

COMMUNE DE BOO-SILHEN

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.)

approuvé le 19 JUIN 2018

- Rapport de présentation
- Document graphique
- Règlement

- SOMMAIRE -

1. PREAMBULE.....	3
2. PRESENTATION DE LA COMMUNE.....	5
2.1 GEOGRAPHIE.....	5
2.2 GEOLOGIE.....	5
2.3 HYDROGRAPHIE.....	5
2.4 HYDROLOGIE.....	6
3. LES PHENOMENES NATURELS.....	7
3.1 LES MOUVEMENTS DE TERRAIN.....	8
3.1.1 <i>Les mouvements lents</i>	8
3.1.2 <i>Les mouvements rapides</i>	8
3.2 LES CRUES TORRENTIELLES ET INONDATIONS.....	9
3.3 LES SÉISMES.....	10
4. METHODE D'ETUDE DES PHENOMENES.....	11
4.1 INONDATIONS FLUVIALES.....	11
4.2 INONDATIONS TORRENTIELLES.....	11
4.3 MOUVEMENTS DE TERRAINS.....	12
5. LES ALEAS.....	13
5.1 DÉFINITION.....	13
5.2 ECHELLE DE GRADATION D'ALEAS PAR TYPE DE PHENOMENE.....	14
5.2.1 <i>Aléa inondation</i>	14
5.2.2 <i>Aléa crue torrentielle</i>	14
5.2.3 <i>Aléa glissement de terrain</i>	15
5.2.4 <i>Aléa chutes de pierre et/ou de blocs</i>	15
5.2.5 <i>Aléa "retrait gonflement argile"</i>	17
5.2.6 <i>Aléa "séismes"</i>	17
5.3 EXPLICATION DES ALEAS SUR LE TERRITOIRE ETUDIE.....	17
6. LES ENJEUX ET LEUR VULNERABILITE.....	18
6.1 DÉFINITION.....	18
6.2 ÉVALUATION DES ENJEUX.....	18
7. LE ZONAGE REGLEMENTAIRE.....	19
7.1 OBJECTIFS DE LA RÉGLEMENTATION.....	19
7.2 CARTOGRAPHIE RÉGLEMENTAIRE.....	20
7.3 SCHEMA DE SYNTHÈSE D'ANALYSE DES RISQUES.....	21

1. PREAMBULE

L'État et les communes ont des **responsabilités respectives** en matière de prévention des risques naturels.

- **L'État 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.

Le territoire de la commune de Boô-Silhen qui constitue le périmètre d'étude du P.P.R est exposé à plusieurs types de **risques naturels** :

- Le risque d'**inondation** du gave de Pau.
- Le risque de **crue torrentielle** de son affluent, le ruisseau de Saint-Pastous.
- Le risque de **chute de bloc**.
- Le risque de **glissement de terrain**.
- Le risque de **ravinement**.
- Le risque **sismique** pour lequel la totalité du territoire communal est classée en zone de **sismicité 4** (moyenne) (zonage sismique de la France révisé en 2010).

Le P.P.R. présenté ici, n'a étudié que les risques inondation, crue torrentielle, chute de bloc, glissement de terrain et ravinement. En ce qui concerne le risque sismique, c'est la réglementation applicable à la construction et sur la commune qui est rappelée dans le présent document.

Ainsi, 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 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* », et de la loi n° 95-101, notamment ses articles 40-1 à 40-7 du 2 février 1995 relative « *au renforcement de la protection de l'environnement* » (titre II) ; les dispositions relatives à l'élaboration de ce document étant fixées par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995.

La loi du 22 juillet 1987, support du P.P.R., permet par 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 oeuvre par les collectivités publiques et par les particuliers.

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 Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR) sont établis par l'état et ont valeur de servitude d'utilité publique au titre de la loi du 22 juillet 1987 modifiée. Selon les dispositions du code de l'urbanisme, cette servitude, nomenclaturée PM1, sera annexée au document d'urbanisme opposable au tiers (PLU ou POS), après mise en demeure adressée au maire de la commune par le représentant de l'État (Préfet). Si cette formalité n'a pas été effectuée dans le délai de trois mois, le représentant de l'État y procédera d'office par arrêté. Après l'expiration d'un an à compter, soit de l'approbation du plan, soit s'il s'agit d'une servitude nouvelle, de son institution, seules les servitudes annexées au plan pourront être opposées aux demandes d'autorisation d'occupation des sols.

