



Direction Départementale de l'Agriculture
et de la Forêt de l'Ariège



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE L'ARIEGE



Restauration des Terrains en Montagne

Commune de **Verdun-sur-Ariège**

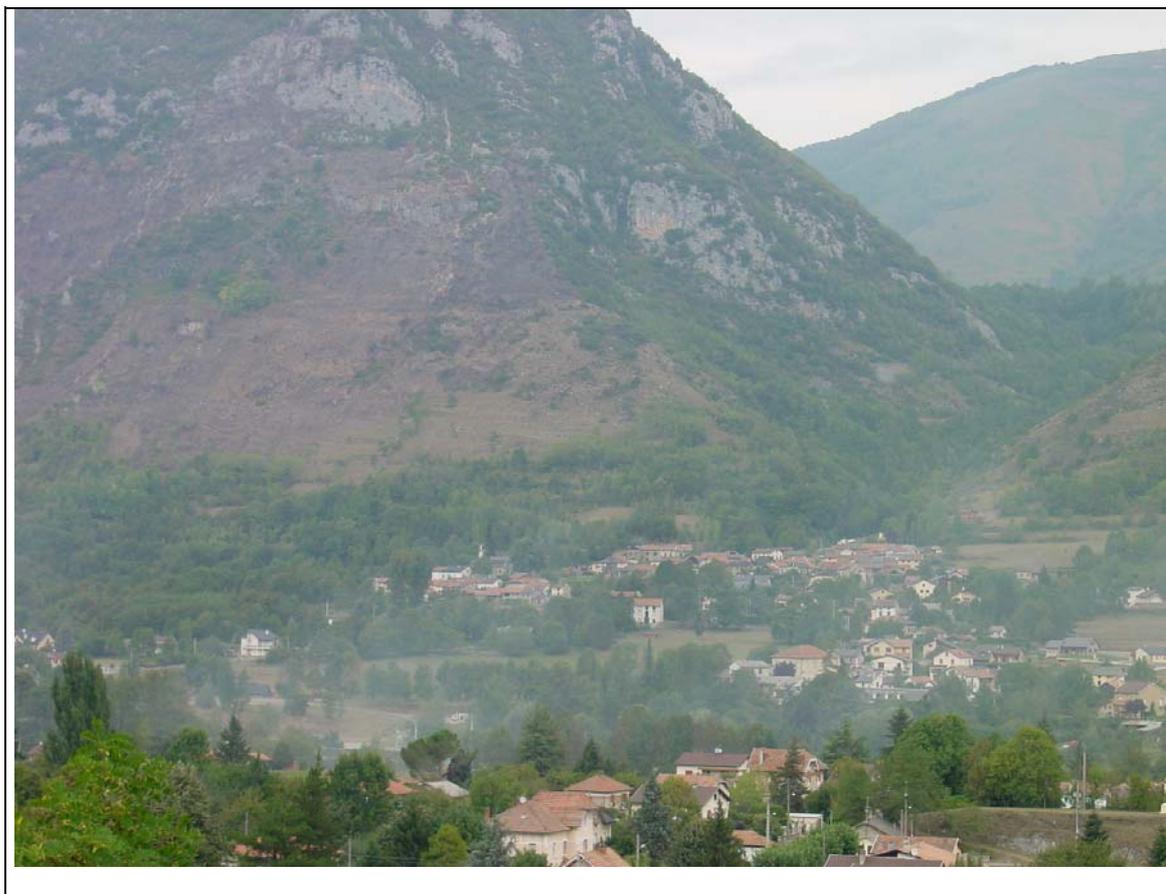
(N° INSEE : 09 03 328)

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

- P.P.R. -

Livret 1

Rapport de présentation



DOCUMENT APPROUVE

Prescription : 29 juillet 2002
Elaboration : printemps 2004

- SOMMAIRE DU LIVRET 1 -

1. PREAMBULE	3
2. PRESENTATION DE LA COMMUNE	4
2.1. Cadre géographique.....	4
2.2. Cadre géologique	4
2.3. Données météorologiques et hydrologiques	5
2.4. Hydrographie.....	5
3. LES PHENOMENES NATURELS.....	6
3.1. Définition et choix du périmètre d'étude	6
3.2. Les mouvements de terrain	6
3.2.1. Les chutes de blocs et/ou de pierres.....	6
3.2.1.1. Evènements dommageables recensés	7
3.2.2. Les ravinements	7
3.2.3. Les glissements de terrain.....	8
3.2.3.1. Evènements dommageables recensés	9
3.2.4. Les retraits et gonflements du sol.....	9
3.3. Les inondations et crues torrentielles	11
3.3.1. Survenance et déroulement	11
3.3.2. Evènements dommageables recensés	12
3.3.3. Les débits des cours d'eau	14
3.4. Les séismes	16
3.4.1. La sismicité régionale.....	16
3.5. Carte informative de localisation des phénomènes naturels prévisibles (hors séismes)	19
4. LES ALEAS.....	20
4.1. Définition	20
4.2. Echelle de gradation d'aléas par type de risque.....	21
4.2.1. Aléa "mouvement de terrain".....	21
4.2.1.1. Aléa "ravinements"	21
4.2.1.2. Aléa "chutes de pierres et/ou de blocs".....	22
4.2.1.3. Aléa "glissements de terrains".....	23
4.2.2. L'aléa "inondations et crues torrentielles".....	24
4.2.3. L'aléa "séismes"	27
4.3. Inventaire des phénomènes naturels et niveau d'aléa des zones du P.P.R. (hors séismes).....	28
4.3.1. Zones directement exposées	28
4.4. Carte des aléas des phénomènes naturels prévisibles (hors séismes)	30
5. ENJEUX et VULNERABILITE	31
5.1. Définition	31
5.2. Evaluation des enjeux et Niveau de vulnérabilité par type de risques	31
5.2.1. Les mouvements de terrain	31
5.2.1.1. Les ravinements.....	31
5.2.1.2. Les chutes de pierres et/ou de blocs	32
5.2.1.3. Les glissements de terrain	32
5.2.2. Les inondations et crues torrentielles.....	33
6. LES RISQUES NATURELS	34

Légende de la photographie de couverture : Village de Verdun sur Ariège implanté sur le cône de déjection du ruisseau des Moulines.

1. PREAMBULE

L'Etat et les communes ont des responsabilités respectives en matière de prévention des risques naturels. **L'Etat doit afficher les risques** en déterminant leur localisation et leurs caractéristiques et en veillant à ce que les divers intervenants les prennent en compte dans leurs actions. Les communes ont le devoir de prendre en considération l'existence des risques naturels sur leur territoire, notamment lors de l'élaboration de documents d'urbanisme et de l'examen des demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation des sols.

La partie de territoire de la commune de Verdun-sur-Ariège concerné par le périmètre d'étude du PPR, est exposé à plusieurs types de risques naturels :

- le **risque de mouvements de terrain**, distingué en chute de blocs depuis les ressauts et escarpements rocheux du Quié, en glissement de terrain et en ravinement dans les terrains de couverture de pentes,
- le **risque d'inondation** par l'Ariège **et de crue torrentielle** par le ruisseau des Moulines.

Aussi, une délimitation des zones exposées à ces risques naturels a été réalisée dans le cadre d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) établi en application de la loi n° 87-565 (cf. annexe) du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs, notamment ses articles 40-1 à 40-7 issus de la loi n° 95-101 (cf. annexe) du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement ; les dispositions relatives à l'élaboration de ce document étant fixées par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 (cf. annexe).

En permettant la prise en compte :

- des risques naturels dans les documents d'aménagement traitant de l'utilisation et de l'occupation des sols,
- de mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à mettre en œuvre par les collectivités publiques et par les particuliers,

La loi du 22 juillet 1987, support du P.P.R., permet de réglementer le développement des zones concernées, y compris dans certaines zones non exposées directement aux risques, par des prescriptions de toute nature pouvant aller jusqu'à l'interdiction.

En contrepartie de l'application des dispositions du P.P.R., le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles prévu par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, modifiée par l'article 18 et suivants de la loi n° 95-101 du 2 février 1995, et reposant sur un principe de solidarité nationale, est conservé. Toutefois, le non-respect des règles de prévention fixées par le P.P.R. ouvre la possibilité pour les établissements d'assurance de se soustraire à leurs obligations.

Les P.P.R. sont établis par l'Etat et ont valeur de servitude d'utilité publique (article 40-4 de la loi du 22 juillet 1987) ; ils sont opposables à tout mode d'occupation et d'utilisation du sol. Les plans d'occupation des sols (P.O.S.) et leurs successeurs les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.) doivent respecter leurs dispositions et les comporter en annexe (L 126-1 du code de l'urbanisme).

L'arrêté préfectoral du 29 juillet 2002 prescrit l'établissement d'un P.P.R. (Plan de Prévention aux Risques naturels prévisibles) de la commune de Verdun-sur-Ariège selon la loi n° 95-101 du 2 février 1995 (art. 40-6) dans le périmètre mis à l'étude (cf. annexe).

2. PRESENTATION DE LA COMMUNE

2.1. Cadre géographique

La commune de Verdun-sur-Ariège, au cœur du bassin intra-montagnard des Cabannes, commune chef-lieu de canton, étend son territoire d'une superficie de 1 171 hectares à la fois sur le Val d'Ariège et vers le nord au delà du chaînon du Quié, sur le flanc méridional de la Montagne de Tabe, culminant au Pic de Han (alt. 2074 m).

La commune confine ainsi avec les communes d' :

- Ornolac-Ussat-les-Bains, Sinsat, Aulos, Les Cabannes, et Albiès en Val d'Ariège,
- Cazenave-Serres-et-Allens, Senconac et Montferrier adossées au massif du Saint Barthélemy.

