

AGERIN SAS



Commune de **BONAC-IRAZEIN**

(N° INSEE : 09059)

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

- P.P.R. -

Livret 1

Rapport de présentation



PPR prescrit le : 16/07/2015
PPR approuvé le : 11/10/2016

DOCUMENT APPROUVE

- SOMMAIRE DU LIVRET 1 -

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	18
Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels	20
CONTEXTE ECONOMIQUE ET HUMAIN	21
3. <u>PRESENTATION DES DOCUMENTS D'EXPERTISE</u>	22
I - La carte informative des phénomènes naturels	23
1 – Définition.....	23
2 - Evénements historiques.....	25
3 – Elaboration de la carte informative des phénomènes naturels	28
II – Les aléas.....	29
1 - Définition	29
2 - Notion d'intensité et de fréquence.....	29
3 - Elaboration de la carte des aléas.....	30
4 - Méthodologie générale pour caractériser l'aléa.	31
5 – Les aléas	35
L'aléa avalanche.....	35
Définition du phénomène.....	35
Types de départs	35
Types d'écoulements.....	35
Position du plan de glissement	36
Type de parcours, tracé.....	36
Localisation 38	
L'aléa inondation	42
Caractérisation.....	42
Localisation 43	
L'aléa crue des torrents et des ruisseaux torrentiels.....	44
Caractérisation.....	44
Localisation 45	
L'aléa glissement de terrain.....	50
Caractérisation.....	50
Localisation 53	
L'aléa chute de pierres et de blocs.....	59
Caractérisation.....	59
Localisation 60	
L'aléa ruissellement et ravinement.....	63
Caractérisation :	63
Localisation :	64
L'aléa retrait gonflement des sols argileux RGSA.....	65
L'aléa séisme (pour mémoire, non représenté sur les cartes)	66

Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones du P.P.R. (hors séismes).....	68
III- La carte des enjeux.....	75
Définition :.....	75
4. BIBLIOGRAPHIE	76
5. GLOSSAIRE	77

Légende de la photographie de couverture : Vue sur le lac de Bonac (Source : AGERIN)

PREAMBULE

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR) de la commune de **BONAC-IRAZEIN** 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 géographiques de l'étude

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

- Le village d'Irazein et le versant le surplombant ;
- La plaine du Lez ;
- Le fond de la vallée d'Orle ainsi qu'une marge comprenant la plupart des granges du pied de versant ;
- Le hameau de Luentein et une partie du versant le surplombant.

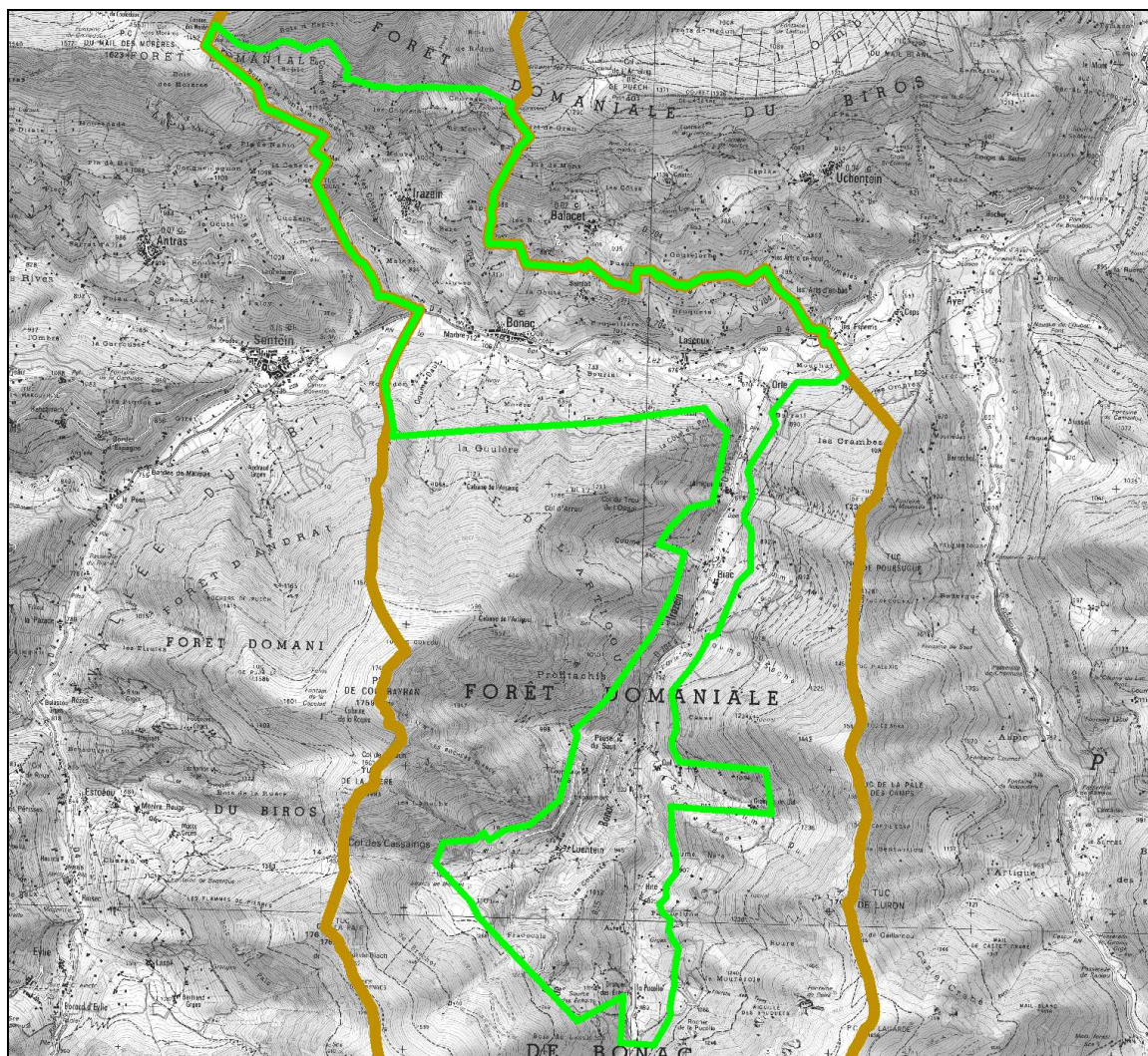


Figure 1: Zone d'étude (en vert) du PPR sur fond IGN (en marron : limite communale, source : Agerin)

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).

APPROBATION ET REVISION DU PPR

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

Bonac-Irazein 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 23 km de Saint-Girons dans le Biros.

La commune a une superficie de 23,2 km². Au Nord-ouest, la limite communale est délimitée par la crête formée par les pics de Mardans (1706 m) et de l'Arraing (1674 m), puis elle traverse d'ouest en est le versant de Balacet. Elle s'étend au Sud le long de la vallée de l'Orle jusqu'à la haute-chaîne couserannaise dont la ligne de crête à plus de 2030 m d'altitude matérialise la frontière espagnole. L'altitude minimum sur la commune est de 672 mètres (fond de la vallée de Lez et les reliefs culminent à 2750 mètres avec le Mail de Bulard).

Bonac-Irazein est traversée par 4 principaux axes routiers :

- la Route Départementale n°4, qui traverse la vallée du Biros ;
- la Route Départementale n°704 b qui mène à Irazein ;
- la Route Départementale n°704 qui mène au hameau de Samiac et au village de Balacet.
- la Route Départementale n°704 a qui traverse la vallée d'Orle.

Du fait de sa situation géographique, géomorphologique et géologique, la commune de Bonac-Irazein 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 Bonac-Irazein 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 espagnol).

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.



Figure 2: Le lit mineur du Lez au niveau de la confluence avec le Ruisseau d'Orle (source : [Agerin](#))

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

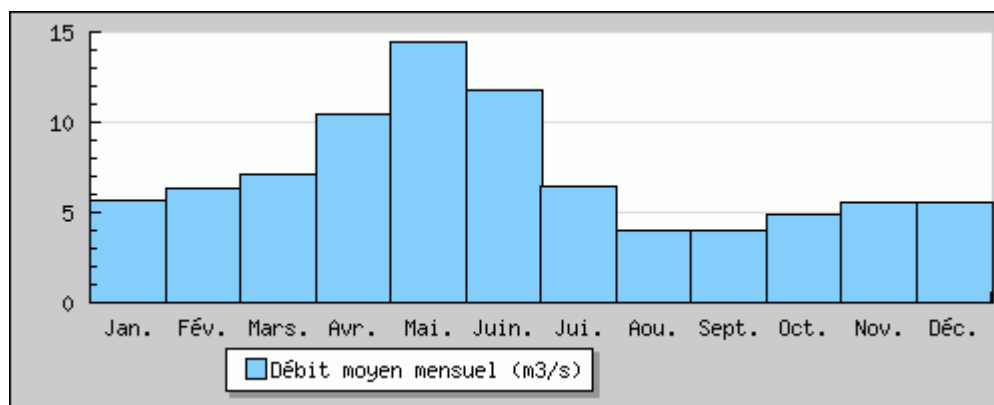


Figure 3: Débits moyen mensuels à la station des Bores-sur-Lez (source : <http://www.hydro.eaufrance.fr>)

Au niveau géologique, après avoir traversé les massifs calcaires et les formations de haute-montagne, le Lez incise fortement au sein de formations tendres détritiques (grès fins, shales de l'Ordovicien) et métamorphiques (schistes). Le cours d'eau draine ensuite la plaine alluviale de Sentein.

Une analyse hydrologique des débits par prédétermination a été effectuée.

Données (en limite est de la commune) :

S =	119.30 km²	surface
L =	14.700 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
CN=	70	coefficient de ruissellement SCS
a=	6.94	Paramètre de Montana
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 2 heures, à l'aide de plusieurs méthodes (Giandotti, Turasa, SCS, etc.).

Valeurs de débits pour les méthodes les mieux adaptées :

Méthode	ANETO	SOCOSE	SCS	CRUPEDIX	Valeur de Q10 retenue
Q10	60.9 m ³ .s ⁻¹	89.2 m ³ .s ⁻¹	128.0 m ³ .s ⁻¹	140.4 m ³ .s ⁻¹	140.0 m ³ .s ⁻¹

Méthode	GRADEX REVUE	QDF	GRADEX PROGRESSIF	METHODE SOMMAIRE	Valeur de Q100 retenue
Q100	214.3 m ³ .s ⁻¹	315.1 m ³ .s ⁻¹	255.6 m ³ .s ⁻¹	280.0 m ³ .s ⁻¹	280 m ³ .s ⁻¹

La valeur moyenne obtenue correspond à 266.5 m³.s⁻¹, cependant cette valeur semble quelque peu sous-estimée, en partie par la valeur obtenue par la méthode du gradex revue.

Ainsi, nous retiendront la valeur de 280.0 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 d'Irazein*, le *Ruisseau d'Orle*, le *Ruisseau du Biechet*.

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

❖ Le Ruisseau d'Irazein :

Le Ruisseau d'Irazein présente à la confluence avec le Lez un bassin versant de plus de 3 km². Il est principalement formé par la confluence entre le Ruisseau de Maubré et le Ruisseau Sourd à l'amont d'Irazein, et gonflé par les ravines incisant les versants.