L'arrêté préfectoral du 1^{er} février 2012 prescrit l'établissement d'un P.P.R. sur la totalité du territoire de la commune de Boô-Silhen. L'arrêté préfectoral du 13 février 2015 a prolongé de 18 mois, à compter du 1^{er} février 2015, le délai initial d'instruction du PPR, fixé à 3 ans. Ce délai a donc expiré le 31 juillet 2016. Aussi, un nouvel arrêté préfectoral de prescription a été pris en date **5 octobre 2016**.

La commune de Boô-Silhen a été associée à l'élaboration du P.P.R au travers de plusieurs réunions de concertation tenues les :

22 décembre 2011 : 5 communes (Agos-Vidalos, Ayzac-Ost, Boo-Silhen, Ger et Lugagnan).

Présentation en sous-préfecture, en présence de monsieur le sous-préfet et des élus des communes concernés des points suivants :

- Le pourquoi des plans de prévention des risques et la définition du document ;
- La description de la procédure d'élaboration ;
- Le calendrier prévisionnel de la démarche.

Présentation succincte par le bureau d'étude retenu, la CACG, de la société, l'équipe qui réalisera la prestation, la méthodologie ainsi que l'échéancier prévisionnel.

18 mars 2015 : 5 communes (Agos-Vidalos, Ayzac-Ost, Boo-Silhen, Ger et Lugagnan).

Suite au retard pris dans la procédure, du en partie aux crues du Gave de 2012 et 2013, le délai de réalisation des plans de prévention des risques a du être prorogé de 18 mois. De plus, des élections municipales étant intervenues en 2014, une nouvelle présentation, identique à celle de la réunion précédente, a été faite à toutes les communes concernées en mairie d'Agos-Vidalos.

20 avril 2015 :

Présentation en mairie de la carte des aléas suite à envoi de cette carte et demande de retour d'observations. Recueil des observations de la commune sur la carte d'aléas : passage de l'aléa fort à moyen sur deux zones restreintes et de l'aléa moyen à faible en partie sur zone lotie au niveau de l'église.

13 avril 2016 :

Transmission et présentation en mairie de la carte réglementaire avec prise en compte des observations faites par la commune sur la carte d'aléas. Recueil des observations de la commune sur la carte réglementaire.

Au cours de ces différentes réunions ont été présentés et expliqués les objectifs de la démarche P.P.R, les résultats des études d'aléas et d'enjeux ainsi que les projets de zonages et de règlements.

2. PRESENTATION DE LA COMMUNE

2.1 GEOGRAPHIE

La commune de Boô-Silhen se situe à une altitude comprise entre 399m et 599m dans la vallée du Gave de Pau entre Lourdes et Argelès-Gazost.

La population de la commune est de 288 habitants (recensement publié en 2012) sur une superficie de 3,12 km².

2.2 GEOLOGIE

Les communes entre Lourdes et Argelès-Gazost sont situées dans la Haute Chaîne Primaire constituée de terrains anciens d'âge Ordovicien à Carbonifère.

Le substratum est constitué essentiellement de pélites et de grès du Dévonien avec quelques intercalations calcaires.

La géologie et la géomorphologie de l'ensemble de la vallée sont marquées par des épisodes glaciaires du Quaternaire. Alimenté par des glaciers confluents (Val d'Azun et Cauterets), le glacier du gave de Pau s'étendait jusqu'à Lourdes. Il a laissé lors de ses phases de retrait successives de nombreux dépôts morainiques déposés en terrasses sur les versants. Des cordons morainiques sont restés visibles sur les bas versants du bassin d'Argelès en rive gauche.

Le fond de la vallée est recouvert par les formations fluviales gravelo-sableuses du Gave de Pau.

Le ruisseau de St-Pastous a construit 2 cônes de déjection. Le premier depuis l'amont se situe en aval du village éponyme. Ce cône de déjection supérieur est très important (51,3 ha de superficie) si on considère la taille du bassin d'alimentation (5 km² : 500 ha). En proportionnalité de surface de bassin-versant, le cône supérieur du ruisseau de St-Pastous est près de 10 fois plus étendu que le cône du Bergons (10,20 ha/km² contre 1,52 ha/km²). Le village de Boô-Silhen est édifié sur le second cône de déjection, de taille beaucoup plus modeste, qui est au contact de la plaine alluviale du gave de Pau.

L'ensemble morphologique du versant sud-est du Buala (Silhen) évoque nettement la présence d'un glissement au sein des schistes dévoniens, en particulier le couple replat-talus.

