelle ou technologique dont les conséquences pour la population sont dans tous les cas tragiques en raison du déséquilibre brutal entre besoins et moyens de secours disponibles.

Servitude d'utilité publique : Charge instituée en vertu d'une législation propre affectant l'utilisation du sol ; elle doit figurer en annexe au POS/PLU.

SIG : Système d'Information Géographique.

Stéréoscopie : Techniques permettant de reproduire la perception du relief en diffusant simultanément deux images 2D.

Vulnérabilité : Propension d'une personne, d'un bien, d'une activité, d'un territoire à subir des dommages suites à une catastrophe naturelle d'intensité donnée.