A l'aval du passage sous la RD4, le ruisseau forme un verrou marqué avant d'atteindre le Lez en rive gauche.



Figure 4 : Coude avant la confluence avec le Lez (source : Agerin)

❖ Le Ruisseau d'Orle :

Il s'agit du deuxième cours d'eau le plus important sur la commune et la zone d'étude. L'Orle est un affluent rive droite du Lez, au niveau de l'imposant cône de déjection en partie fonctionnel, sur lequel a été bâti le village d'Orle.

Deux crues majeures sont répertoriées sur ce cours d'eau :

- Crue du 23 juin 1875 : déplacement du lit sur la rive gauche (source : BDRTM).
- Crue du 4 octobre 1937 : chemin emporté à Biac, plusieurs passerelles ont été emportées (source : BDRTM)



Figure 5 : Le lit de l'Orle à l'amont du pont, au village (source : Agerin)

❖ Le Ruisseau de Biechet :

Le Ruisseau de Biechet incise le vallon de Luntein pour alimenter l'Orle en pied de versant. Il est caractérisé par de fortes pentes et un lit encaissé, déstabilisant les berges (glissements de berges), dont les zones de débordement sont limitées.

Plusieurs formations se distinguent sur la commune de Bonac-Irazein:

- **Les formations du secondaire :**

Les shales :

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

Les schistes/shales :

Les schistes sont des roches métamorphiques 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.

Les shales présentent les mêmes caractéristiques que des schistes (feuilletés) mais leur origine est sédimentaire.

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 importants 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 :

- le calcschiste : 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 entroques du Dévonien moyen aux rochers de la Pucelle ;
- Les calcaires du Cénomaniens à l'amont d'Irazein, affleurant localement ;
- Les calcaires urgo-aptiens à l'amont du village d'Irazein au niveau de Soulé.

- Les formations quaternaires :

Les alluvions :

Il s'agit de dépôts récents formés 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 et laves torrentielles des torrents et ravins de versant.

Les éboulis récents :

Les zones d'ébouilisation 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.

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 Bonac-Irazein 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 Bonac-Irazein. 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 des 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 donnée 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

Bonac-Irazein compte 142 habitants (recensement publié en 2012) avec une densité de 3,5 hab. /km². La population de la commune connaît une légère augmentation depuis la fin des années 1990.

Assez éloignée des principaux centres urbains, la commune présente essentiellement des activités agricoles et pastorales, qui contribuent notamment à la richesse de ses paysages.

Si la fermeture des mines de Sentein au milieu du siècle dernier a entraîné une forte baisse de la population, il subsiste encore les activités liées à l'hydroélectricité avec la présence de plusieurs prises d'eau et du barrage sur le Lez.

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'étude ou d'expertise, 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

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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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
<p align="center">Retrait-gonflement des sols argileux</p>	<p align="center">RGSA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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	COMMENTAIRE	Source
Juin 2013	Crue torrentielle	Crue du Lez. Et de l'Orle. Pas de dégâts.	AGERIN
26 février 2009	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6). Départ 1650m, arrivée 1050m. Déclenchement naturel. Dépôt 80m de longueur, 15m de largeur, 2m de hauteur. Départ ponctuel.	RTM, CEMAGREF
13 février 2009	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11). Départ 1550m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, Dépôt 40m de longueur, 15m de largeur, hauteur moyenne de 2m. Départ en cassure linéaire.	RTM, CEMAGREF
11 mars 2005	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6). Départ 1700m, arrivée 1200m. Déclenchement naturel, avalanche de neige humide, cavalanche coulante, dépôt non observé.	RTM, CEMAGREF
1 janvier 2004	Crue torrentielle	Crue du Lez. Erosion de berge à l'aval du pont de Lascoux jusqu'à la route. Fondation d'un hangar agricole affouillée, ancien enrochement détruit, poteau téléphonique renversé.	RTM
1 février 2003	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6). Départ 1650m, arrivée 1150m. Déclenchement naturel. Neige sans cohésion, rupture de neige fraîche, avalanche coulante. Route forestière de Larrech obstruée. Avalanche jusqu'au torrent d'Orle : début d'embâcle.	RTM, CEMAGREF
1 février 2003	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11). Déclenchement naturel. Avalanche coulante, neige humide.	RTM, CEMAGREF
13 mars 2002	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6). Avalanche de neige humide, avalanche coulante.	RTM, CEMAGREF
1 novembre 2001	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6). Avalanche mixte. Arrêt dans le couloir au-dessus de la voie Decauville. Neige fraîche < 1m.	RTM, CEMAGREF
3 décembre 1995	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
10 octobre 1991	Chute de blocs	Eboulement au Mail des Morères.	RTM, AD09
19 mai 1977	Crue torrentielle	Crue du Lez. Le Lez emporte un chemin communal, un champ et déplace son lit d'une vingtaine de mètres.	RTM, AD09
3 mars 1976	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6).	RTM, CEMAGREF

Date	TYPE	COMMENTAIRE	Source
15 février 1976	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1974	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1974	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1973	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1973	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
8 février 1972	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6).	RTM, CEMAGREF
8 février 1972	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1971	Avalanche	Avalanche à La Pucelle (EPAn°6).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1971	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
20 février 1971	Crue torrentielle	Crue du Lez. Route coupée et CD 4 coupé à Lascoux.	RTM
Hiver 1970	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1967	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
Hiver 1966	Avalanche	Avalanche à la Coume Dul (EPA n°11).	RTM, CEMAGREF
14 septembre 1963	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
27 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Lez. Crue moins forte que 4-5/10. CD menacé par des érosions de berge en RG à l'aval du pont. Transport solide important, dépôt à l'aval du pont (200m x 80m) et dédoublement du lit.	RTM, AD09, La Dépêche
27 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue de l'Orle. Pont d'Orle emporté (Lascoux). Chemin vicinal emporté sur 1500m au hameau de Biac, 11 passerelles emportées dont celles de Dul, Biac, Artiguepla et Espladirus.	RTM, AD09
4 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Riou Sour.	RTM, AD09
4 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau de Mauré. Dégâts : éboulements	RTM, AD09
4 octobre 1937	Crue torrentielle	Crue importante du Lez, nombreux dégâts.	RTM, AD09
29 novembre 1931	Crue torrentielle	Crue du Lez. Dégradation à la RD 4 en aval du pont	RTM, AD09
27 novembre 1928	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
26 mai 1910	Chute de blocs	Chute de blocs au Mail des Morères.	RTM, AD09
26 mai 1910	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
6 septembre 1909	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09

Date	TYPE	COMMENTAIRE	Source
15 décembre 1906	Crue torrentielle	Crue du Lez. Orage violent ayant provoqué des débordements. Sinistres à Sentein et aux Bordes-sur-Lez.	RTM, AD09
6 mai 1905	Crue torrentielle	Crue du Lez, propriétaires sinistrés aux Bordes-sur-Lez.	RTM, AD09
14 juillet 1901	Crue torrentielle	Orage violent ayant provoqué des débordements et un éboulement.	RTM, AD09
3 janvier 1895	Avalanche	Avalanche à Luentein jusqu'aux premières maisons du hameau. 2 morts, 8 granges sinistrées	RTM, AD09
11 juin 1889	Crue torrentielle	Crue du Lez, dégâts aux Bordes-sur-Lez.	RTM, AD09
3 juillet 1887	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
9 juin 1885	Crue torrentielle	Crue du Lez. Dégâts sur le chemin vicinal n°1 : remblais emportés (200m3), passerelle de Boulaye emportée.	RTM, AD09
23 juin 1881	Crue torrentielle	Crue du Lez. Orages des 23 et 25 juin. Dégâts : mur de soutènement et remblai du CD 4 écroulés.	RTM, AD09
6 mai 1876	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM
23 juin 1875	Crue torrentielle	Crue majeure du Lez. Chemin de Bonac à Port d'Orle emporté, 2 ponts emportés.	RTM, AD09
23 juin 1875	Crue torrentielle	Crue du Ruisseau d'Irazein. 6 propriétaires touchés.	RTM, AD09
1 mars 1873	Crue torrentielle	Crue de l'Orle.	RTM, AD09
31 juillet 1872	Crue torrentielle	Crue du Lez.	RTM, AD09
28 janvier 1871	Chute de blocs	Crue du Lez.	RTM, AD09
16 avril 1869	Chute de blocs	Chute de blocs au Mail des Morères.	RTM, AD09.
5 janvier 1855	Crue torrentielle	Crue du Lez, des dégâts.	RTM, AD09.

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.

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

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

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 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**.

Remarques :

- 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 connaissances, 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).
- 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 oeuvre :

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 définie 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 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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
Faible	A1	<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'extension maximale supposée des avalanches (en particulier : partie terminale des trajectoires, zone de souffle). - Emprise présumée des avalanches exceptionnelles.
Aléa de référence exceptionnel	AE	<ul style="list-style-type: none"> - Zone couverte par l'aléa de référence exceptionnel qui peut ne pas être concernée par l'événement de référence centennial mais qui le recouvre systématiquement lorsque ce dernier est identifié.

Localisation

Etant donnée la situation de la commune de Bonac-Irazein, le phénomène avalancheux est présent sur la commune, en particulier au niveau de la vallée d'Orle. 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.

- Couloir de Riou Sour (amont du village d'Irazein, EPA n°200) :

Ce secteur de moyenne altitude (1670 m pour la zone d'accumulation la plus haute) fait l'objet d'un suivi EPA depuis 2004. Un évènement important y est répertorié, en mai 2010. La zone d'arrivée est assez basse, à environ 1000 m d'altitude, c'est-à-dire au niveau de Mauré.

La zone de départ de par son altitude et son orientation favorise des départs généralement au printemps par diminution de cohésion de regel (gel de l'eau entre les grains) ou cohésion capillaire (liaisons par une pellicule d'eau entre les grains) des écoulements denses qui auront tendance à suivre le relief (talweg). L'orientation, l'altitude modérée et la présence rapide d'un boisement dense réduit les risques de développement d'un aérosol. Elle se présente sous la forme de deux panneaux avalancheux distincts se rejoignant au niveau de Mauré dans un couloir encaissé et raide (aléa fort A3). Le couloir ouest, en cours de reboisement montre une baisse d'activité. Le couloir est montre une activité plus soutenue, une coulée s'est d'ailleurs produite dans le courant de l'hiver 2013 (traces et débris à plus de 1000 m).

Une avalanche exceptionnelle pourrait se prolonger le long du lit du Ruisseau d'Irazein au niveau du village, où la pente est plus faible, correspondant à un aléa moyen A2 vu les bordures marquées (pas d'aléa AE ou faible).