Le versant de « Sarrat » qui domine la RD 13 présente à priori des caractéristiques favorables au déclenchement de glissements superficiels et de coulées de boue : substratum schisteux et couverture morainique (selon la carte géologique au 1/50 000 mais non confirmée sur le terrain) pour la lithologie ; pentes fortes (> 30 °) pour la topographie.

2.3 HYDROGRAPHIE

La commune de Boô-Silhen est située en rive droite du Gave de Pau, entre Ayros-Arbouix et Geu. La voie verte franchit le Gave en amont du village puis longe le pied de versant avant qu'il ne s'écarte pour faire place au cône de déjection du ruisseau de St-Pastous où le village de Boô-Silhen s'est installé. Il se trouve, ainsi, dans un triangle limité par la voie verte et les versants. Le Gave de Pau a, dans ce secteur une largeur totale de lit mineur d'environ 60 m, parfois composée de plusieurs bras. Le Gave de Pau, qui prend sa source au pied du cirque de Gavarnie à 2500 m d'altitude, draine un bassin versant de 500 km² comportant un grand nombre des hauts sommets pyrénéens français.

Le ruisseau ou torrent de St-Pastous draine un bassin versant de 9,11 km² dont la partie amont se situe entièrement sur la commune de St-Pastous (la limite communale avec Boô-Silhen longe la RD 13). Il s'agit d'un bassin-versant de moyenne montagne, les crêtes ne dépassant pas 1700 m d'altitude.

2.4 HYDROLOGIE

A Lourdes, 3 crues historiques majeures : 1937, 1979 et 1997

Débits de crues au Pont St-Michel (SAC)

- crue 1/10 = 350 m³/s,
- crue du 1/06/1979 = 490 m³/s,
- crue du 8/11/1982 = 540 m³/s,
- crue historique du 27/10/1937 = 920 m³/s

On affecte à la crue de 1937, une fréquence plus que centennale.

Débits de pointe des crues du Gave de Pau au pont de Tilhos à Argelès

Date de la crue	Débit de la crue
27 octobre 1937	600 m ³ /s
3 juillet 1897	600 m ³ /s
11 juin 1885	560 m ³ /s
8 novembre 1982	550 m ³ /s
3 février 1952	500 m ³ /s
12 juin 1929	500 m ³ /s
1 ^{er} juin 1979	460 m ³ /s

3. LES PHENOMENES NATURELS

Les principaux phénomènes présents sur la commune sont :

- les crues torrentielles
- les inondations
- les glissements de terrain
- les chutes de blocs
- les ravinements

Les **séismes** ne font pas l'objet d'une étude ou d'une cartographie particulière. Le canton d'Argelès-Gazost auquel est rattaché la commune de Boô-Silhen est classé en zone 4, dite de "sismicité moyenne".

3.1 LES MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les mouvements de terrain sont les manifestations de déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques.

Selon la vitesse de déplacement, on distingue :

les mouvements lents = déformation progressive avec ou sans rupture et généralement sans accélération brutale

les mouvements rapides = mouvement en masse ou à l'"état remanié"

3.1.1 Les mouvements lents

- **les affaissements** : dépressions topographique en forme de cuvette à grand rayon de courbure dues au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture avec ou sans fractures ouvertes. Dans certains cas ils peuvent être le signe annonciateur d'effondrements.

- **les tassements par retrait** : déformations de la surface du sol (tassement différentiel) liées à la dessiccation des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable. Si les conditions hydrogéologiques initiales se rétablissent, des phénomènes de gonflement peuvent se produire.

- **les glissements** : déplacement généralement lent sur une pente le long d'une surface de rupture identifiable, d'une masse de terrain cohérente de volume et d'épaisseur variable. Niche d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, zone de rétention d'eau,sont parmi les indices caractéristiques des glissements.

- **le fluage** : mouvement lent de matériaux plastiques sur faible pente résultant d'une déformation gravitaire continue d'une masse de terrain non limitée par une surface de rupture clairement identifiée.

3.1.2 Les mouvements rapides

- **les effondrements** : ils résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine préexistante et se produisent de façon plus ou moins brutale.

- **les éboulements, chutes de blocs et de pierres** : chutes de masses rocheuses qui se produisent par basculement, rupture de pied, glissement bac par bac à partir de falaises, escarpements rocheux, formations meubles à blocs (moraines), blocs provisoirement immobilisés sur une pente.