Le village de Verdun qui regroupe l'essentiel de la population, est établi au pied des escarpements rocheux du Quié et du Serre de Toulzan, et s'étage sur le cône de déjection du ruisseau des Moulines entre deux hameaux d'implantation historiques :

- Barry d'En Bas, en rive droite de l'Ariège au droit du pont de Verdun aux Cabannes ou Pont Vieux,
- Barry d'En Haut, en sommet de cône construit au sortir d'une vallée étroite ouverte à l'amont sur un vallon à remplissage glacio-lacustre courant à Sourdeign à la base de La Montagne de Tabe .

Sa population compte 183 habitants au recensement de 1999 (154 habitants en 1990), et autant d'estivants aux mois de juillet et août.

2.2. Cadre géologique

La commune de Verdun-sur-Ariège étend son territoire sur des terrains se rattachant au domaine :

- de la Haute Chaîne Primaire dont la couverture sédimentaire est visible dans les pointements rocheux des Pijols, de Pech Martine et du Pijol d'En Joulia ainsi qu' au flanc du Sarrat de Taychous,
- de la Zone Nord Pyrénéenne dans les chaînons plissés et karstifiés à matériel jurassique et crétacé du Quié et du Serre de Toulzan par delà la vallée du ruisseau des Moulines d'une part et dans les gneiss et micaschistes du versant de Lauzate et de la combe de l'Estagnolette d'autres part.

Ces deux grands ensembles sont bordés par l'accident Nord-pyrénéen traversant obliquement la vallée de l'Ariège depuis Bouan et dont le passage se signale par une brèche de faille visible à la Lesse , en amont du village et dans le talus rocheux amont de D 120.

De la période glaciaire, la commune de Verdun conserve comme héritage les épais dépôts glacio-lacustres de Las Arénos, du Pla et de L'Estagn et d'Arniguel. Leur remobilisation par le ruisseau des Moulines lors des périodes de précipitations saturantes excédentaires ont valu à la communauté villageoise de Verdun les catastrophes à répétition de la fin du XIX siècles.

2.3. Données météorologiques et hydrologiques

Le fond de vallée dont fait partie la commune de Verdun est l'endroit le plus sec du département de l'Ariège. La station Météo-France de Verdun-sur-Ariège reçoit en moyennes annuelles des précipitations comprises entre 600 et 700 mm. Ceci en fait un des sites les plus secs du département de l'Ariège.

Cependant des précipitations tombées sur les bassins montagnards de la haute Ariège et de l'Aston présentent des cumuls de hauteurs d'eau reçues ainsi que d'intensités horaires et journalières plus élevées peuvent générer des crues redoutables de ces grands cours d'eau.

Ainsi par flux de nord-ouest comme en juin 1875 ou à la Pentecôte 2000, l'installation de situations pluvieuses persistantes et durables sont à l'origine des crues généralisées de l'Ariège et de ces affluents. Les flux de sud surtout automnaux et capable de poussées les masses d'air humide par dessus la ligne de crête frontière avec l'Andorre comme en novembre 1982, sont génératrices de lames d'eau conséquentes sur des durées horaires courtes et de réactions brutales des hauts bassin versants. Des flux d'est concernent également la haute Ariège et son affluent l'Oriège.

2.4. Hydrographie

L'**Ariège** qui borde au sud la commune possède un bassin versant montagnard à sa confluence avec l'Aston d'une superficie de 515 km². Elle reçoit, au lieu-dit Cadefals et L'Ille à l'aval du pont de la RN 20, l'impétueux **ruisseau des Moulines** de 9 km² de bassin versant.

Le **ruisseau des Moulines** est issu de la combe suspendue de l'Estagnolette dominée par le Pic de Han (alt. 2074 m). En sortie, il reçoit des émergences sourdant de moraines relictuelles conservées au pied du Quié Long et de passées failleuses accidentant les gneiss de son haut bassin. Dans la traversée du replat de Sourdeign, Las Arénos, Pla de L'Estagn et d'Arniguel, il incise des dépôts glacio-lacustres surmontant des calcaires karstiques et reçoit des apports de versants de plusieurs autres ruisseaux dont le Rec de Gascou et le Rec de Coty. Avant de parvenir sur son cône, il reçoit encore des apports karstiques issus des chaînons calcaires du Quié et de Cruzille.

Le ruisseau des Moulines à la suite des laves torrentielles de la fin du XIX siècle a été l'objet d'une correction torrentielle mis en œuvre par l'Etat. Dès 1902, après la constitution de la série domaniale RTM de Verdun, des ouvrages de correction torrentielle ont été construits sur les affluents du ruisseau des Moulines, des drains ont été réalisés dans son bassin d'alimentation et une digue a été élevée au Barry d'en Haut. Aujourd'hui, 56 ouvrages existent sur l'ensemble du réseau hydrographique, dont 14 seuils sur le Rec de Gascou, 17 barrages et seuils¹ sur le Rec de Coty, 2 seuils sur le ruisseau des Moulines. Enfin un barrage filtrant avec plage d'atterrissement amont a été achevé sur le ruisseau des Moulines en 2003.

¹ Les seuils et les barrages sont des ouvrages installés dans le lit du cours d'eau qui lui confèrent un profil en long en forme de marches. Ils réduisent ainsi la déclivité entre les ouvrages et permettent au cours d'eau de se purger d'une partie des matériaux. Le seuil se distingue du barrage en ce que sa hauteur est inférieure à 2 mètres.

3. LES PHENOMENES NATURELS

Les différents phénomènes naturels pris en compte dans le cadre de ce Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles sont :

- ✎ les mouvements de terrain, identifiés en chute de blocs, en ravinement et en glissement de terrain,
- ✎ les inondations et les crues torrentielle.

Les séismes sont rappelés pour mémoire.

3.1. Définition et choix du périmètre d'étude

Le périmètre d'étude du P.P.R. de Verdun-sur-Ariège définit la zone à l'intérieur de laquelle sera appliqué le règlement de ce document de prévention des risques naturels. Il concerne l'ensemble du territoire communal et plus particulièrement les secteurs où réside la population et où s'exercent les activités et l'occupation humaine. Il s'agit des zones urbanisées ou susceptibles de l'être, celles d'aménagements touristiques, et enfin les voies de circulations normalement carrossables.

3.2. Les mouvements de terrain

3.2.1. Les chutes de blocs

Elles se rapportent à des éléments rocheux tombant sur la surface topographique. Ces éléments rocheux proviennent en général de zones rocheuses escarpées et fracturées ou de zones d'éboulis instables.

Ces chutes peuvent être provoquées par :

- des discontinuités physiques de la roche, les plus importantes étant les multiples fractures qui découpent les falaises et les affleurements rocheux,
- une desquamation superficielle de la roche, résultat d'une altération chimique par les eaux météoriques,
- une action mécanique telle que renversement d'arbres ou des ébranlements d'origine naturelle tels que les séismes, ou artificielle tels que les ébranlements ou les vibrations liés aux activités humaines (circulation d'automobile, minage,...),
- des processus thermiques tels que l'action du gel et du dégel, d'hydratation ou de déshydratation de joints inter-bancs, des incendies.

Il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles. Il est par contre plus difficile de définir la fréquence d'apparition des phénomènes. Les trajectoires suivent grossièrement la ligne de plus grande pente et prennent la forme de rebonds et/ou de roulage. Les valeurs atteinte par les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et donc un pouvoir destructeur important.

Les diverses instabilités rocheuses font l'objet d'une typologie et d'une classification mentionnées dans le tableau ci-après :

0	1dm ³	1m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁶ m ³
pierres	blocs	Eboulements	Eboulements Majeurs	écroulements catastrophiques

Secteurs concernés soumis à incendies :

- le versant du Quié et des Pals dominé par le Rocher du Corbeau connaît des chutes de blocs de volumes variables pouvant dépasser 1m³. En décembre 1993 des blocs ont atteint la D120 et interrompus toute circulation. A Coussole des blocs chutés anciennement ont été reconnus. Les divers ressauts rocheux qui agrémentent le versant sont autant de zones émettrices qui alimentent les éboulis de pied maigrement colonisés par la végétation arbustives.

- les pentes de la Lesse bien que moins rocheuses comportent quelques ressauts générateurs de blocs roulant le long d'une pente à maigre végétation arbustive capable d'enrayer leur propagation vers l'aval. Plus à l'est depuis les pentes du Sarrat de Taychous des pierres et blocs de forme plaque sont canalisés par des ravines modelant le versant jusqu' à leur pied.

3.2.1.1. Evénements dommageables recensés

Dans le tableau ci-après ne sont mentionnés que les événements ayant été à l'origine de dommages sur constructions et ouvrages, il n'y a donc sans doute pas exhaustivité dans la chronique présentée sur l'Ariège.

Dates	Conséquences	Sources
7 décembre 1993	Deux blocs d'environ 6 m ³ chacun coupent la RD n°120 entre le 5 et 6 ^{ème} lacet en amont du village. Un s'immobilise sur la chaussée, le second dans une prairie en aval.	Compte rendu de tournée RTM - décembre 1993

3.2.2. Les ravinements

Le ravinement est une forme d'érosion rapide et en surface des terrains sous l'action de précipitations abondantes. Cette érosion prend la forme d'une ablation des terrains par entraînement des particules de surface sous l'action du ruissellement.

Sont ainsi distingués :

- le ravinement concentré, générateur de rigoles et de ravins,
- le ravinement généralisé lorsque l'ensemble des ravins se multiplie et se ramifie au point de couvrir la totalité d'un talus ou d'un versant.

Les vitesses d'écoulement sont fonction de la pente, de la teneur en eau, de la nature des matériaux et de la géométrie de la zone d'écoulement (écoulement canalisé ou zone d'étalement).