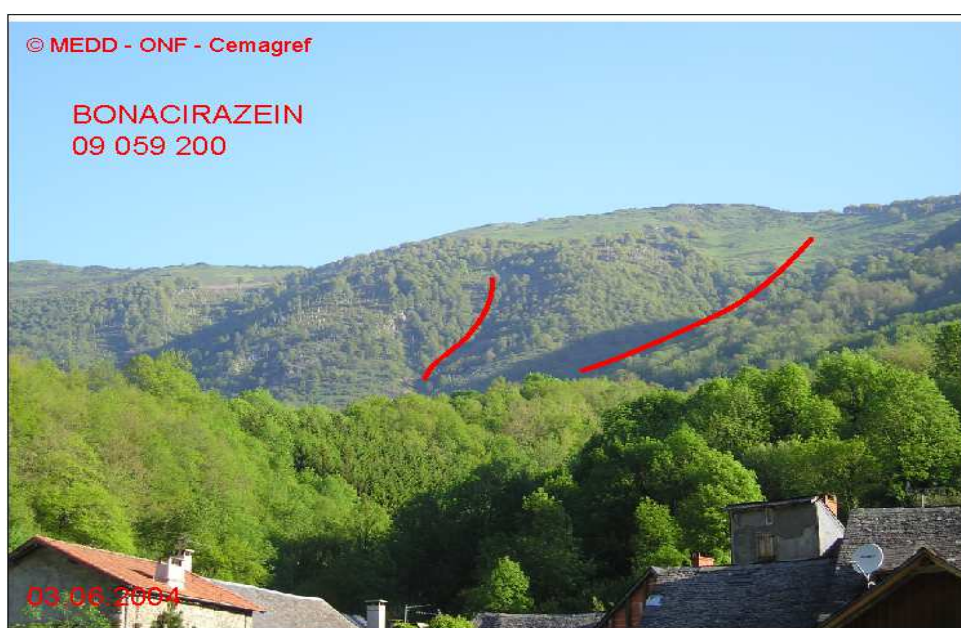


Figure 7: Vue sur les deux couloirs depuis Bonac (source: Cemagref)

- Couloir de La Pucelle (EPA n°6) et couloir de Roure :

Bien que le suivi EPA ne concerne que le couloir de La Pucelle, le couloir de Roure présente des conditions et une activité analogue. De nombreux évènements sont répertoriés sur l'EPA (11 depuis 1971), avec des zones d'arrivée aux alentours des 1200 m d'altitude. La pente dans le talweg indique que dans le cadre d'un évènement exceptionnel, le pied de versant pourrait être touché (écoulement dense le long du talweg).

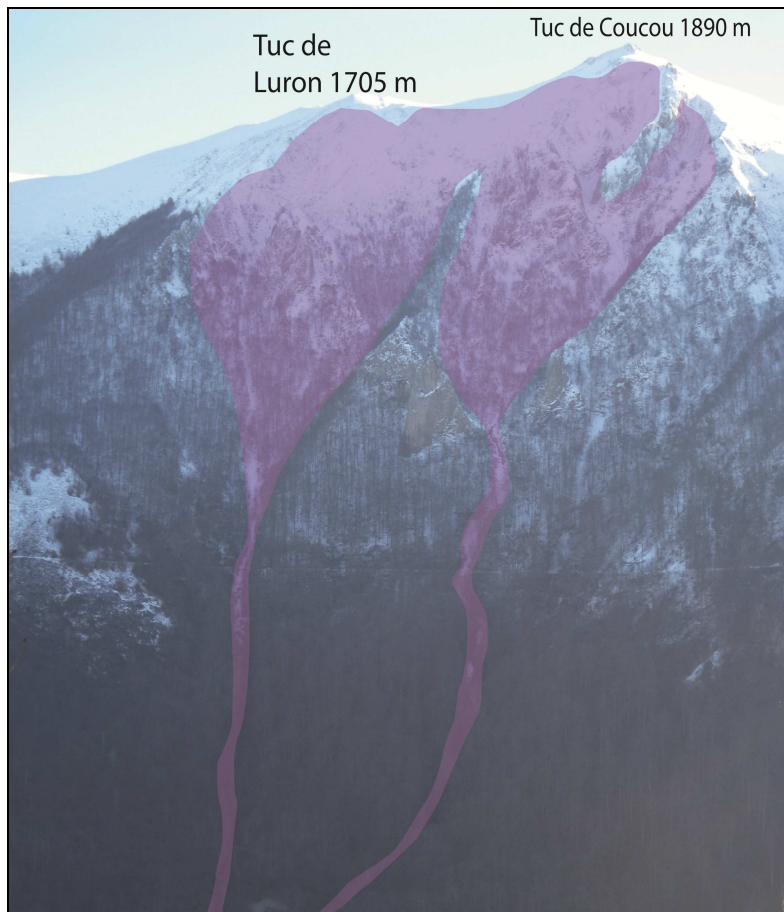


Figure 8: Vue sur les zones d'accumulation des deux couloirs et sur les zones de transit depuis Luentein en janvier 2013 (source: Agerin)

- Couloirs des Cassaing – Couloir de Pradecals :

A l'aval du Tuc de la Ruère, on observe deux zones de départ potentiel dont les zones de transit se prolongent jusqu'à une zone de replat. Aucun évènement n'est répertorié dans l'EPA, Les archives RTM mentionnent un évènement ayant touché les premières maisons du hameau. La forte pente et les zones dégagées justifient la possibilité de coulées importantes (aléa moyen A2).

Le couloir de Pradecals (aval du Cap de l'Empaillou), présente une zone d'accumulation plus importante et totalement déboisée débouchant sur un talweg marqué le long duquel pourront s'écouler les avalanches de grosse taille.

- Versant de la Coume Dul (EPA n° 11) :

Le couloir de Coume Dul fait l'objet d'un suivi EPA répertoriant 11 évènements depuis 1966, et présente une zone de départ en cours de reconquête par la végétation. A proximité de ce couloir, sous le Cap de Corp (Fig. 10), on observe une zone de départ en limite de boisement, qui a donnée plusieurs coulées cet hiver. Un départ linéaire généralisé pourrait atteindre le talweg au niveau des granges de Dul. La zone d'extension exceptionnelle est concernée par un aléa AE.



Figure 9: Couloir suivi dans l'EPA (source: Cemagref)



Figure 10: Coulée en janvier 2013 à l'amont de la Coume Dul (source: Agerin)

- Couloirs à l'amont de Luentein :

Deux panneaux ont été identifiés à l'amont du village de Luentein. Les zones d'écoulement se rejoignent et se poursuivent sur le lit du Ruisseau de Biechet. L'amont immédiat du village présente un adoucissement de la pente, marquant ainsi l'arrêt de la plupart des évènements. Cependant, un évènement historique issu des archives départementales de l'Ariège rapporte une avalanche de janvier 1895, ayant impactée les premières maisons du hameau. Cet évènement de référence justifie un aléa moyen A2 au niveau de la zone de pied (village de Luentein) du fait des quantités pouvant être mobilisés (pas d'aléa exceptionnel AE).

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 : <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 : <ul style="list-style-type: none"> ○ 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ du ruissellement sur versant, ○ du débordement d'un ruisseau torrentiel ou d'un fossé hors vallée alluviale.

Aléa	Indice	Critères
Faible	I1	<ul style="list-style-type: none"> • 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 : <ul style="list-style-type: none"> ○ 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

Etant donné les profils en long marqués des cours d'eau présents sur la zone d'étude, ainsi que les formations géologiques traversées, le phénomène de montée du niveau d'eau est le plus souvent accompagné de transport solide, avec de fortes vitesses et des temps de concentrations faibles.

Les seuls secteurs concernés par le phénomène d'inondation sont le canal de la vallée de l'Orle, et le canal de lac, en aléa fort 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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) ;
- en prenant en compte 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 d'Irazein, Le Ruisseau d'Orle.

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 de Bonac :

A son entrée dans la commune de Bonac-Irazein, le Lez affiche un lit mineur d'une dizaine de mètres de large présentant des zones dépôts et des blocs de taille encore importante (décimétrique). Ici la plaine inondable est quasiment entièrement fonctionnelle mis à part quelques terrasses anciennes en bordure de route en rive gauche, et cette zone reste relativement préservée de l'urbanisation.

A l'amont du village, un lit en pied de versant favorise des débordements préférentiellement en rive gauche jusqu'à la confluence avec le Ruisseau d'Irazein. Les débordements au village sont limités par une possibilité d'étalement au niveau du lac et peu d'enjeux sont concernés par le phénomène. On retrouve ensuite une pente plus forte, un profil plus sinueux et encaissé jusqu'au hameau de Lascoux.

- Secteur de Lascoux/Orle :

Au pont de Lascoux, le Lez présente des zones de débordement très marquées à l'intérieur des méandres, avec un transport solide important (aléa fort de crue torrentielle T3). Les habitations les plus proches en rive gauche peuvent être impactées par les crues (aléa moyen T2) et par des débordements du ruisseau avec des possibilités d'embâcles aux sections busées. Notons également que le pont paraît nettement sous-dimensionné et ne semble pas pouvoir entonner des crues importantes du fait de poutres extrêmement basses. A titre d'exemple, il restait moins d'un mètre par rapport au niveau de montée de niveau de juin 2013, et ce au niveau de la partie la plus haute.

A l'aval du pont les débordements vont s'élargir dans une zone d'expansion importante, notamment au niveau des habitations en contre bas de la route à Orle (aléa fort T3 à aléa moyen T2).