Selon le volume éboulé on distingue :

* les chutes de pierres ou de blocs - volume total inférieur à la centaine de m³

* les éboulements en masse - volume de quelques centaines à quelques centaines de milliers de m³

* les éboulements en grande masse - volume supérieur au million de m³.

- **les coulées de boues** : mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elles prennent fréquemment naissance dans la partie aval d'un glissement de terrain.

3.2 LES CRUES TORRENTIELLES ET INONDATIONS

Une **crue** correspond à une augmentation rapide et temporaire du débit d'un cours d'eau. Elle est décrite à partir de trois paramètres : le débit, la hauteur et la vitesse du courant. En fonction de ces paramètres, une crue peut être contenue dans le lit ordinaire dénommé lit mineur du cours d'eau ou déborder dans son lit moyen ou majeur.

Une **inondation** désigne un recouvrement d'eau qui déborde du lit mineur ou qui afflue dans les talwegs ou dépressions. Selon le temps de concentration des eaux affectée à ces crues, on distingue les inondations lentes ou rapides.

Les **crues torrentielles** désignent des phénomènes de crue de torrents ou de rivières torrentielles s'accompagnant de transports solides dont l'influence est généralement prépondérante sur les conditions d'écoulement. Le **charriage hyperconcentré** et les **laves torrentielles** sont les deux principaux phénomènes de transport solide rencontrés dans les zones de montagne à fort relief. On a coutume de les différencier entre autres par :

- leur comportement en écoulement : en charriage, l'eau et les matériaux transportés se déplacent à des vitesses différentes alors qu'une lave torrentielle revêt l'aspect d'un fluide relativement homogène ;

- leur concentration en matériaux : une lave torrentielle peut être constituées de 50 à 85 % de matériaux, alors qu'en charriage, il est assez rare que ce taux dépasse 20 % ;

- la forme de leurs dépôts : en charriage, les matériaux sont triés, notamment en fonction de leur diamètre et de la pente, contrairement aux laves qui montrent des dépôts sans ségrégation constitués indifféremment de très gros blocs et de matériaux fins.

Pour qu'une lave se déclenche dans un torrent, il faut qu'un certain nombre de conditions soient réunies en même temps, ce qui explique leur relative rareté. Ainsi, beaucoup de torrents ont tendance à avoir un fonctionnement mixte, leurs écoulements alternant de manière plus ou moins régulière dans le temps, aussi dans l'espace, entre des phases de charriage et des phases de lave torrentielle.

Les principaux facteurs impliqués dans la formation d'une lave torrentielle sont, de manière non exhaustive :

- la superficie de l'impluvium, qui dépasse rarement une dizaine de km² sur les torrents à laves ;
- la pente du torrent et des versants, qui doit être suffisamment vigoureuse pour déclencher et propager le phénomène ;
- la couverture végétale, dont l'absence favorise les processus érosifs induits par les ruissellements de surface ;
- la géologie, certaines formations étant réputées les plus aptes à produire des laves que d'autres, comme : les formations rocheuses peu cohérentes (marnes, schistes), les formations meubles (moraines, fluvio-glaciaires, éboulis produits d'altération, terrains en mouvement ...) et les roches salines (gypses) ;
- la présence de zones instables de grande ampleur dans le bassin versant, capables de fournir de manière immédiate d'importantes quantités de matériaux en cas de crue ;
- la pluviométrie, l'occurrence de précipitations intenses, précédées ou non d'averses plus modestes favorisant le déclenchement de ces phénomènes.

3.3 LES SÉISMES

La commune de Boô-Silhen a été classée en zone de sismicité moyenne, dite "zone 4", par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (B.R.G.M.), lors de la modification du zonage sismique de la France en 2010.

Description simplifiée de l'échelle d'intensité EMS98 (European Macroseismic Scale) utilisée par le Bureau Central Sismologique Français (BCSF).