En contrebas, dans les zones de transit ou de dépôt des matériaux, le phénomène peut prendre la forme de coulées boueuses.

Les ravinements se développent sur les versants et coteaux au détriment de leurs terrains meubles affouillables lors des précipitations à caractères orageux. Constituant un vaste réservoir à matériaux, la mise à nu de sols fins accélère le processus d'autant que le niveau de base à dominante schisteuse imperméable favorise les écoulements d'eau de faible profondeur.

Ces phénomènes sont aussi liés à l'état de la couverture végétale du sol. Toute végétation jouant un rôle bénéfique ; toute imperméabilisation jouant un rôle aggravant.

Secteurs concernés : les pentes schisto-marneuses du Sarrat de Taychous

3.2.3. Les glissements de terrain

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

Les déplacements sont de type gravitaire et se produisent donc selon la ligne de plus grande pente. Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels.

Ces phénomènes naturels sont parfois adjoints d'effets anthropiques néfastes. Devant le rôle déterminant que joue l'eau dans les processus de glissement, il est essentiel de souligner l'importance du drainage des eaux de ruissellement et d'écoulement souterrain.

Secteurs concernés :

- dans la vallée du ruisseau des Moulines, les colluvions épais en appui sur des calcaires karstifiés deviennent instables lors des fortes saturations produites par les circulations d'eau d'origine karstique alimentant la Font de la Planelle qu'épidermiques produites par les précipitations saturantes tel celles survenues lors de la Pentecôte 2000.

3.2.3.1. Evénements dommageables recensés

Dans le tableau ci-après ne sont mentionnés que les événements ayant été à l'origine de dommages sur constructions et ouvrages, il n'y a donc sans doute pas d'exhaustivité dans la chronique présentée sur l'Ariège.

Dates	Conséquences	Sources
2 Octobre 1897	Eboulements déclenchés dans des terrains affouillables de la rive gauche du Rec de Gascou et la rive droite du torrent des Moulines par les eaux d'infiltration provenant de sources ou fontaines du voisinage. L'action seule des eaux pluviales eut été insuffisante à les provoquer.	Archives RTM (crue de 1897)
Mars 1988	Arrachement en coup de cuillère en rive droite du Grand Rec au profit d'une résurgence de sources d'un volume de 100 m ³ avec dépôts de matériaux dans le lit.	Compte rendu de tournée - mars 1988

3.2.4. Les retraits et gonflements du sol (Source : GUIDE DE PREVENTION "Sécheresse et Construction", Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, Délégation aux Risques majeurs.)

Remarque : Il s'agit d'un risque d'ordre géotechnique, lié à la nature des sols qui concerne toute l'étendue du territoire communal et dont il doit être tenu compte en particulier dans la réalisation des projets de construction ; il ne fait pas l'objet d'un zonage au titre du présent document.

Les constructions sinistrées sont généralement sur sols argileux, c'est à dire des sols fins, comprenant une proportion importante de minéraux argileux (argiles, glaises, marnes, limons). Ce sont des sols collant lorsqu'ils sont humides, mais durs à l'état desséché. Les **phénomènes de capillarité et surtout de succion** régissent le comportement et les variations de volume des sols face aux variations de contraintes extérieures. Lorsqu'un sol saturé perd de l'eau par évaporation, il diminue de volume proportionnellement à la variation de teneur en eau. En deçà d'une certaine teneur en eau, le sol ne diminue plus de volume et les vides du sol se remplissent d'air. Cependant des désordres peuvent survenir au retour des précipitations par absorption d'eau et gonflement au-delà du volume initial, si certaines conditions d'équilibre du sol ont été modifiées.

Les déformations verticales de retrait ou de gonflement peuvent atteindre et même dépasser 10 %. La profondeur de terrain affectée par les variations saisonnières de teneur en eau ne dépasse guère 1 à 2 m sous nos climats tempérés, mais peuvent atteindre 3 à 5 m, lors d'une sécheresse exceptionnelle ou dans un environnement défavorable.

✓ **Manifestations des désordres liés au comportement des sols en fonction de la teneur en eau.**

Pendant une sécheresse intense, ce sont les **tassements différentiels** (pouvant atteindre plusieurs centimètres) du sol qui provoquent des désordres aux constructions.

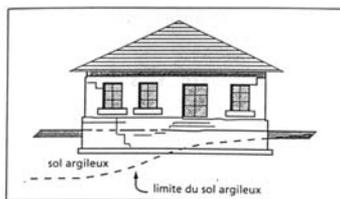


Figure n°1 : Désordres partiels dus à la variation d'épaisseur du sol argileux sensible.

En outre, le retrait des sols peut supprimer localement le contact entre la fondation et le terrain d'assise, entraîner l'apparition de vides et provoquer des concentrations de contraintes et des efforts parasites. Face à ses tassements différentiels, le comportement de la structure dépend de ses **possibilités de déformation**. Lorsque les sols se réhumidifient, ils ne retrouvent pas complètement leur volume antérieur et les fissures des bâtiments ne se referment pas tout à fait. Les désordres se manifestent dans le gros œuvre par **la fissuration** des structures (enterrées ou aériennes) qui recoupe systématiquement les points faibles (ouvertures dans les murs, les cloisons, les planchers ou les plafonds). et **le déversement des structures** affectant les parties fondées à des niveaux différents.

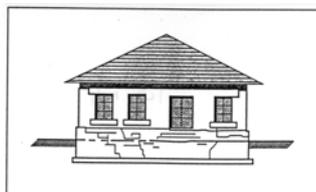


Figure n°2 : Désordres à l'ensemble du soubassement et de l'ossature

Les principaux désordres affectant le second œuvre sont **la distorsion des ouvertures**, **le décollement** des éléments composites, **l'étirement** (compression, étirement des canalisations - eau potable, eaux usées, gaz, chauffage central, gouttières ...)

Les aménagements extérieurs subissent également des désordres du même type que le gros œuvre. Il peut s'agir des dallages et trottoirs périphériques (Fig n° 3), des terrasses et escaliers extérieurs (Fig n° 4), des petits bâtiments accolés (garage, atelier) (Fig n° 5), des murs de soutènement (par ex. descente de garage), des conduites de raccordement des réseaux de distribution, entre le bâtiment et le collecteur extérieur (en l'absence de raccord souple) (Fig n°6).

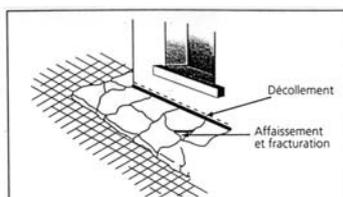


Figure n°3 : Désordres aux dallages extérieurs

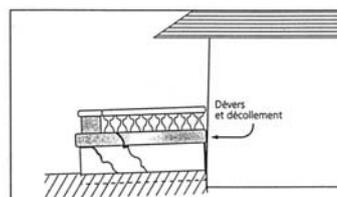


Figure n°4 : Désordres affectant une terrasse

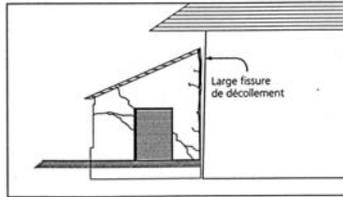


Figure n°5 : Désordres affectant un appentis

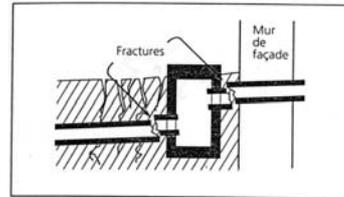


Figure n°6 : Désordres affectant une conduite enterrée

Les variations de teneur en eau saisonnières des terrains argileux sur une pente provoquent leur déplacement vers l'aval. C'est ce **phénomène de solifluxion** qui peut concerner une couche de l'ordre du mètre. La sécheresse ouvrant des fissures aggrave le phénomène. Ce problème concerne également les remblais argileux (Fig n°7).

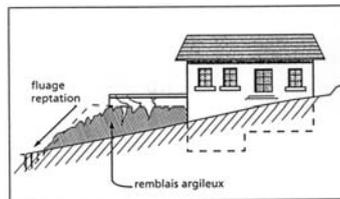


Figure n°7 : Aggravation par la sécheresse de désordres affectant un remblai argileux

Sur le territoire communale de Verdun-sur-Ariège, le phénomène de retrait et gonflement des sols peut concerner le cône de déjection constituées de limons, de sables et cailloutis à matrice argileuse.

3.3. Les inondations et crues torrentielles

3.3.1. Survenance et déroulement

Une crue est la réponse d'un bassin versant donné à un épisode météorologique particulier - pluie, averse, orage -. La formation de la crue est conditionnée par un certain nombre de paramètres parmi lesquels :

- l'intensité et la durée de la pluie,
- la pente du bassin, son orientation, sa forme, la nature du sol et du sous-sol, -
- le type et la densité du couvert végétal.

Les conditions météorologiques des semaines voire des mois précédents influent sur la réponse du bassin versant. Ainsi, à des pluviométries identiques pourront correspondre des comportements différents.

Lorsque le débit de crue à évacuer dépasse la capacité d'écoulement du lit mineur, les eaux envahissent la plaine environnante et s'épandent sur le lit majeur. La capacité hydraulique du lit est déterminée par la pente du cours d'eau, ainsi que par sa section et sa rugosité. Aux abords du lit, l'écoulement, très souvent torrentiel, engendre de graves dommages notamment à tout obstacle que l'eau contourne, désagrège ou entraîne. Ces obstacles de diverse nature peuvent en outre devenir des facteurs aggravants de la crue :

- en créant des surélévations locales de l'écoulement, notamment à l'amont (phénomènes de remous),
- en créant des turbulences et courants induits,
- en faisant office d'épis offensifs pour la rive opposée,

- en participant à la formation d'embâcles (du fait des vastes zones boisées traversées),
- en accroissant la durée de submersion, etc.. .