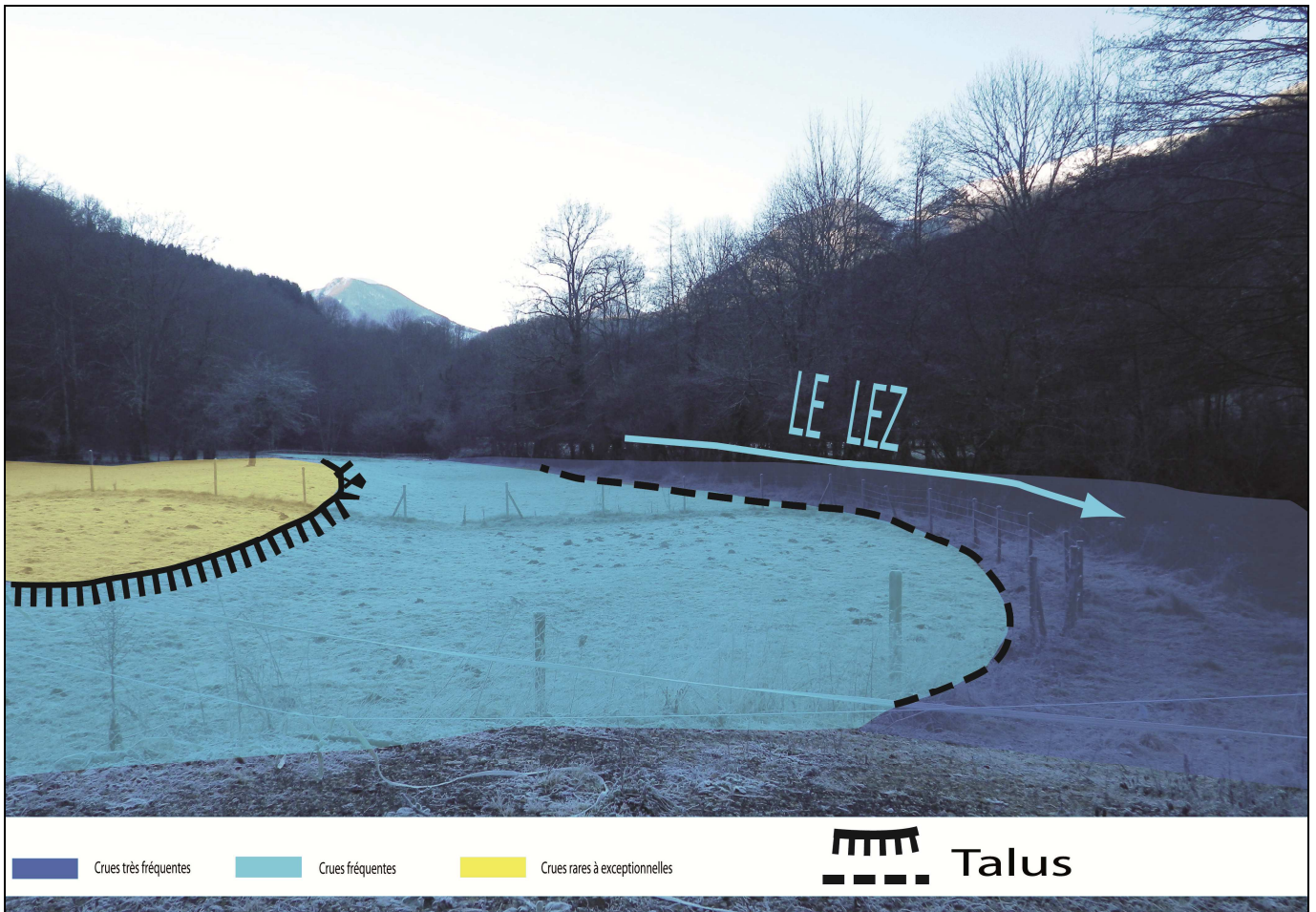


Figure 11: Zone de débordement en rive droite à l'amont du pont à Lascoux (source: Agerin)

❖ Le Ruisseau d'Irazein :

- Secteur d'Irazein :

Au niveau de la traversée du village, le Ruisseau d'Irazein présente un bassin de plus de 2 km² et de par ses caractéristiques il présente une propension aux crues torrentielles : pente raide, faibles temps de concentrations, incision importante dans le versant et présence de glissements de berges.

Le village d'Irazein se situe en marge du torrent et n'est donc pas menacé à l'exception d'une habitation en rive droite. Sa situation à l'aval du pont expose sa façade à des écoulements provenant d'embâcles, ainsi qu'à une déstabilisation des terrains amonts lié à des affouillements de berge. Toutefois, juste une portion du bâtiment est concernée.

- Secteur de Marbre :

A l'amont du passage sous la RD4 et sa confluence avec le Lez, le Ruisseau d'Irazein traverse le hameau de Marbre. La zone amont est marquée par un débordement préférentiel en rive gauche sur une terrasse s'élargissant jusqu'au pont, sur laquelle il existe un bâtiment, en cours de rénovation, concerné par un aléa fort T3 en

ped. Des débordements sont également possibles au niveau du pont à l'amont du hameau le long de la route (aléa moyen T2).



Figure 12 : Débordements à Marbre (source: Agerin)

❖ Le Ruisseau de l'Orle:

- Secteur de La Pucelle :

Le parking de La Pucelle marque la limite sud de la zone d'étude. Après une traversée encaissée dans les formations du Dévonien (calcschiste et calcaires) et les shales noirs du Silurien, le lit du Ruisseau de l'Orle s'élargit au niveau du parking. Dans le cadre de fortes crues, tout le fond de vallée risque d'être touché, on note de plus une zone de débordement marquée (point bas) le long de la route au droit des bâtiments. Outre de fortes vitesses, le transport solide peut être important à proximité du lit (aléa fort T3) et marqué jusqu'au pied de versant (aléa moyen T2).



Figure 13: L'Orle au niveau du parking de La Pucelle après la crue de juin 2013 (source: Agerin)

- Secteur d'Orle (village) :

Le village d'Orle est situé dans la portion aval du cône de déjection du ruisseau éponyme. Ce cône ancien de faible pente est aujourd'hui en partie fonctionnel puisque l'on observe une rive droite préservée (surélevée) des débordements majeurs. Il existe tout d'abord un chenal de crue en rive gauche au niveau de l'apex, se prolongeant plein nord jusqu'à la confluence avec le Lez. On trouvera au niveau du chenal des vitesses moyennes et un transport solide limité (aléa moyen de crue torrentielle T2), plus important aux abords du lit (T3).

A l'aval, des zones de débordements de part et d'autres du lit, en aléa moyen T2, peuvent impacter les habitations les plus proches des berges. La portion restante dans le cône actif est concernée par des phénomènes plus limités en termes de vitesse (étalement/ruissellement sur cône, aléa faible T1).

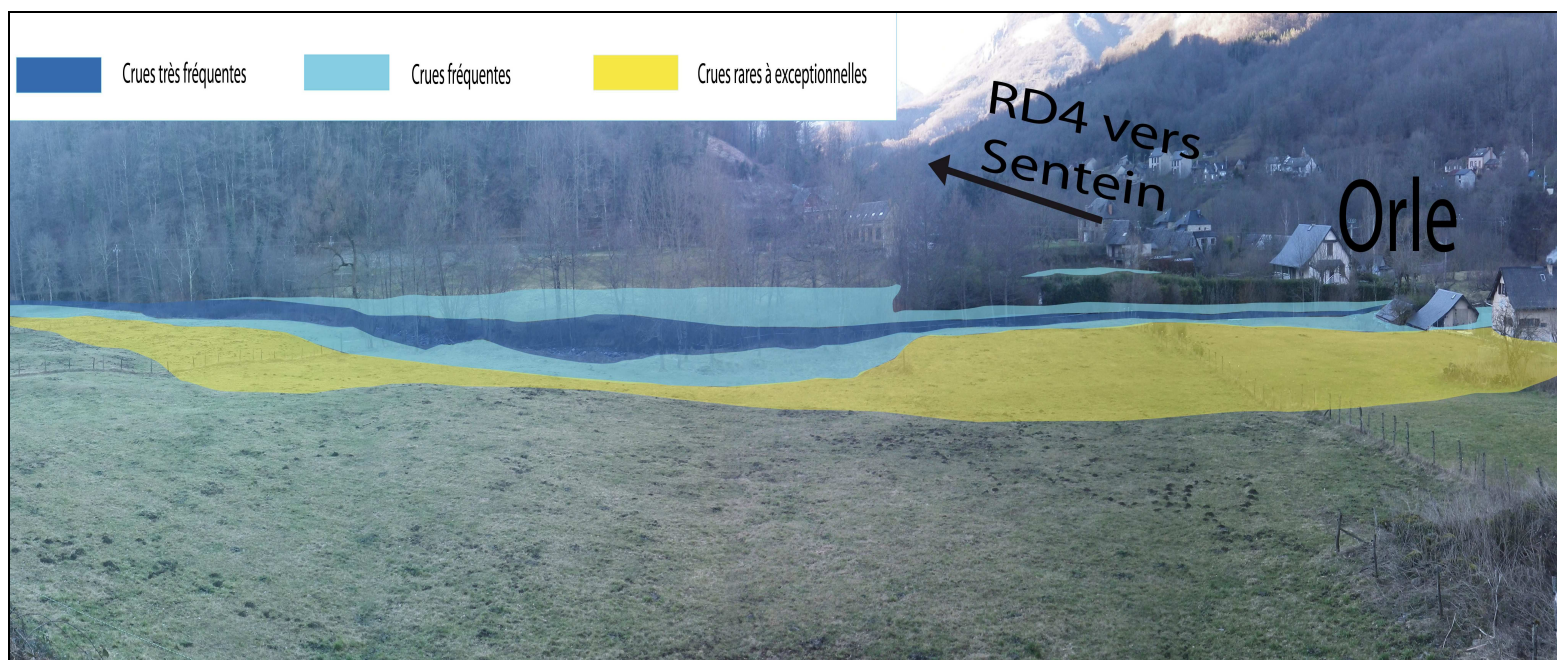


Figure 14: Le Ruisseau d'Orle à l'amont du village d'Orle (source: Agerin)

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 glissement 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.

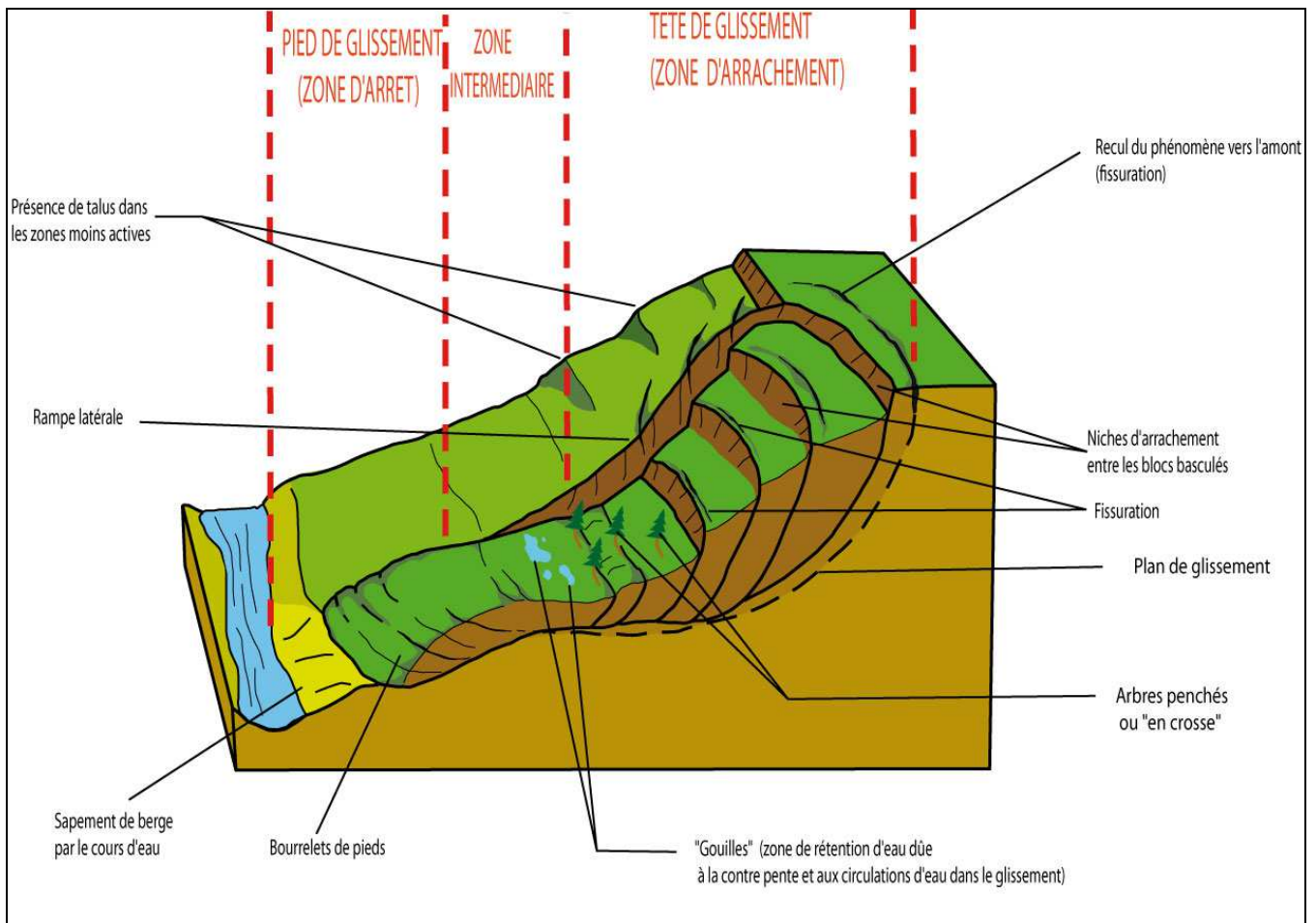


Figure 15: Description schématique d'un glissement de terrain (source: Agerin)

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Bonac-Irazein 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 desquelles on a une forte circulation d'eau, souvent dans des pentes marquées. Ces caractéristiques peuvent entraîner l'apparition de phénomènes type coulée de boue, mobilisant les niveaux d'altérations, ou des phénomènes de glissement localisés et de plus grande importance (glissements rotationnels).