Degré	Secousse	Observations : effet sur les personnes, sur les objets et dommages aux constructeurs
I	Imperceptible	La secousse n'est pas perçue par les personnes, même dans l'environnement le plus favorable. Pas d'effets pas de dommages
II	A peine ressentie	Les vibrations ne sont ressenties que par quelques individus au repos (<1%) dans leur habitation, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments; Pas d'effets, pas de dégâts.
III	Faible	L'intensité de la secousse n'est ressentie que par quelques personnes à l'intérieur des constructions. Léger balancement des objets suspendus. Pas de dommages.
IV	Ressentie par beaucoup	Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par la plupart et par quelques personnes à l'extérieur. Certains dormeurs sont réveillés. Le niveau des vibrations n'est pas effrayant et reste modéré. Les fenêtres, les portes et les assiettes tremblent. Les objets suspendus se balancent. Les meubles légers tremblent visiblement dans certains cas. Quelques craquements du bois. Pas de dommages.
V	Forte	Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par la plupart et par quelques personnes à l'extérieur. Certaines personnes sont effrayées et sortent en courant. De nombreux dormeurs s'éveillent. Les observateurs ressentent une forte vibration ou roulement de tout l'édifice, de la pièce ou des meubles. Les objets suspendus sont animés d'un large balancement. Les assiettes et les verres s'entrechoquent. Les objets en position instable tombent. Les portes et fenêtres battent avec violence ou claquent. Dans certains cas les vitres

		se cassent. Les liquides oscillent et peuvent déborder des réservoirs pleins. Peu de dommages non structurels aux bâtiments en maçonnerie.
VI	Légers dommages	Le séisme est ressenti par la plupart des personnes à l'intérieur et par beaucoup à l'extérieur. Certaines personnes perdent leur équilibre. De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent vers l'extérieur. Les objets de petite taille tombent et les meubles peuvent se déplacer. Quelques exemples de bris d'assiettes et de verres. Les animaux domestiques peuvent être effrayés. Légers dommages non structurels sur la plupart des constructions ordinaires : fissurations fines des plâtres ; chutes de petits débris de plâtre.
VII	Dommages significatifs	La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Beaucoup ont du mal à tenir debout, en particulier dans les étages supérieurs. Le mobilier est renversé et les objets suspendus tombent en grand nombre. L'eau gicle hors des réservoirs, des bidons, des piscines. Beaucoup de bâtiments ordinaires sont modérément endommagés : petites fissures dans les murs, chutes de plâtres, de parties de cheminées. Les bâtiments les plus vieux peuvent montrer de larges fissures dans les murs et les murs de remplissage peuvent être détruits.
VIII	Dommages importants	Beaucoup de personnes ont du mal à rester debout même au dehors. Dans certains cas, le mobilier se renverse. Des objets tels que les télévisions, les ordinateurs, etc. peuvent tomber sur le sol. Les stèles funéraires peuvent être déplacées, déformées ou retournées. Des ondulations peuvent être observées sur les sols très mous. De nombreuses constructions subissent des dommages : chutes de cheminées, lézardes larges et profondes dans les murs. Quelques bâtiments ordinaires bien construits montrent des destructions sérieuses dans les murs, cependant que des structures plus anciennes et légères peuvent s'effondrer.
IX	Destructive	Panique générale, les personnes peuvent être précipitées avec force sur le sol. Les monuments et les statues se déplacent ou tournent sur eux-mêmes. Des ondulations sont observées sur les sols mous. Beaucoup de bâtiments légers s'effondrent en partie, quelques-uns entièrement. Même les bâtiments ordinaires bien construits montrent de très lourds dommages : destructions sévères dans les murs ou destruction structurelle partielle.
X	Très destructive	Beaucoup de bâtiments ordinaires bien construits s'effondrent.
XI	Dévastatrice	La plupart des bâtiments ordinaires bien construits s'effondrent, même certains parmi ceux de bonne conception parasismique.
XII	Complètement dévastatrice	Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites. Les effets ont atteint le maximum de ce qui est imaginable.

4. METHODE D'ETUDE DES PHENOMENES

4.1 INONDATIONS FLUVIALES

Le secteur d'étude se situe sur un tronçon de transition du Gave de Pau, au pied des zones à forte pente où il se comporte en torrent de montagne. Ici, la pente diminue tandis que la vallée s'élargit mais les vitesses restent fortes et le transport solide important comme en témoigne la taille des galets véhiculés.

Les études d'aléa amont et aval de la zone d'étude ont été réalisées par modélisation hydraulique du Gave de Pau. Aussi, il est cohérent de procéder de même pour le secteur intermédiaire.

En outre, la réalisation d'un modèle hydraulique permet de définir les enveloppes d'inondation de crues inférieures à la crue de référence, outil dont la DDT souhaite disposer pour la gestion de crise.

Un levé topographique a été réalisé spécifiquement pour l'étude d'aléa d'inondation par le service topographique de la CACG aux mois de février et mai 2012 ; la partie propre au Gave de Pau a eu lieu en mai.