Les crues s'accompagnent d'une charge solide importante prise en charge dans les zones de terrains fragiles : loupes de glissement de terrain, ravinements, berges affouillables et érodables, et charrient des quantités importantes de matériaux ligneux. Elles sont de deux ordres. D'une part, les corps flottants (branches, troncs d'arbres, objets divers) qui sont susceptibles de créer des barrages ou embâcles sous les ouvrages ; ces embâcles peuvent mettre en danger, aussi bien l'amont (en créant un exhaussement artificiel des eaux), que l'aval (par rupture brutale du barrage) ou que les ouvrages eux-mêmes (par mise en charge et enlèvement.). D'autre part, les pierres et cailloux prélevés dans les zones d'emprunts et qui peuvent sédimenter en certains points du profil en créant une réduction de la section.

Une inondation consécutive à une crue peut être définie par la superficie submergée, par la durée de la submersion et la hauteur d'eau. Dans le cas d'une inondation sur un terrain en pente, le paramètre de la vitesse revêt une importance toute particulière compte tenu du risque que peut représenter le courant dans les zones habitées. Dans le lit topographique et aux abords, les vitesses de courant sont élevées, de l'ordre de 3 à 5 m/s et localement plus.

3.3.2. Événements dommageables recensés

Dans le tableau ci-après ne sont mentionnés que les événements ayant été à l'origine de dommages sur constructions et ouvrages, il n'y a donc sans doute pas d'exhaustivité dans la chronique présentée sur l'Ariège.

Dates	Conséquences	Sources
An 1000	Lave torrentielle : « une avalanche » de boue et de pierres emporte le village et dévaste les champs environnants.	AD 31-6 P 3530/11
8 mai 1613	Crue torrentielle du torrent des Moulines. 25 maisons furent emportées par un torrent de boue et de rochers. Même l'église courut le risque d'être renversée. 71 morts. Affouillement du cimetière et tombes désensevelies. Nombreuses pièces de terre entièrement ruinées, dépôt d'une grande quantité de rochers au niveau du Barry d'en Haut.	AD 09-Zf 142
3 juillet 1750	Inondation par l'Ariège. Hauteur d'eau et vitesse d'écoulement importantes. Dignes emportées, dont celle des forges et celle du moulin ; plusieurs maisons détruites ; pont entre les Cabannes et Verdun renversé ; nombreux champs dévastés	AD 09 1 C 27
30 août 1762	Inondation en Haute-Ariège, suite à un épisode pluvieux de forte intensité. Ruissellement important sur les versants entraînant un ravinement du terroir.	Thèse de J.M. ANTOINE, 1992 AD 09 - 1 C 27

Dates	Conséquences	Sources
17 septembre 1772	Inondation par l'Ariège. Plusieurs prairies, champs, digues, chemins et maisons ont été enlevés et détruits.	AD 09-1 C 31
1783	Inondation de la commune de Verdun par les eaux du torrent des Moulines	Thèse J.M. ANTOINE, 1992
23 juin 1875	Lave torrentielle. Une masse de 100 000 m ³ détachée du flanc de la montagne est arrivée dans le torrent des Moulines et y a créé une embâcle, laquelle a cédé sous la pression du torrent en crue. L'ensemble s'est transformé en une lave torrentielle qui emporta tout sur son passage : 30 maisons, 16 granges, 2 moulins détruits et 15 maisons endommagées au Barry d'en Haut. Le cimetière et une scierie emportés. 81 morts dont 14 jamais retrouvés (pour une population de 492 habitants en 1871), 600 animaux tués.	Thèse J.M. ANTOINE, 1992 AD 09-110 S 14
2 octobre 1897	Lave torrentielle. Plusieurs éboulements et glissements de terrain, ainsi que les débris d'une grange ont provoqué une embâcle dans le cours du torrent des Moulines juste à l'amont du Barry d'en Haut. Divagation du torrent sur son cône de déjection. Deux chemins ravinés (sur des profondeurs de 3 mètres et de 1, 50 mètres), 25 maisons envasées, parfois jusqu'au premier étage, une scierie et le presbytère détruits en partie, le cimetière affouillé, deux animaux emportés, 7 hectares de terrains de qualité recouverts de graviers sur des hauteurs de 0, 50 à 4 mètres. Déjections totales de laves évaluées à 40 000 m ³ .	Dossier « les crues de 1897 dans le département », service RTM Thèse J.M. ANTOINE, 1992
23 mai 1910	Crue torrentielle, digue emportée.	AD 09-110 S 14
28 octobre 1937	Crue torrentielle du ruisseau des Moulines. 80 mètres du chemin vicinal ordinaire n°1 (chemin de Sinsat) emportés au hameau de Barry d'en Haut.	Dossier événement AD 09-7 M 15
12 mai 1948	Crue du ruisseau de Saint Peyre. Affouillement de berge en rive gauche. 40 hectares de terres inondés à l'aval du pont de fer.	Dossier événement AD 09-25 W 31

Dates	Conséquences	Sources
7 décembre 1993	Chute de blocs parvenue sur la D 120. Un bloc de 6 m ³ a terminé sa course dans le deuxième lacet ; un autre bloc de 6 m ³ a terminé sa course sur la chaussée entre le troisième et le quatrième lacet à la côte 715 m. Dégâts à la chaussée de la RD 120 ainsi qu'aux murs de soutènement en pierres sèches. Route fermée à la circulation du 7 décembre au 15 décembre 1993.	Dossier événement, service RTM 09
Pentecôte 2000	Glissement de terrain sur le versant rive droite du ruisseau des Moulines. Le glissement a affecté et endommagé la D120 sur trois niveaux : dans la ligne droite située entre les 6 ^{ème} et 7 ^{ème} lacets et sur les tronçons situés directement avant et après le 5 ^{ème} virage coté 720 m (où la chaussée a été arrachée jusqu'à 40 centimètres de profondeur sur 20 mètres de largeur).	Dossier événement, service RTM 09

D' importants travaux de génie civil ont été réalisés :

- en 1902 : construction de 18 barrages, 6 contre barrages, 6 perrés et 600 m de chemins dans les recs de Gascou et de Cotty sont réalisés. Une digue de 134 m de long est implantée sur le chemin de grande communication n° 20 pour former une barrière insubmersible de 3 m de large.
- de 1901 à 1904 : acquisition de 66 ha par l'Etat pour créer une série domaniale, construction d'ouvrages et reboisement.
- en 2004 : construction d'une barrage de sédimentation d'une capacité d'environ 15 000 m³ implanté en amont de l'apex du cône de déjection du ruisseau des Moulines.

3.3.3. Les débits des cours d'eau

Les valeurs de débit liquide portées dans les tableaux ci-dessous résultent de la synthèse des calculs hydrologiques obtenus à partir du traitement statistique hydrométriques des données existantes aux stations de Foix, Tarascon et Ax-les-Thermes et de méthodes d'estimation des débits de crue rare (gradex par exemple) couramment utilisées en hydrologie.

L'Ariège (au camping des Cabannes en amont du Pont Vieux)

	L'Ariège
Aire du bassin versant S.b.v. en km ²	550
Débit décennal Q10 en m ³ /s	250
Débit centennal Q100 en m ³ /s	500

Source : Annonce des crues de l'Ariège entre Ax-les-Thermes et Foix, Géodes, Fév.1995

Le ruisseau des Moulines

En l'absence d'information hydrométrique, l'estimation des débits de crue des bassins versants de petite superficie sont obtenus grâce aux méthodes de prédétermination (méthodes fondées sur la transformation de la pluie en débit: Rationnelle et SCS: méthodes synthétiques: Crupedix et Socose...).

	Ruisseau des Moulines
Aire du bassin versant S.b.v. en km ²	9
Débit décennal Q10 en m ³ /s	14,4
Débit centennal Q100 en m ³ /s	30,6

Ces données de **débits liquides** ne tiennent cependant pas en compte des transports solides, ni des ruptures d'embâcles, constituées par des bois flottés qui accompagnent le plus souvent les forts écoulements.

3.4. Les séismes

Lors de l'établissement du zonage sismique de la France en 1985 par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (B.R.G.M.), le canton des Cabannes auquel appartient la commune de Verdun a été classé en zone de sismicité faible, dite zone 1b.

Cette détermination résulte d'une analyse des séismes passés, de la connaissance des dommages causés en référence à une échelle de gradation des intensités mais également aujourd'hui à celle de la mesure instrumentale de l'énergie libérée par les secousses sismiques. Pour cela est utilisée l'échelle de gradation de l'intensité et de la magnitude des séismes ci-après :

Intensité Echelle MSK	Effets sur la population	Autres effets	Magnitude Echelle de Richter
I	Secousses détectées seulement par des appareils sensibles		1,5
II	Ressenties par quelques personnes aux étages supérieurs		2,5
III	Ressenties par un certain nombre de personnes à l'intérieur des constructions. Durée et direction appréciables.		
IV	Ressenties par de nombreuses personnes à l'intérieur et à l'extérieur des constructions.	Craquement de constructions, vibrations de la vaisselle.	3,5
V	Ressenties par toute la population	Chutes de plâtres, vitres brisées, vaisselle cassée.	
VI	Les gens effrayés sortent des habitations ; la nuit réveil général.	Oscillation des lustres, arrêt des balanciers d'horloge. Ebranlement des arbres, meubles déplacés, objets renversés.	4,5
VII	Tout le monde fuit effrayé.	Lézardes dans les bâtiments anciens ou mal construits. Chute de cheminées (maisons), vase des étangs remuée. Variation du niveau piézométrique dans les puits.	5,5
VIII	Epouvante générale	Lézardes dans les bonnes constructions. Chutes de cheminées (usines), clochers et statues. Ecoulements de rochers en montagne.	6
IX	Panique	Destruction totale ou partielle de quelques bâtiments, fondations endommagées, sol fissuré, rupture de quelques canalisations.	7
X	Panique générale	La plupart des bâtiments en pierre sont détruits. Dommages aux ouvrages de génie civil. Glissement de terrain.	
XI	Panique générale	Large fissures dans le sol, rejeu des failles. Dommages très importants aux constructions en béton armé, aux barrages, ponts... Rails tordus, digues disjointes.	8
XII	Panique générale	Destruction totale. Importantes modifications topographiques.	8,5

Il est rappelé qu'une secousse sismique peut être un facteur déclenchant de mouvements de terrains et de chutes de blocs en particulier.