- Secteur de la Pucelle (vallée d'Orle) :

Le versant surplombant la rive droite de l'Orle dans le secteur de la pucelle présente des terrains aux caractéristiques propices au phénomène de glissement de terrain : schistes recouvert d'une strate d'altération drapée de formations de versant peu épaisses, fortes pentes, sorties d'eau. In situ, de nombreux indices de fluage sont visibles : désordres sur la végétation (arbres en crosse), talus marqués, justifiant un aléa moyen de glissement de terrain G2. On observe également des instabilités localisées et de faible ampleur en limite est de la zone d'étude. Il s'agit de glissements de terrains de faible profondeur déclenchés par des circulations d'eau. Même si la quantité de matériaux est limitée (une dizaine de mètres cubes), le phénomène peut s'accroître par progradation (remontée de la zone d'arrachement) et/ou par la mobilisation de couches plus profondes.

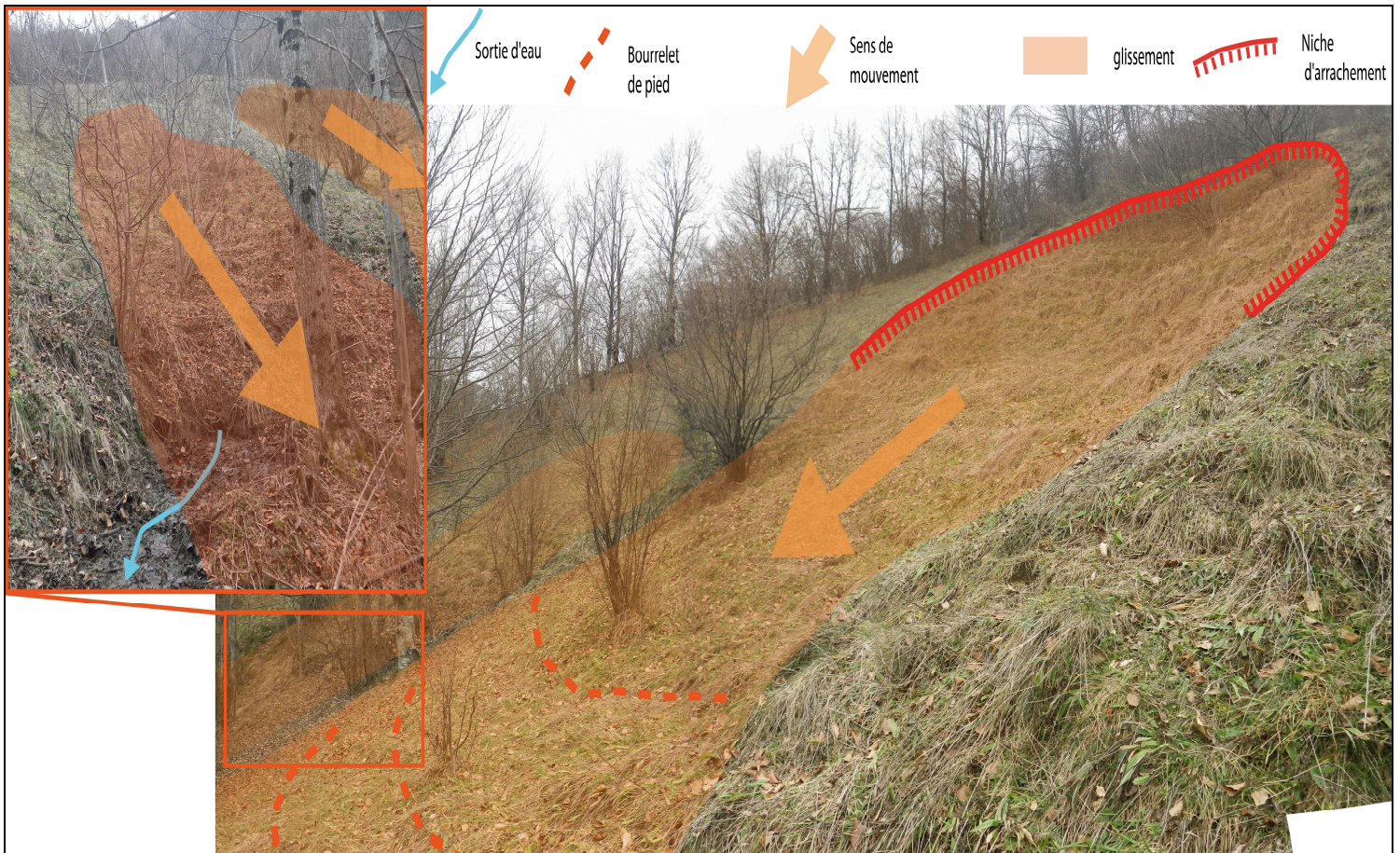


Figure 16: Glissements de terrain dans le versant ouest de la Pucelle (source: Agerin)

- Secteur de Luentein (vallée d'Orle) :

Le hameau de Luentein et les granges alentours sont situés dans une zone de pente modérée où l'apparition du phénomène de glissement de terrain est principalement régit par des changements de pente localisés, et par l'incision des Ruisseaux de Biechet et d'Oubats. Les bâtiments de Luentein les plus proches du lit du Biechet surplombent le ruisseau sur des terrains rendus instables par le sapement des pieds des berges.

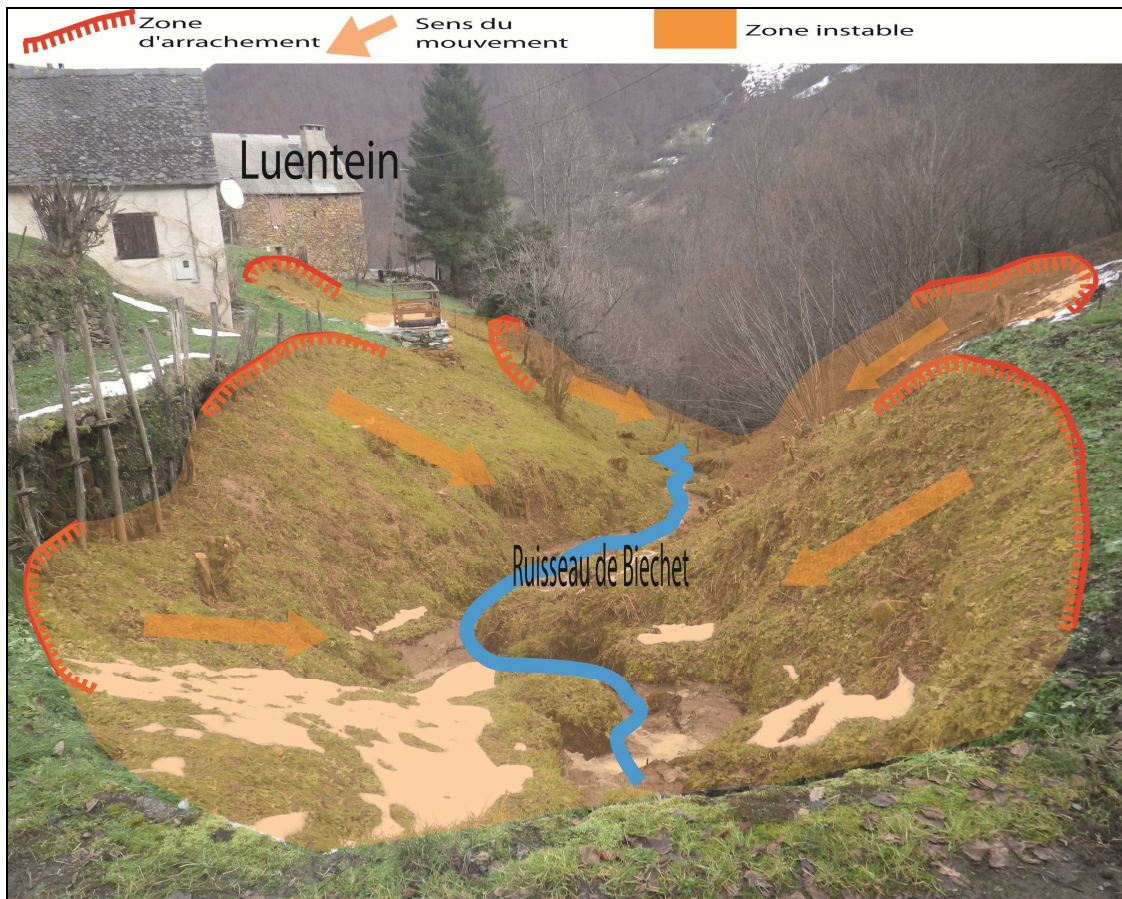


Figure 17: Zones instables aux abords du Ruisseau de Biechet dans la traversée de Luentein
(source: Agerin)

Au niveau des versants à l'amont de Luentein, on trouve assez rapidement des pentes plus raides et un modelé typique de fluage. De nombreux indices de glissement sont visibles (désordres sur la chaussée et la végétation, arbres en crosses, zones d'arrachement). On trouve d'ailleurs dans ces secteurs plusieurs blocs qui peuvent être remobilisés par des glissements de terrains localisés.



Figure 18: Instabilités et arbres en crosses au niveau de la piste de Pradecals (source: Agerin)

- Secteur de La Goulère :

La partie aval du versant de La Goulère, densément couverte par la forêt de l'Artigou présente de nombreuses traces de fluage (talus, zones d'arrachement, désordres sur la végétation). Ce fluage est accentué au niveau des cours d'eau par une incision plus ou moins marquée dans les schistes carburés.

On peut observer au niveau des Conques (amont de Bourial) ce qui pourrait être un glissement de versant ancien. En effet on retrouve toutes les caractéristiques d'un grand glissement de terrain, qui permet une bonne compréhension de ce type de phénomène :

- Zone d'arrachement dans les schistes sous les cols d'Arrau et du Trou de l'Osque.
- Zone intermédiaire de faible pente à partir de laquelle on retrouve quelques petits écoulements.
- Zone de pied avec bourrelets, incisée par le Lez.