A partir des diverses données disponibles et recueillies, un modèle hydraulique de la vallée a été monté avec les caractéristiques suivantes :

- 54 profils topographiques, et 141 profils au total, soit environ 1 tous les 100 m (max : 100 m, min : 15 m)
- longueur de l'axe modélisé : 10,926 km
- altitudes du fond : entre 414,93 et 375,59 m NGF,
- pente = 0,37%,
- hauteurs des berges comprises entre 1,1 m et 7 m avec une moyenne quasiment équivalente en rives droite et gauche, 3,9 m en RG, 3,65 m en RD,
- 2 seuils dont 1 seul dans la zone d'étude (celui de la centrale SHEM d'Agos-Vidalos),
- 4 ponts.

La condition à la limite aval est une hauteur uniforme tandis qu'en amont, on considère la hauteur critique. Le régime d'écoulement est mixte, c'est-à-dire tantôt fluvial, tantôt torrentiel.

On effectue le calage du modèle numérique à partir des repères de crue identifiés et de la reconstitution du débit maximum de la crue du 20/10/2012 pris égal à 380 m³/s. Une fois le modèle calé, on simule les crues d'autres fréquences, en particulier celle du 27/10/1937, crue de référence du secteur d'étude pour la définition de l'aléa d'inondation (920 m³/s).

4.2 INONDATIONS TORRENTIELLES

L'étude des inondations torrentielles est faite par la méthode hydrogéomorphologique. Elle s'appuie sur les études précédentes, en particulier pour le Gave du Bergons (étude Hydrétudes) et sur l'analyse de la dynamique torrentielle. L'analyse de la dynamique torrentielle comprend :

- A. L'étude des événements historiques si connus. C'est le cas pour l'événement majeur du 16 décembre 1906 pour le gave du Bergons.
- B. L'analyse du profil en long des torrents à partir des données topographiques et sur site afin de déterminer les conditions de transport solide (transport de sédiment) et son incidence sur l'élévation des lits en forte crue. Lors de la crue du 16 décembre 1906 sur le gave du Bergons, l'importance des apports solides a provoqué une divagation du torrent sur la partie amont du cône de déjection faisant craindre l'inondation du bourg d'Ost.
- C. Une analyse par télédétection sur images aériennes permettant de repérer les principales discontinuités topographiques (ruptures de pente) et de différencier différentes unités morphologiques homogènes en terme d'inondabilité. Cette analyse a essentiellement concerné le gave du Bergons et son cône de déjection. Ce premier niveau d'analyse conduit à une première cartographie.

- D. Une analyse de terrain pour préciser la cartographie initiale et intégrer une dimension hydraulique. Il s'agit notamment de prendre en compte les hauteurs de berge afin de repérer les points de débordement préférentiels à partir du lit mineur. Ces points de débordement sont souvent reliés sur les cônes de déjection à des chenaux de crue.

L'estimation des débits de crue n'est pas fondamentalement nécessaire pour la méthode hydrogéomorphologique. Cette estimation a pour objectif de disposer de valeurs à comparer aux capacités hydrauliques des ouvrages en travers (seuils et ponts) et d'estimer l'impact potentiel sur les zones inondables.

4.3 MOUVEMENTS DE TERRAINS

Les mouvements de terrains sont étudiés par 3 types d'analyse :

E. Par télédétection à partir d'images aériennes : éboulements et chutes de blocs ; glissements de terrain. On établit une première cartographie.

F. Par analyse de terrain permettant de valider et préciser la phase de télédétection.

G. Par modélisation informatique pour les glissements rapides et coulées de boues associées.

Les 2 premières analyses sont classiquement utilisées. La modélisation des glissements rapides et coulées de boue est une méthode particulière à ce type de phénomène.

5.1 DÉFINITION

En matière de risques naturels, l'aléa 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 et la fréquence du phénomène.

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.) et éventuellement par une modélisation mathématique reproduisant les phénomènes étudiés;

La fréquence du phénomène

- La notion de fréquence de manifestation du phénomène, s'exprime par sa période de retour ou récurrence, et 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.

La période de retour décennale ou centennale traduit la probabilité qu'un événement d'intensité donnée ait respectivement 1 "chance" sur 10 ou 1 "chance" sur 100 de se produire chaque année.

A titre d'exemple, évoquer la période de retour décennale d'un phénomène naturel tel qu'une crue torrentielle, ne signifie pas qu'on l'observera à chaque anniversaire décennal, mais simplement qu'on aura 1 "chance" sur 10 de l'observer sur une année.