3.4.1. Chronique de la sismicité régionale

Elle est connue grâce à une compilation des textes historiques, rassemblée dans l'ouvrage de J.VOGT « Les tremblements de terre en France » qui mentionne le très violent séisme de 1755 qui bouleversa le pays de FOIX.

Le tableau ci-après, expose les événements sismiques marquants perçus dans le département de l'Ariège.

Date	Lieux et aires affectés dans :		Effets régionaux	Intensité (MSK)	Nature des sources	Anthologie
Séisme	La région et hors d'elle	La seule région				
02/02/1428	-Catalogne espagnole -Andorre -Pyrénées		Destructions Ecoulements		AD 66	300 personnes tuées à Puigcerdà (Cerdagne espagnole), clochers et maisons renversés dans les Pyrénées Orientales.
11/01/1752	-Ensemble des Pyrénées ? -Toulouse		Mouvements de terrain	Mirepoix V	Travaux savants. Compilateurs	Mirepoix : « ... des habitants furent réveillés... les rideaux de leurs lits agités, leurs chaises dérangées, les portes et les fenêtres des maisons ébranlés ; un d'eux entendit le carillon de plusieurs clefs suspendues dans une armoire... on trouva plusieurs éboulements de terre et des masses de sel » (Mem.Acad.Sc.Math. Phys, 1763 4 ,p 118/120)
22/02/1852	-Vicdessos -Sem -Goulier -Auzat -Massat -Foix		Région de Vicdessos : Frayeur	Vicdessos VI	Presse	Vicdessos : « une personne ...a vu la muraille de sa chambre osciller d'une manière si forte qu'elle... n'a pas hésité à s'élancer par la fenêtre sur un monceau de neige. Un mari et sa femme se sont pareillement enfuis de leurs chambres sans vêtements » (Etoile de Pamiers, 01.063.1852)
15/01/1870	Ensemble de la région ? -Tarbes -Auch -Toulouse -Agen -Bordeaux -Espagne		Sud Ouest de la région : Lézardes Frayeur	Cierp VI Bagnères de Luchon VI Vielle Aure VI Vicdessos VI	Presse Compilateurs	Cierp : « ... l'église... aurait été lézardée » (journal St Gaudens, 17/01/1870). Bagnères de Luchon : « ... beaucoup de maisons auraient plus ou moins souffert » (même source).

Date	Lieux et aires affectés dans :		Effets régionaux	Intensité (MSK)	Nature des sources	Anthologie
Séisme	La région et hors d'elle	La seule région				
29/11/1919	Ensemble de la région -Roussillon		Foix : légers dégâts	Foix IV	Presse Compilateurs	Foix : « ... on ne signale que des dégâts peu importants ». (Eclaireur de Nice, 30/11/1919)
19/11/1923		Ensemble de la région		Bagnères de Luchon VII St Béat VI Fos VI Melles VI Barjac V – VI Mercenac V – VI Foix V - VI		« Tout le Saint Gironnais a été violemment secoué, avec des dégâts dans les édifices un peu vieux, dans les cloisons et les plafonds, fissuration de quelques clochers... » (G.ASTRE 1923, le tremblement de terre pyrénéen du 19/11/1923, Bull. Hist. Nat. Toulouse, t.LI, p 653). Bagnères de Luchon, E-W, durée 12 secondes, chutes de cheminées, de pans de corniches, d'ardoises de toitures, ...Tunnel de l'ouvrage du lac d'Oô : l'équipe de nuit qui y travaillait aux réparations, crut que le tunnel s'effondrait en tous sens et eut une frayeur telle que les ouvriers eurent longtemps de l'appréhension à y reprendre le travail, certains d'entre eux y perdirent même l'équilibre, une fissure est apparue dans la maçonnerie » (même source).
08/02/1996	-Pyrénées Orientales -Aude Ariège			Saint Paul de Fenouillet VI Foix V	Presse	Eglise de St Paul de Fenouillet fissurée, lézardes et éboulements en Fenouillèdes. Secousse ressentie à Perpignan, Carcassonne, Millau, Toulouse, Foix et en Catalogne espagnole.

Enfin, le 2 octobre 1985, une secousse de magnitude 3,5 sur l'échelle de Richter a été enregistré à AULUS.

3.5. Carte informative de localisation des phénomènes naturels prévisibles (hors séismes)

Sur un extrait de la carte I.G.N. n° 2148 ET, feuille Ax-les-Thermes au 1/25 000 sont représentés :

- d'une part les événements qui se sont produits d'une façon certaine,
- d'autre part les événements supposés, anciens ou potentiels déterminés par photo-interprétation et prospection de terrain ou ceux mentionnés par des témoignages non recoupés ou contradictoires.

4. LES ALEAS

4.1. Définition

En matière de risques naturels, il est nécessaire de faire intervenir dans l'analyse du risque objectif en un lieu donné, à la fois :

- la notion d'intensité du phénomène qui a, la plupart du temps, une relation directe avec l'importance du dommage subi ou redouté ;
- la notion de fréquence de manifestation du phénomène, qui s'exprime par sa période de retour ou récurrence, et qui a, la plupart du temps, une incidence directe sur la "supportabilité" ou "l'admissibilité" du risque. En effet, un risque d'intensité modérée, mais qui s'exprime fréquemment, voire même de façon permanente (ex : mouvement de terrain), devient rapidement incompatible avec toute implantation humaine.

Ainsi l'aléa du risque naturel en un lieu donné peut se définir comme la probabilité de manifestation d'un événement d'intensité donnée.

Dans une approche qui ne peut que rester qualitative, la notion d'aléa résulte de la conjugaison de deux valeurs :

- ✓ *l'intensité du phénomène* : elle est estimée, la plupart du temps, à partir de l'analyse des données historiques et des données de terrain (chroniques décrivant les dommages, indices laissés sur le terrain, observés directement ou sur photos aériennes, etc.) ;
- ✓ *la récurrence du phénomène*, exprimée en période de retour probable (probabilité d'observer tel événement d'intensité donnée au moins une fois au cours de la période de 1 an, 10 ans, 50 ans, 100 ans, ... à venir) : cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse de données historiques (chroniques). Elle n'a, en tout état de cause, qu'une valeur statistique sur une période suffisamment longue. En aucun cas, elle n'aura valeur d'élément de détermination rigoureuse de la date d'apparition probable d'un événement qui est du domaine de la prédiction (évoquer le retour décennal d'un phénomène naturel tel qu'une avalanche, ne signifie pas qu'on l'observera à chaque anniversaire décennal, mais simplement que, sur une période de 100 ans, on a toute chance de l'observer 10 fois).

On notera, par ailleurs, que la probabilité de réapparition (récurrence) ou de déclenchement actif d'un événement, pour la plupart des risques naturels qui nous intéressent, présente une corrélation étroite avec certaines données météorologiques, des effets de seuils étant, à cet égard, assez facilement décelables :

- ✓ hauteur de précipitations cumulées dans le bassin versant au cours des 10 derniers jours, puis des dernières 24 heures, neige rémanente, grêle, ... pour les crues torrentielles,
- ✓ hauteur des précipitations pluvieuses au cours des derniers mois, neige rémanente, pour les instabilités de terrain,

L'aléa du risque naturel est ainsi, la plupart du temps, étroitement couplé à l'aléa météorologique et ceci peut, dans une certaine mesure, permettre une analyse prévisionnelle utilisée actuellement, surtout en matière d'avalanches, mais également valable pour le risque "mouvements de terrain".

En relation avec ces notions d'intensité et de fréquence, il convient d'évoquer également la notion d'extension marginale d'un phénomène.

Un phénomène bien localisé territorialement, c'est le cas de la plupart de ceux qui nous intéressent, s'exprimera le plus fréquemment à l'intérieur d'une "zone enveloppe" avec une intensité pouvant varier dans de grandes limites. Cette zone sera celle de l'aléa maximum.

Au-delà de cette zone, et par zones marginales concentriques à la première, le phénomène s'exprimera de moins en moins fréquemment et avec des intensités également décroissantes. Il pourra se faire, cependant, que dans une zone immédiatement marginale de la zone de fréquence maximale, le phénomène s'exprime exceptionnellement avec une forte intensité ; c'est, en général, ce type d'événement qui sera le plus dommageable car la mémoire humaine n'aura pas enregistré, en ce lieu, d'événements dommageables antérieurs et des implantations seront presque toujours atteintes.

4.2. Echelle de gradation d'aléas par type de risque

En fonction de ce qui a été dit précédemment, nous nous efforcerons de définir quatre niveaux d'aléas pour chacun des risques envisagés : aléa fort - aléa moyen - aléa faible - aléa très faible à nul.

Cette définition des niveaux d'aléas est bien évidemment entachée d'un certain arbitraire. Elle n'a pour but que de clarifier, autant que faire se peut, une réalité complexe en fixant, entre autres, certaines valeurs seuils.