Ce grand glissement ancien, qui semble être dû à une décompression des terrains liée au retrait glaciaire, est aujourd'hui peu actif dans son ensemble. Cependant, la zone de bourrelet présente des talus assez raides ou on retrouve une reprise d'activité locale, avec des fluages modérés et des zones d'arrachement localisées, justifiant un aléa moyen de glissement de terrain G2.

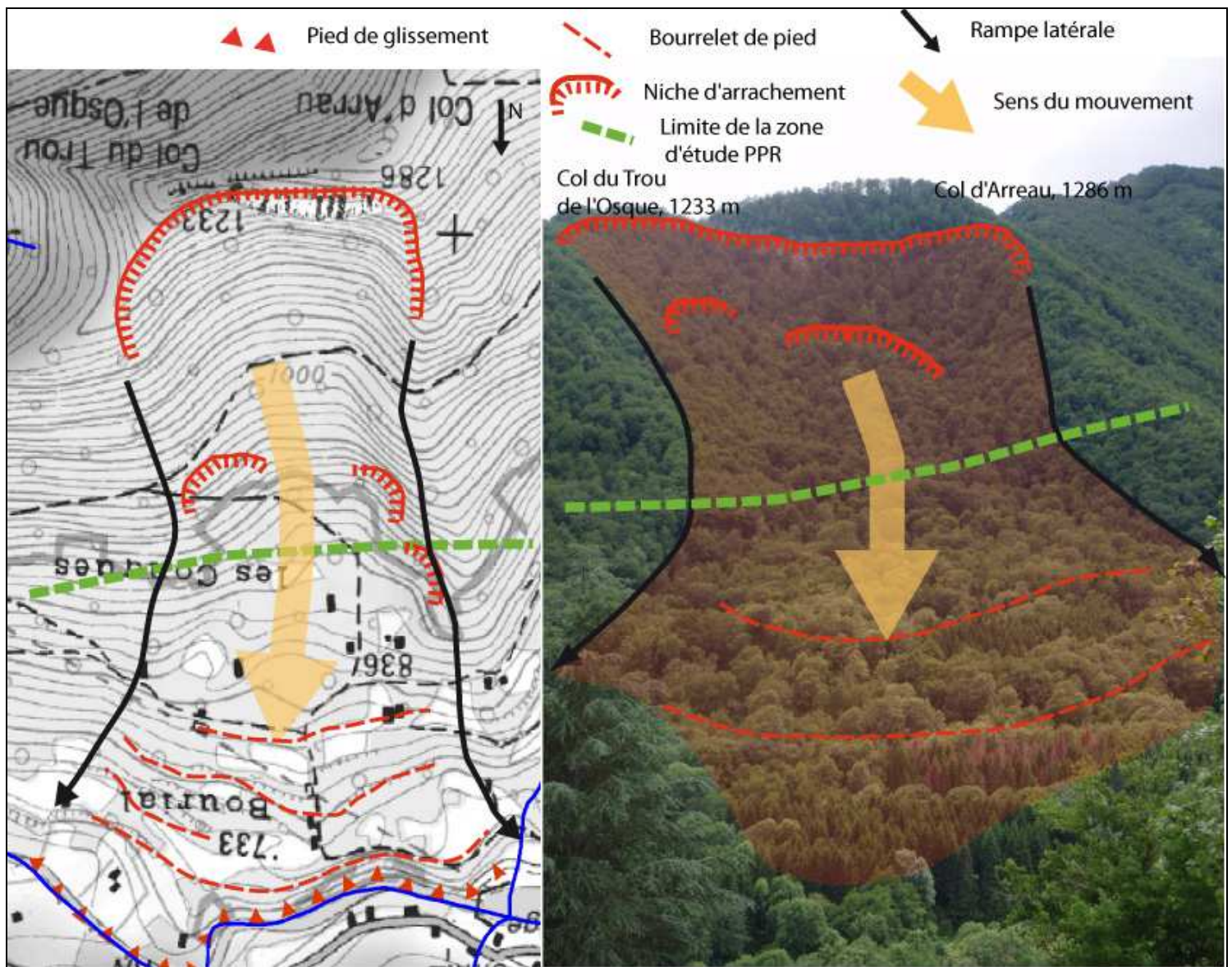


Figure 19: Glissements de terrain des Conques sur le fond IGN et vue depuis Samiac (source: Agerin)

- Secteur de Marbre et route d'Irazein :

La route menant au village d'Irazein a été tracée au sein des schistes lustrés altérés du Gothlandien. Le décaissement lié à sa construction a déstabilisé localement les portions les plus raides du versant (aléa moyen G2), ces instabilités sont de plus accentuées par l'incision du ruisseau d'Irazein par sapement des berges en pied de pente. On retrouve les signes classiques de mouvement du sol tel que des désordres sur la végétation. La route est également impactée, avec la présence d'affaissements localisés et des fissurations (aléa fort G3).

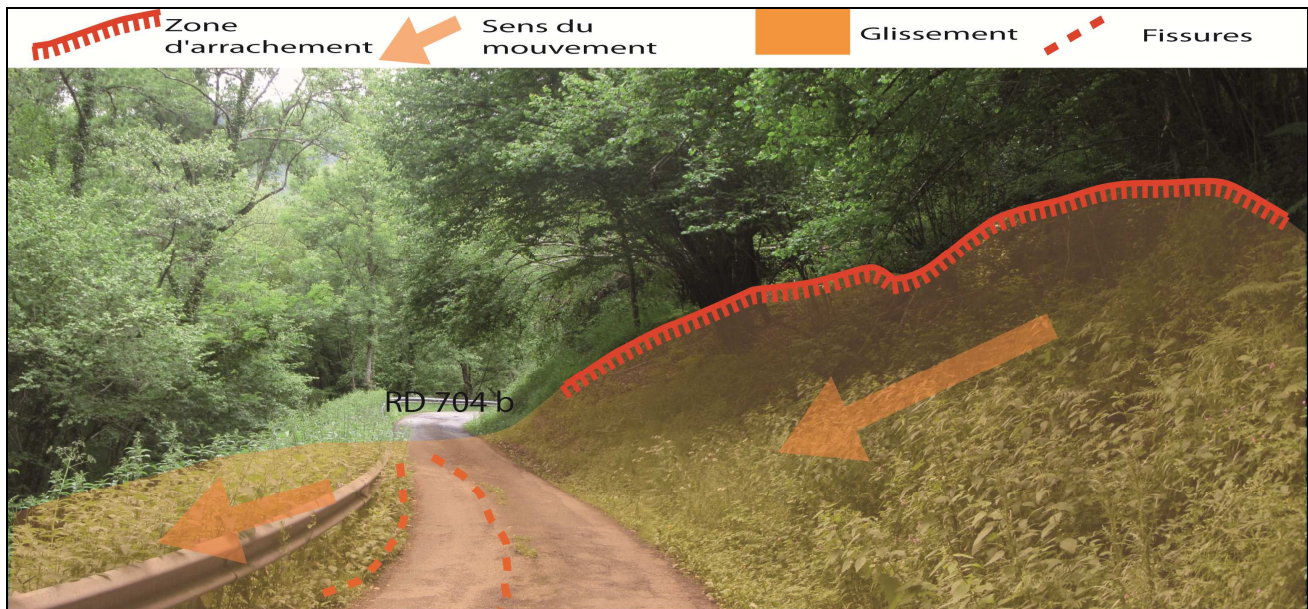


Figure 20: Désordres sur la chaussée dans le pied de versant à Marbre (source: Agerin)

On peut également observer des désordres sur certaines habitations construites trop proches du versant. Dans cette configuration, la poussée des terrains amont peut endommager (fissures) les bâtiments non adaptés en terme de fondation et de structure. Le phénomène de glissement de terrain peut être accentué localement par un phénomène de retrait gonflement des argiles liées à la décarbonatation.



Figure 21: Fissures sur une habitation encastrée dans le pied de versant à Marbre (source: Agerin)

- Secteur amont du village d'Irazein :

Le village d'Irazein, bâti au niveau de formations géologiques schisteuses assez massives, présente une stabilité relative. Les versants dominant le village présentent de nombreuses traces d'instabilités généralisés (talus, désordres sur la végétation, etc.). Cela vient en particulier de l'augmentation de pente. On peut également voir se produire des mouvements intenses mais très localisés comme de petits glissements avec niche d'arrachement réduite, ou de petites coulées de boue.

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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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 Luentein :

Dominé par les barres calcaires des Rochers Blancs, une partie du village de Luentein est concerné par le phénomène de chutes de blocs.

En effet, les calcaires Dévonien surplombant le vallon sont fortement fracturés et particulièrement touchés par la gélifraction (fragmentation de la roche provoquée par les cycles gel-dégel). Les affleurements peuvent produire des blocs de taille décimétrique à métrique dont le développement est peu limité par le couvert forestier et par une pente forte.

On trouve un aléa fort P3 dans les pentes les plus fortes et à proximité des affleurements, un aléa moyen P2 dans les pentes plus faibles en continuité des trajectoires préférentielles où des blocs sont visibles, un aléa faible P1 dans les zones d'extension maximale et dans les zones pouvant être concernées localement par la remobilisation de blocs.