Cette notion ne peut être cernée qu'à partir de l'analyse de données historiques (chroniques). Elle n'aura, 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 .

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, 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, notamment en matière de risque mouvements de terrain et d'inondation.

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 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 (**aléa Fort**).

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.

La carte des aléas (hors séisme et feux de forêts) localise et hiérarchise les secteurs exposés à un ou plusieurs phénomènes en les classant en plusieurs niveaux tenant compte de la nature du (des) phénomène(s), de sa (leur) probabilité d'occurrence et de sa (leur) intensité.

5.2 ECHELLE DE GRADATION D'ALEAS PAR TYPE DE PHENOMENE

5.2.1 Aléa inondation

L'événement de référence est la plus forte crue connue ou, dans le cas où celle-ci serait plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière.

Les paramètres les plus pertinents pour caractériser l'intensité d'une inondation sont la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement :

- *Aléa fort* :: hauteur d'eau supérieure à 1 mètre, quelle que soit la vitesse du courant et/ou vitesse du courant supérieure à 0,5 m/s quelle que soit la hauteur d'eau.
- *Aléa moyen* : hauteur d'eau inférieure à 1 mètre et supérieure à 0,50 m et/ou vitesse du courant inférieure à 0,5 m/s.
- *Aléa faible* : hauteur d'eau inférieure à 0,50 m et/ou vitesse du courant inférieure à 0,5 m/s.

5.2.2 Aléa crue torrentielle

L'événement de référence pour la cartographie de l'aléa « crue torrentielle » est la plus forte crue connue, si sa durée de retour est au moins de 100 ans, sinon la crue centennale estimée.

Lors de crues torrentielles, les écoulements, même en dehors du lit mineur, ont souvent des vitesses élevées et peuvent charrier des matériaux. Les dommages sur les bâtiments sont alors dus :

- à une pénétration des eaux dans le bâtiment, par ses ouvertures (provoquant surtout des dégâts internes par les eaux)
- à des efforts importants sur les façades par la pression de l'eau ou par les impacts des blocs ou matériaux charriés (provoquant des enfoncements ou des destructions de façades, ...)
- à des affouillements sous les fondations (provoquant des effondrements de structures ou de murs affouillés, ...)

En général, les débordements torrentiels présentent un certain caractère aléatoire. Leurs cheminements en dehors du lit initial du torrent dépendent en particulier de la topographie du site avant la crue, de la présence d'obstacles plus ou moins résistants, de la localisation et de l'ampleur des dépôts de matériaux et de flottants, mais également des érosions éventuellement induites par l'écoulement. L'observation des crues torrentielles, en particulier sur les cônes de déjection des torrents, confirme que, parmi toutes les parcelles potentiellement menacées, toutes ne sont pas

atteintes lors d'un même événement. Toutes ces parcelles potentiellement menacées ne sont donc pas exposées à la même probabilité d'atteinte.

Dans ces conditions, il semble possible, pour un événement de durée de retour donnée, de qualifier l'aléa en fréquence et en intensité, à partir des critères suivants :

- aléa fort : forte probabilité d'atteinte par la crue et forts risques de destructions de bâtiments ;
- aléa moyen : probabilité d'atteinte moyenne par la crue et risques modérés de destructions de bâtiments ;
- aléa faible : faible probabilité d'atteinte par la crue et risques d'endommagement de bâtiments, sans destruction.

5.2.3 Aléa glissement de terrain

La période de référence est de 100 ans.

L'aléa de référence (considéré comme vraisemblable au cours de la période de référence) est qualifié par son **intensité**.

Les paramètres les plus pertinents pour caractériser l'intensité d'un glissement de terrain sont :

- le potentiel de dommages ;
- l'importance et le coût des mesures nécessaires pour se prémunir du phénomène.

Intensité	<i>Potentiel de dommages durant la période de référence</i>	<i>Parades</i>	Aléa
faible	Fissuration de bâtiments usuels	Parades supportables financièrement par un propriétaire individuel	faible
moyenne	Fissuration de bâtiments usuels	Parades supportables financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)	moyen
forte	Forte fissuration ou destruction de bâtiments usuels	Débordant largement le cadre parcellaire et/ou d'un coût très important et/ou techniquement difficile	fort
majeure	Destruction de bâtiments usuels	Pas de parade technique	majeur

5.2.4 Aléa chutes de pierre et/ou de blocs

L'événement de référence est la plus forte chute de blocs connue ou, dans le cas où celle-ci serait plus faible que la chute d'un bloc ayant une probabilité de pénétrer dans la zone de 10^{-6} , cette dernière.