4.2.1. Aléa "Mouvements de terrain"

4.2.1.1. Aléa "Chutes de pierres et/ou de blocs"

Ce risque est présent à l'aplomb de toute falaise rocheuse ou escarpements. On peut avoir une idée de l'intensité du phénomène naturel en analysant la répartition des blocs (fréquence - dimension) sur un versant exposé. On n'a malheureusement que peu d'éléments d'appréciation de la fréquence (temporelle) de ce phénomène naturel, hormis quelques chroniques locales et de mémoire récente.

Il est toutefois possible de dresser une carte de l'aléa par zones d'aléa décroissant, à partir de la source des décrochements. A noter que les blocs les plus volumineux ont une portée plus longue, une fréquence plus faible, mais un impact plus dommageable : il existe donc une zone marginale où les impacts très dommageables dus aux gros blocs sont peu fréquents : l'aléa reste cependant non négligeable.

Pour permettre d'affiner l'aléa "Chute de pierres et/ou de blocs" des investigations ont été réalisées dans les zones de départ de chutes de blocs prévisibles pour l'acquisition de données :

- géologiques : lithologie, structurale, tectonique,
- géométriques : forme, volume et masse initiale des blocs,
- topographiques : altitude de la zone de départ, profil de la pente et de ses particularités susceptibles de modifier la propagation des éléments déstabilisés ainsi que la végétation présente.

Egalement le nombre de cicatrice de départ de blocs en paroi, le nombre et le volume des blocs à la base du versant ont été notés. Enfin en tenant compte des poids au départ et de la maturité des instabilités, il a été arrêté par zone le niveau d'aléa distingué en : Fort, moyen, faible.

Tableau récapitulatif : Aléa "Chutes de pierres et/ou de blocs"

atteinte Intensité	annuelle	décennale	centennale
Fort	aléa Fort	aléa Fort	aléa Fort
moyen	aléa Fort	aléa Fort	aléa moyen
faible	aléa moyen	aléa moyen	aléa faible

4.2.1.2. Aléa "ravinevements"

Trois degrés peuvent être définis pour cet aléa :

- **Aléa faible** : versant à formation potentielle de ravines. Ecoulement d'eau non concentré, plus ou moins boueuse, sans transport solide sur les versants et particulièrement en pied de versant.
- **Aléa moyen** : Zone d'érosion localisée. Exemples : griffe d'érosion avec présence de végétation clairsemée, écoulement important d'eau boueuse, suite à une résurgence temporaire, etc...
- **Aléa Fort** : Versant en proie à l'érosion généralisée (bad-lands). 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, etc... Ecoulement concentré et individualisé des eaux météoriques sur un chemin ou dans un fossé.

Cette classification revient à définir les niveaux d'aléa en croisant l'intensité des ruissellements avec les surfaces de terrains concernés.

Tableau récapitulatif : Aléa "ravinement"

Surface Intensité	Diffuse	Localisée	Concentrée
Forte	aléa Fort/moyen	aléa Fort	aléa Fort
Moyenne	aléa moyen/faible	aléa moyen	aléa Fort
Faible	aléa faible	aléa faible	aléa Fort/moyen

4.2.1.3. Aléa "glissements de terrain"

- * les phénomènes de glissements de terrain :

sont actifs (révélés) ou potentiels : on parlera dans ce dernier cas d'une sensibilité des terrains, non du phénomène lui-même, les phénomènes révélés ont des dynamiques variables : ils peuvent être d'évolution très rapide, voire brutale (type décrochement en "coup de cuillère", coulées boueuses ... etc.) ou très lente (type fluage de versant).

- * bien que certains grands glissements de terrain semblent obéir à des phénomènes périodiques de réactivation et d'accalmie, d'une façon générale, les instabilités de terrain ne présentent aucune récurrence,

- * en revanche, ils sont tous évolutifs et de façon régressive.

L'aléa dû au glissement de terrain se manifeste donc aussi bien à l'amont qu'à l'aval du phénomène lui-même, de façon active ou potentielle.

Pour l'intensité du phénomène "Glissements de terrain", on peut définir comme suit trois degrés d'intensité :

- * ***Intensité faible :***

- ✓ déformation lente du terrain (fluage) avec apparition de signes morphologiques de surface (boursouflures), ne concernant que la couche superficielle (profondeur de l'ordre de 1 m). En principe, situation non incompatible avec une implantation immobilière, sous réserve d'examen approfondi et d'une adaptation architecturale,

- * ***Intensité moyenne :***

- ✓ déformation lente du terrain (fluage) sur une plus grande profondeur (de l'ordre de 1 à 3 m), avec apparition de signes morphologiques de désordres plus accusés : fortes boursouflures - amorces de gradins, parfois crevasses, arrachements de surface ... etc. - possibilité de rupture d'équipements souterrains (drains, canalisations, ... etc.) - début de désordres au niveau des structures construites (fissuration ... etc.),
- ✓ cette situation peut apparaître progressivement dans une zone située à l'amont d'un glissement actif,

- * ***Intensité forte :***

- ✓ déformation plus active du terrain sur une profondeur généralement supérieure à 3 m - signes morphologiques de surface très accusés : fortes boursouflures, gradins, crevasses, décrochements de plusieurs mètres.

Ces glissements peuvent évoluer parfois brutalement en coulées boueuses, laissant apparaître une "niche de décrochement" coupée à vif dans le terrain, avec fortes émergences phréatiques.

En matière de glissements de terrain, la notion de récurrence doit être remplacée par celle d'évolution probable à terme" (dynamique lente ou dynamique rapide).

Tableau récapitulatif : Aléa "glissements de terrain"

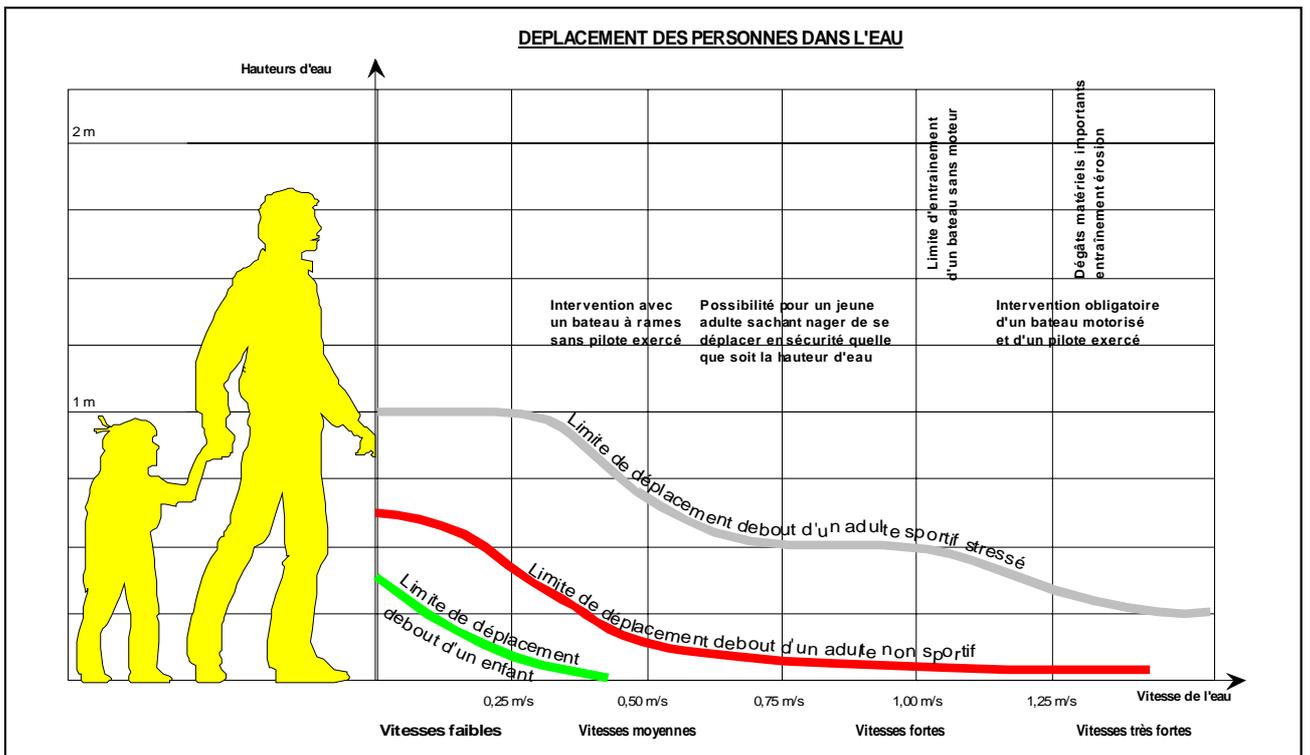
Dynamique Intensité	rapide	moyenne	lente
Fort	aléa Fort	aléa Fort	aléa Fort
moyen	aléa Fort	aléa Fort	aléa moyen
faible	aléa moyen	aléa moyen	aléa faible