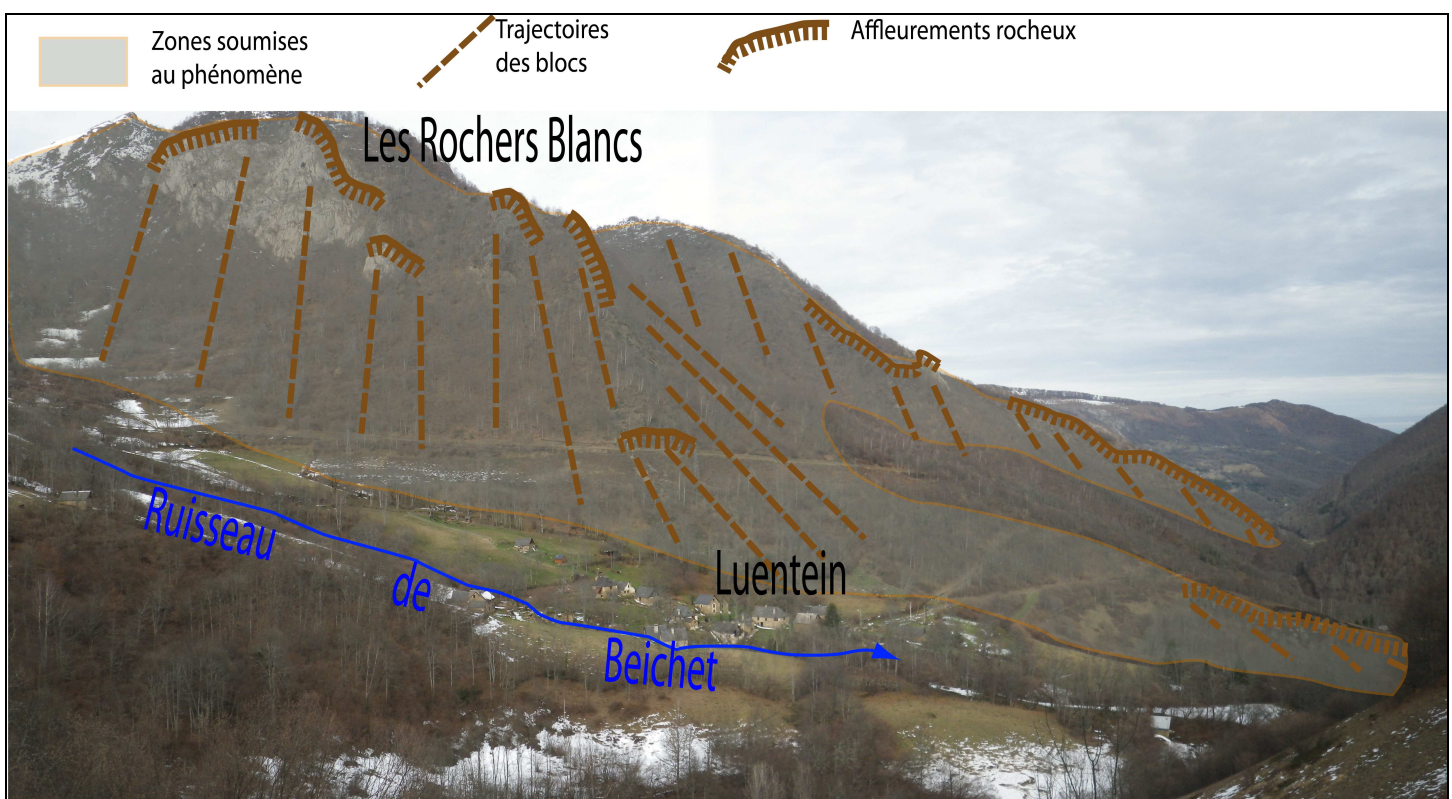


Figure 22: Affleurements surplombant Luentein vues depuis Les Courêts (source: Agerin)

- Secteur de La Pucelle, Bois de Besset :

On retrouve à la limite sud de la zone d'étude les calcaires à entroques du Dévonien. Ces calcaires à entroques à la différence des formations schisteuses plus tendre, apparaissent nettement sous forme d'affleurements massifs au niveau des rochers de La Pucelle, puis plus au nord et en altitude sous les Tucs du Coucou, de Lagarde et de Luron. Très sensibles aux phénomènes de gel/dégel (cryoclastie), ils vont alimenter les parties supérieures des versants ouest dominant la vallée d'Orle.

Dans le secteur de la pucelle, les affleurements sont plus bas en altitude et surplombent le parking et le sentier de randonnée, justifiant des niveaux d'aléa jusqu'en pied de versant malgré la présence de forêt. On retrouve dans le versant de nombreux blocs dont certains supérieurs au mètre cube. Vu la fracturation, des blocs d'une taille exceptionnelle pourraient être dégagés. Toutefois, leur descente devrait être réduite puisqu'un litage quasi-vertical entrainerait une forme de dalle ou d'écaille dont les rebonds sont limités (tranche).

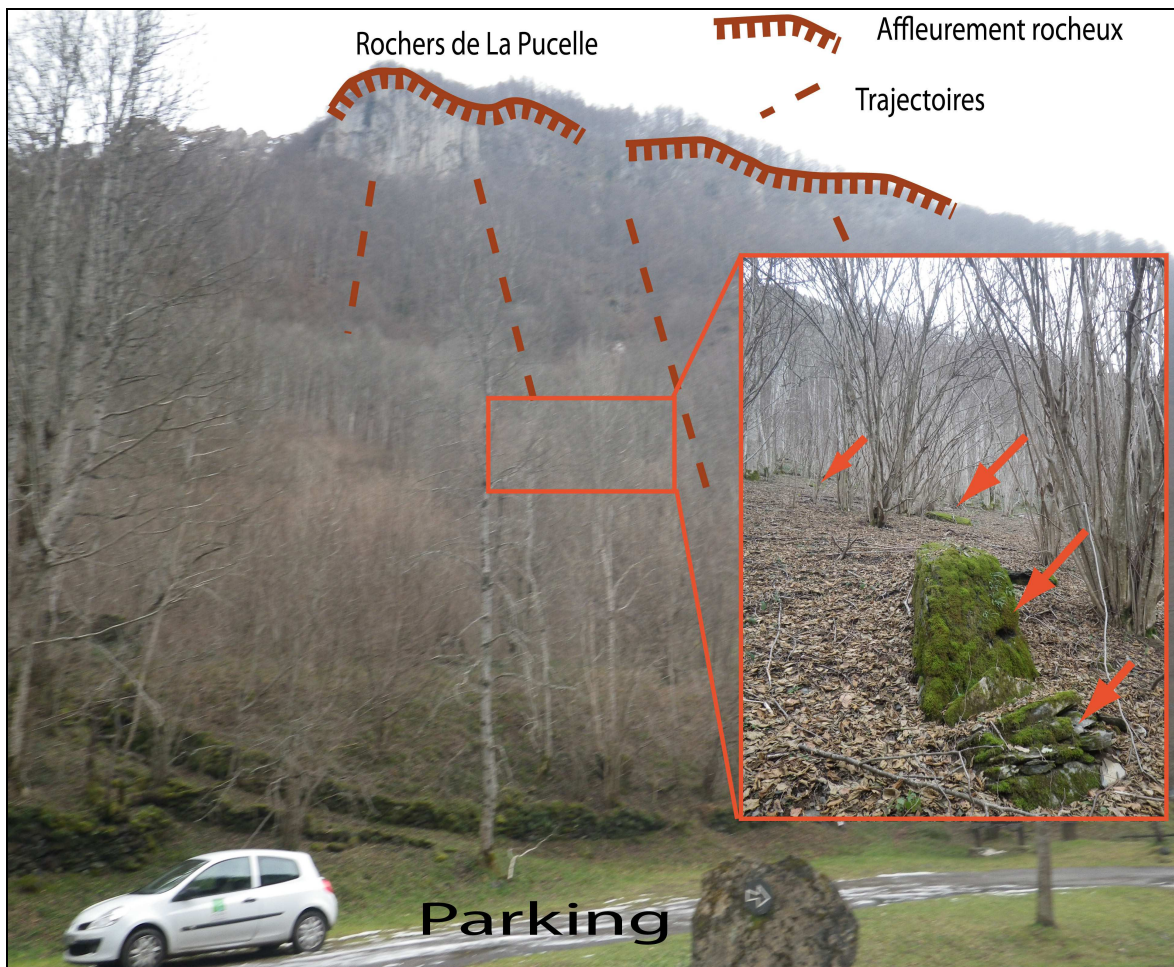


Figure 23: Affleurements surplombant le parking (source: Agerin)

- Secteur de L'Echart :

Le phénomène est présent à l'aval du chemin menant à la Pature de Larang, avec la présence ponctuelle de petits affleurements dans de fortes pentes, en particulier à proximité du ruisseau des Echarts, justifiant un aléa moyen P2. Sur le terrain, on note la présence de nombreux blocs jonchant le sol. La remobilisation de blocs est également possible par le déracinement d'arbres, fréquent dans ce secteur.



Figure 24: Arbre déchaussé dans le bois de L'Echart, laissant apparaître un sol constitué de blocs (colluvions) (source: Agerin)

- Secteur d'Arrau :

On retrouve des formations calcaires dans les versants surplombant la rive gauche du Ruisseau d'Orle au niveau de Coume d'Arrau et d'Artiguepla, sous forme de petits escarpements. De nombreux blocs sont visibles sur le terrain, dont certains sont erratiques (hérités des glaciations quaternaires) mais qui peuvent être remobilisés (forte pente). La majeure partie du secteur est qualifiée d'un aléa moyen de chute de blocs P2.

- Secteur des versants à l'amont du village d'Irazein :

Les vallons du bois de la Fontaine Rouge, de la Coume d'Espias et des Courets sont exposés au phénomène de chute de blocs, par la présence de blocs issus des affleurements calcaires du Dévonien en crête, par l'existence de la bande des calcaires urgo-aptiens et par la présence d'escarpements calcaires au à l'aval.

On note également la présence de blocs isolés en surface ou dans les formations superficielles dans la majorité du versant, lesquels peuvent être remobilisés par des déchaussements d'arbres ou des glissements de terrain.

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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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 Bonac-Irazein, étant donné les matériaux en présence et la végétation extrêmement dense.

On note toutefois la présence de ravines (griffes de ravinement) à l'amont de la Route Départementale dans le secteur de Piech. Certaines présentent des zones de ravinement moyen V2 au niveau de petites combes. Une ravine importante, en partie issue de la fontaine de Courassou est également présente dans la partie Nord de la zone d'étude. Vu l'incision importante, la ravine est concernée par un aléa fort V3.

La zone d'étude est concernée par le phénomène de ruissellement diffus.

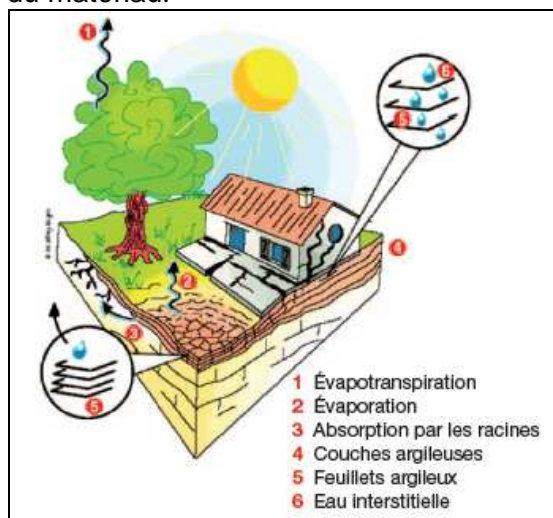
L'aléa retrait gonflement des sols argileux RGSA

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 représenté sur les cartes)

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 BONAC-IRAZEIN 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.