4.2.2. L'aléa "inondations et crues torrentielles"

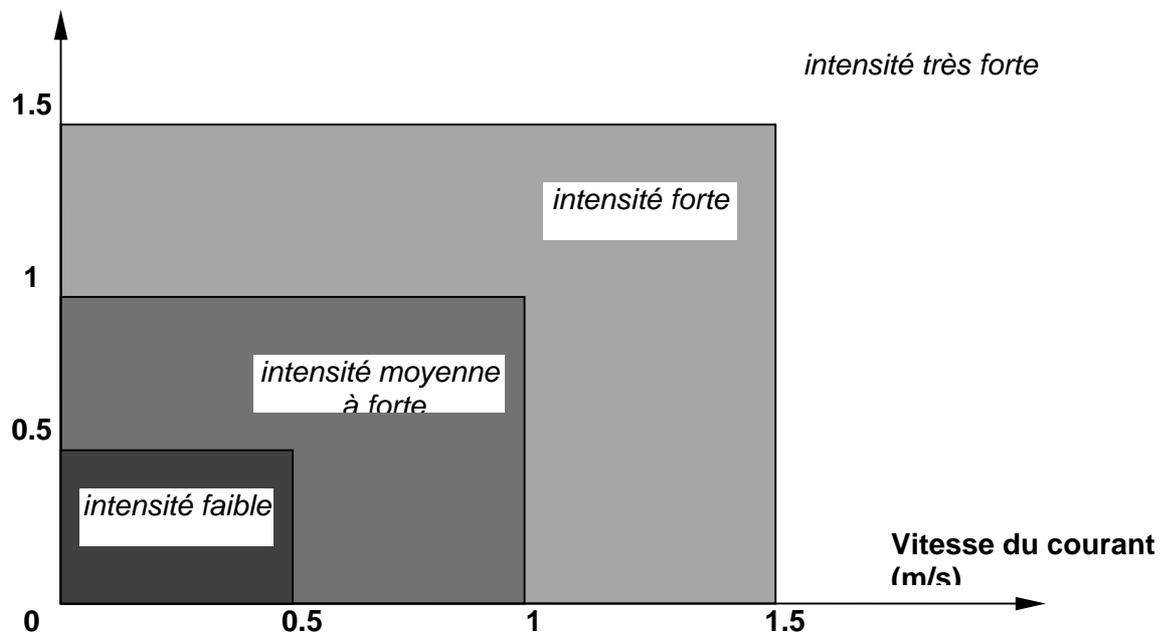
L'intensité d'un événement peut être caractérisée comme suit :

- **Intensité faible** : peu ou pas d'arrachements de berges, peu ou pas de transports solides ou dépôts d'alluvions (limons), pas de déplacements de véhicules exposés et seulement de légers dommages aux habitations (*hauteur d'eau a priori inférieure à 0,5m*),
- **Intensité moyenne** : pas d'arrachements et ravinements de berges excessifs, transport solide significatif emprunté surtout au lit du cours d'eau, avec dépôt d'alluvions (limon, sable, graviers), emport des véhicules exposés, légers dommages aux habitations tel qu'inondations des niveaux inférieurs (*hauteur d'eau a priori inférieure à 1 m, vitesse modérée*),
- **Intensité forte** : très fort courant, arrachements et ravinements de berges importants, fort transport solide et dépôts d'alluvions de tous calibres sur une épaisseur pouvant dépasser le mètre, affouillement prononcé de fondations d'ouvrages d'art (piles, culées de ponts, digues) ou de bâtiments riverains, emport de véhicules (*hauteur d'eau généralement supérieure à 1 m, voire 0,5 m et/ou forte vitesse*).

En complément, le schéma ci-dessous donne à titre indicatif, la capacité de déplacement d'un adulte et d'un enfant en zone inondable :



Hauteur lame d'eau (m)



Le niveau d'aléa est ensuite défini en croisant pour chaque zone la récurrence prévisible de l'événement (annuelle, décennale, centennale) avec le niveau d'intensité.

Tableau récapitulatif : Aléa "inondations et crues torrentielles"

Réurrence Intensité	annuelle	Décennale	centennale
Fort	aléa Fort	aléa Fort	aléa Fort
Moyen	aléa Fort	aléa Fort	aléa moyen
Faible	aléa moyen	aléa moyen	aléa faible

Pour un bassin versant donné, une crue est caractérisée par certains débits exprimés en m³/s. A ce débit correspond une période de retour. On voit alors apparaître une notion de statistique dans la prise en compte du risque "inondation". Ainsi on parlera de crue décennale (qui a 10% ou 1 « chance » sur 10 d'être observée chaque année) ou de **crue centennale** (qui a 1% ou 1 « chance » sur 100 d'être observée chaque année).

Cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse de données historiques et n'a, en tout état de cause, qu'une valeur statistique sur une période suffisamment longue. En aucun cas, elle n'aura valeur d'élément de détermination rigoureuse de la date d'apparition probable d'un événement qui est du domaine de la prédiction.

Cette prise en compte statistique du phénomène nécessite la prise en considération des événements passés et de leur intensité (ou débit), ce qui n'est pas toujours aisé pour les crues anciennes. A défaut, la statistique pourra porter sur l'intensité des précipitations, beaucoup plus simple à appréhender. De ce fait, parlerons-nous aussi de pluie centennale (qui induit la crue centennale).

Dans le cas des inondations et crue torrentielles, l'aléa de référence qui servira de base au zonage réglementaire du P.P.R. sera la plus forte crue connue si elle est au moins de durée de retour centennale, sinon la crue **centennale estimée** (voir circulaire du 24 avril 1996 en annexe) .

	Un événement de période de retour		
	10 ans décennal	100 ans centennal	
Signifie que l'on a :	10% (=1 chance sur 10)	1% (=1 chance sur 100)	de « chance » de l'observer chaque année
Signifie que l'on a :	19 %	2 %	de « chance » de l'observer en 2 ans
Signifie que l'on a :	65.1 %	9.6 %	de « chance » de l'observer en 10 ans
Signifie que l'on a :	87.8 %	18.2 %	de « chance » de l'observer en 20 ans
Signifie que l'on a :	99.5 %	39.5 %	de « chance » de l'observer en 50 ans
Signifie que l'on a :	100 %	63.4 %	de « chance » de l'observer en 1 siècle

Le choix de la référence centennale répond à la volonté :

- de se référer à des événements, qui se sont déjà produits, qui sont donc non contestables et susceptibles de se produire à nouveau, et dont les plus récents sont encore dans les mémoires,
- de privilégier la mise en sécurité de la population en retenant des phénomènes de fréquence rare ou exceptionnelle.

Dans les secteurs à forte vulnérabilité (campings, secteurs fortement urbanisés ...) et soumis à un fort risque de crue torrentielle et afin de préciser l'aléa, des études hydrologiques et hydrauliques précises pourront être réalisées afin de proposer un zonage précis en fonction des enjeux et notamment des débits centennaux des cours d'eau réels observés et/ou estimés par calcul si les débits observés historiquement ne sont pas centennaux.

Dans les autres cas (secteurs naturels non urbanisés,...), le zonage est réalisé par une approche naturaliste hydro-géo-morphologique pouvant être complétée localement par calcul hydraulique sommaire en fonction d'un enjeux isolé afin d'apprécier l'importance d'un éventuel débordement.

Le seuil d'aléa est déterminé en fonction de la hauteur d'eau par rapport au terrain naturel et/ou par la vitesse présumée du courant. Dans le cas d'Amélie-Les-Bains, les niveaux d'eau adoptés dans chaque zone sont issus des études hydrologiques et hydrauliques².

Ainsi, on prendra comme seuil de hauteur d'eau présumé :

de 0 m à 0,50 m	aléa faible
de 0,50 m à 1 m	aléa moyen
de 0 m à 0,50 m	aléa faible

4.2.3. L'aléa « séisme »

Le classement (décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique) de la commune de Verdun-sur-Ariège en zone sismique dite « zone 1b » signifie, en terme d'aléa :

- que la fréquence probable de la secousse sismique d'une intensité supérieure ou égale à IX est considérée comme nulle pour trois siècles ;
- qu'il existe une fréquence probable de secousse sismique supérieure ou égale à l'intensité VIII de l'ordre d'un événement pour deux ou trois siècles maximum ;
- qu'il existe une fréquence probable de secousse sismique supérieure ou égale à l'intensité VII de l'ordre d'un événement tous les $\frac{3}{4}$ de siècle.

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

Il est présenté sous la forme de tableaux, ci après :

4.3.1. zones directement exposées

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
1	L'Ariège : Costes de Beleze, Pijol d'Enjoulia et Pont Biel, Luzegan, Les Pijols, Ribe d'Aygues, L'Ille	Crue torrentielle	Zones de débordement et d'expansion de crue : - limitées en amont de la confluence avec l'Aston, - occupant toute la banquette alluviale entre l'Ariège et le pied de versant du Quié depuis la confluence avec le ruisseau des Moulines jusqu'à la limite aval de commune	Fort T3 (lits, mineur et majeur, du cours d'eau)
2	Costes de Bélèze	Chute de pierres et/ou blocs	Bas de versant à ressauts rocheux émetteur potentiel de matériaux de forme plaque.	Moyen -P2-
3 4	La Lesse, La Lesse de Toulzan, Caraille, Lagoune et Sigoune, Flourens et Bastiens, Bouade et Labinats,	Chute de pierres et/ou blocs, Ravinement	Versant gazonné à petits ressauts de calcaire et de schiste, nombreux en partie supérieure. Des chutes de volumes rocheux de forme plaque sont observables avec propagation privilégiée dans les ravines accidentant les pentes du Sarrat des Taychous. Des chutes de volumes rocheux de forme cubique touchent les pentes écobuées entre le Pas de Toulzan et Caraille, une extension jusqu'aux prairies de bas de versant est possible.	Fort P3 Moyen E2
5 6	Esparre et Ille, Cargadou et Cousole Derrière l'église, Bobis	Chute de pierres et/ou blocs	Pied de versant du Quié, dominé par les falaises des Rochers de La Mirouge et du Rocher du Corbeau, façonné en anciennes terrasses soutenues par murets de pierres sèches. Il est soumis à l'arrivée de volumes rocheux éboulés, dues à des chutes isolées ou en amas à partir des ressauts calcaires et dolomitiques surplombants, suivant des propagations sur pentes d'éboulis ou canalisées par des ravines de versant.	FORT P3 Moyen P2
7	Pontillet et Peyre Escritte, Fangalas et Font Caoudo (versant rive droite du ruisseau des Moulines)	Chute de pierres et/ou blocs	Versant oriental du Rocher du Corbeau à forte pente et puissants ressauts calcaires à l'origine de chutes d'éléments rocheux de volume très supérieur au m ³ et pouvant atteindre la D 120 et le ruisseau des Moulines.	FORT P3