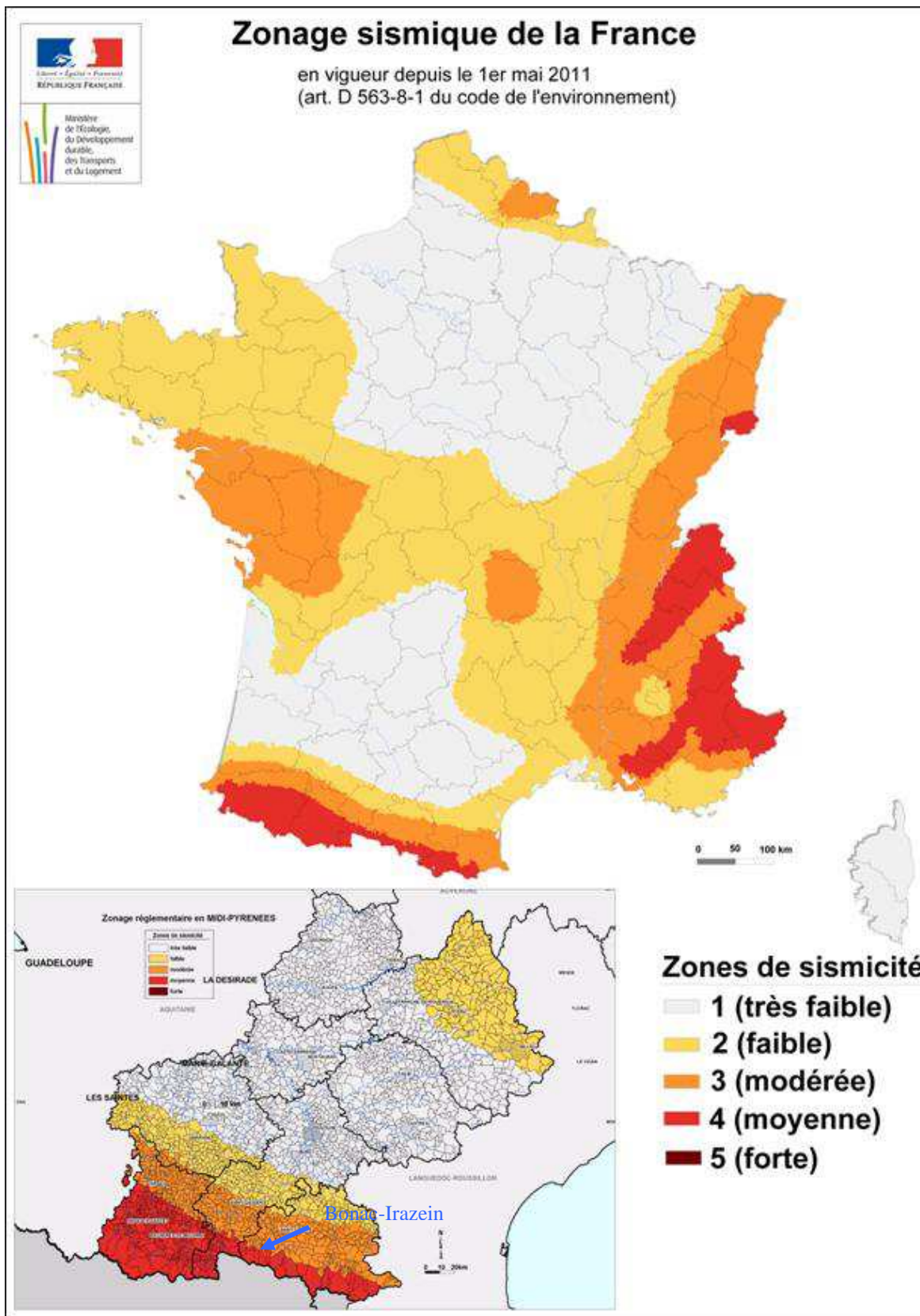


Figure 25: Zonage sismique de la France (source: <http://www.planseisme.fr>)

**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	Cap des Prats, Pâturé de Larang, La Plaire, Luentein, Espaumont, Fons de Doul, Pladerum, Mourere, Maillol, Les Artech, Laquaing, Sarrat, Bruquet, Piech	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 et de l'Orle	Glissement de terrain	Pieds des versants sur lesquels on observe des signes d'activités et/ou des instabilités.	G1
3	L'Echart, Pâturé de Larang, La Plaine, Espaumort, Casas, Biac, Coume Majou, artigueplat, Barrail, Mouchot, Lascoux, Gouteros, Lagoute, Bourgs, Coume, Moun, Les Goutes, Font Rouge, Fassitch, La Serre, Coumodaout, Mourère, Bourial, La Coste del Pont	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'arrachements 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

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
4	Ruisseau des Echarts, ruisseau de Biechet, ruisseau de Mousoudous, Fons de Doul, ruisseau de Pause, Esqualoplas, ruisseau d'Irazein, Garros, Trazères, Coume Sèque, Fount Rouge, Soulé	Glissement de terrain	Glissements de terrain avérés, avec zone d'arrachement, produite par l'incision des torrents dans les versants tendres.	G3
5	L'Echart, La Pucelle, ruisseau de Biechet, ruisseau de Mousoudous, Hubat, Esqualoplas	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
6	L'Echart, La Pucelle, ruisseau de Biechet, ruisseau de Mousoudous, Fount Rouge, Soulé	Glissement de terrain	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
7	RD4 à l'amont et à l'aval de Lascoux.	Glissement de terrain Chute de blocs	Déstabilisation des formations schisteuses au niveau de la RD4, dues à des circulations d'eau et à la déstabilisation du pied de berge par le Lez.	G3P2
8	Maoure, La Plaire, La Pucelle	Glissement de terrain Chute de blocs	Secteurs à l'aval immédiat d'affleurements rocheux importants, ou fortement fracturés et/ou altérés, présentant de nettes traces de fluage (talus, désordres sur végétation, bombement et effondrement de murets, etc.), voire des glissements de terrains localisés.	G2P3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
9	La Pucelle, L'Echart, Courets, Pâture de Larang, La Plaire, Pause de Saut	Glissement de terrain Chute de blocs	Zones présentant les mêmes caractéristiques, plus en aval des éboulis vifs ou à proximité de petits affleurements.	G2P2
10	Chemin de Bonac Fount Rouge Soulé	Chute de blocs	Chute de blocs sur une zone de replat.	P2
11	Chemin de Bonac La Pucelle Fount Rouge Soulé	Chute de blocs	Chute de pierres (petite taille) sur zone de replat.	P1
12	Le Palo, La Pucelle, Espaumont,	Glissement de terrain Chute de blocs	Terrain de faible pente présentant quelques traces de fluage lent à proximité de petits affleurement ou d'éboulis.	G1P2
13	Pause de Saut, La Plaire, La Pucelle	Glissement de terrain Chute de blocs	Terrain de faible pente présentant quelques traces de fluage lent où des blocs de petite taille peuvent être déstabilisés, ou situés dans la zone d'extension des chutes de blocs des affleurements rocheux.	G1P1
14	La Pucelle Fount Rouge Soulé	Glissement de terrain Chute de blocs	Terrain de faible pente présentant des traces de fluage moyen (talus, zones d'arrachement, désordres sur les chaussées et sur la végétation, etc.) dans lesquels des blocs de petite taille peuvent être déstabilisés, ou situés dans la zone d'extension des chutes de blocs des affleurements rocheux	G2P1

- Aléas Crue torrentielle 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 du de l'érosion de berge et des zones de débordement très fréquent.	T3
2	Le Lez	Crue torrentielle	Zone de débordement fréquent (débordements préférentiels), avec fortes vitesses et transport solide.	T3
3	Le Lez	Crue torrentielle	Zones d'expansion de crue dans la plaine du Lez ou chenaux secondaires.	T2
4	Le Lez	Crue torrentielle	Zones de la plaine alluviale du Lez concernées par des crues majeures sur de faibles hauteurs et vitesses.	T1
5	Irazein, Camps de Marbe.	Crue torrentielle	Lit mineur du ruisseau d'Irazein, élargie et comprenant la zone de crues très fréquentes au niveau de Marbe.	T3
6	Ruisseau d'Irazein, Ruisseaux de Maubré et de Riou Sour	Crue torrentielle	Zones de débordement des torrents de la vallée du Lez, avec des vitesses moyennes et un transport solide modéré.	T2
7	Ruisseau de Pesqué, Ruisseau de Bonac, Ruisseau de Lagouta, Ruisseau des Artech, Ruisseau de Bonac, Ruisseau de Lagouta, Ruisseau de Sarret, Ruisseau de Goulère, Ravin de Cego-Loup, ravin du Clot de l'Ours	Crue torrentielle	Lit mineur élargi des ruisseaux des versants de la vallée du Lez.	T3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
8	Ruisseau de Bonac, Ruisseau de Lagouta, Ruisseau de Bonac, Ruisseau de Lagouta	Crue torrentielle	Ecoulements/ruissellements sur les cônes de déjection des ruisseaux de la vallée du Lez.	T1
9	Vallée de l'Orle	Crue torrentielle	Lit mineur du Ruisseau d'Orle, élargi par les zones de crue très fréquentes.	T3
10	Vallée de l'Orle	Crue torrentielle	Zones de débordements secondaires de l'Orle. Ces secteurs, plus élevés que les zones de débordements préférentiels sont concernés par des vitesses moyennes et un transport solide faible à modéré.	T2
11	Village d'Orle, La Pucelle	Crue torrentielle	Limite des crues majeures de l'Orle, généralement jusqu'au pied de versant, concernées par de faibles vitesses.	T1
12	Village d'Orle	Crue torrentielle	Débordements préférentiels de part et d'autre du Ruisseau de l'Orle au niveau du cône de déjection. Chenal de crue en rive gauche (point de débordement à l'apex du cône).	T2
13	Village d'Orle	Crue torrentielle	Ruissellement et étalement sur le cône de déjection de l'Orle.	T1
14	Artiguepla	Inondation	Canal	I3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
15	Ruisseau des Echarts, Ruisseaux de Bouleye (La Pucelle), Ruisseaux de Coume Nère, Ruisseaux de Biechet, Ruisseau de Coume Dul	Crue torrentielle	Lit mineur élargi des Ruisseaux des versants de la vallée de l'Orle.	T3
16	Ruisseaux de Bouleye (La Pucelle), Ruisseau de Biechet	Crue torrentielle	Zones de débordement au niveau des cônes de déjection des Ruisseaux ci-dessus.	T2
17	Ruisseaux de Bouleye (La Pucelle), Ruisseau de Biechet	Crue torrentielle	Ruissellement/étalement sur les cônes.	T1
18	Couloirs de La Pucelle	Avalanche	Zones d'avalanches (transit et arrivée) très fréquentes mobilisant d'importantes quantités de neige et des pentes régulières et raides.	A3
19	Couloirs de La Pucelle, avalanche de Luentein (Cassaing et Pradecals), Coume Dul	Avalanche	Pieds des couloirs actifs, avalanches fréquentes.	A2
20	Couloirs de La Pucelle, Coume Dul	Avalanche	Zone d'extension maximale (topographie) des couloirs avalancheux.	AE
21	Couloirs de La Pucelle, Ruisseaux de Biechet, Coume Dul, couloir de Riou Sour	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches très fréquentes le long des talwegs.	A3T3
22	Couloirs de La Pucelle, couloir de Riou Sour	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches le long des talwegs.	A2T3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
23	Couloirs de La Pucelle	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches au niveau de zones de débordement.	A2T2
24	Couloirs de La Pucelle	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches au niveau de cônes de déjection.	A2T1
25	Couloirs de La Pucelle	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches très fréquentes au niveau de cône de déjection.	A3T1
26	Couloirs de La Pucelle	Avalanche Crue torrentielle	Zones d'avalanches très fréquentes au niveau de zones de débordement.	A3T2
27	Laspe	Avalanche Crue torrentielle	Extension maximale de l'avalanche dans le talweg.	AET3
28	Lascoux	Crue torrentielle	Débordement du torrent le long de la route.	T2
29	Piech, Coume, Bourdaou	Ravinement	Griffes de ravinement à surplombant la route de Sentein.	V3
30	Piech	Ravinement	Petites combes en tête des griffes suscitées.	V2
31	Village, Camps de Marbe	Ravinement	Zone de concentration d'eaux de ruissellement au niveau du chemin.	V1

III- 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] **Expertise Etude d'aléas, lieu-dit Soule et Font Rouge**
Etude RTM, -2010.

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).

Avalanche.fr

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.