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Description de la zone	Niveau d'aléa
8	Croux d'Aoutis, Coume de Sauze, Bourranson et Moulines, Las Arenos, Pincarre, Rec de Gascou et Moulines	Glissement De terrain	Bas de versant marneux revêtu de colluvions à forte instabilité entretenue par des émergences karstiques (aval ancienne carrière bordant la D 120). Des dépôts fluvioglaciaires reposant sur des calcaires karstifiés sont présents à partir de la chapelle de Sourdeign de part et d'autre du ruisseau des Moulines et de ses affluents le Rec de Coty . Ils sont facilement mobilisables par ravinements et forts ruissellements.	FORT G3 MOYEN G2
9	Ruisseau des Moulines : Bobis, Camp del Parayre, Camp de las Peyres, Cadefals et Ille	Crue torrentielle	Cône de déjection du ruisseau des Moulines, parcouru par les épandages torrentiels catastrophiques de la fin du XIX siècle et colonisé par l'urbanisation de Verdun. A Caraille, en tête de cône le lit du ruisseau des Moulines appuyé au rocher en rive gauche voit sa section diminuée par le passage de la D120 et la présence d'une pisciculture.	Fort (lits, mineur et majeur, du cours d'eau et secteurs sinistrés en 1875) T3
10	Camp del Parayre, Coumamines et Espital, Champ de Place et Espino, Emperry et Belanet		A l'aval immédiat et au point de débordement historique des écoulements torrentiels, une digue déflectrice accompagne le basculement du cours d'eau sur la génératrice ouest de son cône au pied de l'église, assurant la protection ultime du village.	Moyen (secteurs parcourus en 1875 à modelé de cône torrentiel favorable à des écoulements privilégiés) T2
11	Rouby et Peyret		Le modelé du cône avec ses chenaux de crue se retrouve dans la disposition du parcellaire, du bâti et dans le tracé de certains tronçons de la voirie communale de chemins ruraux et de la D 120.	Faible (secteurs marginaux du cône torrentiel à écoulements prévisibles) T1
12	L'Estang, Estremies	Inondation	Emergence karstique combinée aux apports du Rec de Regayroles et du Rec du Sarrat del l'Aze à l'origine de la formation d'un étang par remplissage d'une doline.	FORT I3

4.4. Carte des aléas des phénomènes naturels prévisibles (hors séismes)

Sur un extrait de la carte I.G.N., feuille au 1/10 000, et à partir du tableau précédent sont représentés les niveaux d'aléas des différentes zones du P.P.R. à l'intérieur du périmètre d'étude :

Légende (* voir carte ci-contre)

Type de phénomènes naturels prévisibles	Niveau d'aléa par type de phénomènes naturels prévisibles		
	FORT	moyen	faible
Inondation	I3	I2	I1
<i>Crue torrentielle</i>	T3	T2	T1
Mouvement de terrain			
<i>Chute de blocs</i>	P3	P2	P1
<i>Ravinement</i>	E3	E2	E1
<i>Glissement de terrain</i>	G3	G2	G1

5. ENJEUX et VULNERABILITE

5.1. Définition

Les enjeux sont liés à la présence d'une population exposée, ainsi que des intérêts socio-économiques et publics présents.

L'appréciation des enjeux et de leur vulnérabilité résulte principalement de la superposition de la carte des aléas et des occupations du sol, actuelles et projetées. Elle ne doit pas donner lieu à des études quantitatives.

L'identification des enjeux et de leur vulnérabilité est une étape clef de la démarche qui permet d'établir un argumentaire clair et cohérent pour la détermination du zonage réglementaire et du règlement correspondant.

5.2. Evaluation des enjeux et Niveau de vulnérabilité par type de risques

L'évaluation des enjeux et leur niveau de vulnérabilité sont appréciés à partir des facteurs déterminants suivants :

- pour les enjeux humains : le nombre effectif d'habitants, le type d'occupation (temporaire, permanente, saisonnière), et la vulnérabilité humaine qui traduit principalement les risques de morts, de blessés, de sans-abri,
- pour les enjeux socio-économiques : le nombre d'habitations et le type d'habitat (individuel isolé ou collectif), le nombre et le type de commerces, le nombre et le type d'industries, le poids économique de l'activité, et la vulnérabilité socio-économique qui traduit les pertes d'activité, voir de l'outil économique de production,
- pour les enjeux publics : les infrastructures et réseaux nécessaires au fonctionnement des services publics, et la vulnérabilité d'intérêt public qui traduit les enjeux qui sont du ressort de la puissance publique, en particulier : la circulation, les principaux équipements à vocation de service public.

5.2.2. Les mouvements de terrain

5.2.2.1 Les chutes de blocs

Niveau de vulnérabilité	humaine	socio-économique	d'intérêt public	Total
Secteur de (n° de zone)				
Costes de Bélèze.....(2)	faible	faible	faible	faible
La Lesse, La Lesse de Toulzan, Caraille, Lagoune et Sigoune, Flourens et Bastiens, Bouade et Labinats..... (3)	faible	faible	faible	faible
Esparre et Ille, Cargadou et Cousole.....(5)	faible	faible	faible	faible

Niveau de vulnérabilité	humaine	socio-économique	d'intérêt public	Total
Secteur de (n° de zone)				
Derrière l'église, Bobis.....(6)	faible	faible	Moyen (D 120)	moyen
Pontillet et Peyre Escritte, Fangalas et Font Caoudo (versant rive droite du ruisseau des Moulines).....(7)	faible	faible	Moyen (D 120)	moyen

5.2.2.2 Les ravinelements

Niveau de vulnérabilité	humaine	socio-économique	d'intérêt public	Total
Secteur de (n° de zone)				
La Lesse, La Lesse de Toulzan, Caraille, Lagoune et Sigoune, Flourens et Bastiens, Bouade et Labinats..... (4)	faible	faible	faible	faible

5.2.2.2 Les glissements de terrain

Niveau de vulnérabilité	humaine	socio-économique	d'intérêt public	Total
Secteur de (n° de zone)				
Croux d'Aoutis, Coume de Sauze, Bourranson et Moulines, Las Arenos, Pincarre, Pincarre, Rec de Gascou et Moulines.....(8)	fort	fort	fort	fort

5.2.3. Les inondations et les crues torrentielles

Niveau de vulnérabilité	humaine	socio-économique	d'intérêt public	Total
Secteur de (n° de zone)				
L'Ariège : Costes de Beleze, Pijol d'Enjoulia et Pont Biel, Ribe d'Aygues, Les Pijols, Luzegan, L'Ille.....(1)	faible	faible	faible	faible
Ruisseau des Moulines : Bobis, Caraille, Camp del Parayre, Camp de las Petres, Cadefals et Ille.....(9)	fort	fort	fort	fort
Ruisseau des Moulines : Camp del Parayre, Coumamines et Espital, Champ de Place et Espino, Emperry et Belanet(10)	fort	fort	fort	fort
Ruisseau des Moulines : Rouby et Peyret.....(11)	fort	fort	fort	fort
L'Estang, Estramies(12)	faible	faible	faible	faible

6. LES RISQUES NATURELS

On entend par risques naturels, la manifestation en un site donné d'un ou plusieurs phénomènes naturels, caractérisés par un niveau d'intensité et une période de retour, s'exerçant ou susceptibles de s'exercer sur des enjeux, populations, biens et activités existants ou à venir caractérisés par un niveau de vulnérabilité.

Le tableau ci-après donne, par croisement du niveau d'aléa avec le niveau de vulnérabilité, le niveau de risque naturel des zones directement exposées du P.P.R.

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Niveau d'aléa	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
1	L'Ariège : Costes de Beleze, Pijol d'Enjoulia et Pont Biel, Luzegan, Les Pijols, Ribe d'Aygues, L'Ille	Crue torrentielle	fort	faible	fort
2	Costes de Bélèze	Chute de pierres et ou blocs	moyen	faible	moyen
3	La Lesse, La Lesse de Toulzan, Caraille, Lagoune et Sigoune, Flourens et Bastiens, Bouade et Labinats	Chute de pierres et ou blocs Ravinement	fort moyen	faible	fort
5	Esparre et Ille, Cargadou et Cousole	Chute de pierres et ou blocs	fort moyen	faible	fort moyen
6	Derrière l'église, Bobis	Chute de pierres et ou blocs	moyen	moyen	moyen
7	Pontillet et Peyre Escritte, Fangalas et Font Caudo (versant rive droite du ruisseau des Moulines)	Chute de pierres et ou blocs	fort	moyen	fort
8	Croux d'Aoutis, Coume de Sauze, Bourranson et Moulines, Las Arenos, Pincarre, Rec de Gascou et Moulines	Glissement de terrain	Fort Moyen	fort	fort

n° de la zone	Localisation	Type de phénomène naturel	Niveau d'aléa	Niveau de vulnérabilité	Niveau de risque
9	Ruisseau des Moulines : Bobis, Camp Del Parayre, Camp de las Peyres, Ribe d'Aygues, Barry- d'en-Bas, Cadefals et Ille	Crue torrentielle	fort	fort	fort
10	Ruisseau des Moulines : Camp Del Parayre, Coumamines et Espinal, Champ de Place et Espino, Emperry et Belanet	Crue torrentielle	moyen	fort	moyen
11	Ruisseau des Moulines : Rouby et Peyret	Crue torrentielle	faible	fort	faible
12	L'Estang, Estremies	Inondation	fort	faible	fort