La probabilité qu'un bloc pénètre dans la zone est fonction d'une part de la probabilité de départ de blocs depuis l'affleurement rocheux et, d'autre part de la probabilité que les blocs partis se propagent jusqu'à la zone.

Une probabilité qu'un bloc pénètre dans la zone égale à 10^{-3} signifie que, chaque année, on a 1 « chance » sur 1.000 de voir un bloc pénétrer dans la zone (et, chaque siècle, 63 « chances » sur 1.000).

Le paramètre le plus pertinent pour caractériser l'intensité d'une chute de blocs est son énergie (elle même fonction de la masse et de la vitesse du bloc).

		Energie maximale des blocs pénétrant dans la zone (Emax)			
		Emax > 300 kJ	300 kJ > Emax > 30 kJ	30 kJ > Emax > 1 kJ	1 kJ > Emax
Probabilité qu'un bloc pénétre dans la zone (Pp)	$Pp > 10^{-3}$	Aléa fort			Aléa négligé
	$10^{-3} > Pp > 10^{-6}$	Aléa fort	Aléa moyen	Aléa faible	
	$10^{-6} > Pp$	Aléa négligé			

5.2.5 Aléa "retrait gonflement argile"

L'étude réalisée par le BRGM en mars 2007 montre que la commune de Boô-Silhen est concernée pour 56,5% de sa superficie par un aléa faible de retrait gonflement argile.

5.2.6 Aléa "séismes"

Il n'y a pas eu d'étude spécifique autre que la réglementation nationale en vigueur, pour définir l'aléa "séismes" sur le territoire de la commune.

La commune de Boô-Silhen est classée réglementairement en zone de sismicité 4 (moyenne), (décrets 2010-1254 et 2010-1255 du 22/10/2010 relatifs à la prévention du risque sismique et portant délimitation des zones de sismicité). Ce risque doit être pris en compte dans les constructions au titre du Code de la construction et de l'habitation.

5.3 EXPLICATION DES ALEAS SUR LE TERRITOIRE ETUDIE

Voir rapport CACG joint en annexe.

6. LES ENJEUX ET LEUR VULNERABILITE

6.1 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 résulte principalement de la superposition de la carte des aléas et des occupations du sol actuelles. Elle ne doit pas donner lieu à des études quantitatives.

Par risques naturels, sont estimées :

- la vulnérabilité humaine qui traduit principalement les risques de morts, de blessés, de sans-abri.
- La vulnérabilité socio-économique qui traduit les pertes d'activité, voir de l'outil économique de la production.
- 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.

L'identification des enjeux et des objectifs 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.

6.2 ÉVALUATION DES ENJEUX

Elle est appréciée à partir des facteurs déterminants suivants :

- pour les enjeux humains : le nombre effectif d'habitants, le type d'occupation (temporaire, permanente, saisonnière),
- 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,
- pour les enjeux publics : les infrastructures et réseaux nécessaires au fonctionnement des services publics.

Le risque se définit comme le résultat du croisement de l'aléa et de la vulnérabilité.

7. LE ZONAGE REGLEMENTAIRE

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.

Afin de limiter les conséquences humaines et économiques de catastrophes naturelles pour la collectivité, le principe à appliquer est l'arrêt du développement de l'urbanisation et donc l'interdiction d'aménager des terrains et de construire dans toutes les zones à risque.

Les terrains protégés par des ouvrages de protection existants sont toujours considérés comme restant soumis aux phénomènes étudiés, et donc vulnérables, en particulier pour ce qui est des constructions et autres occupations permanentes. Les mêmes prescriptions doivent être appliquées, qu'il y ait ouvrages ou pas, l'intérêt majeur de ces derniers devant rester la réduction de la vulnérabilité de l'existant.

Dans les zones d'aléas les plus forts

Lorsque la sécurité des personnes est en jeu, ou lorsque les mesures de prévention ne peuvent apporter de réponse satisfaisante, l'interdiction sera appliquée strictement. On ne peut exclure que certaines situations conduisent à bloquer la croissance d'une commune; il conviendra alors de rechercher d'autres solutions d'avenir, par exemple dans l'intercommunalité.

Dans les autres zones d'aléas

Le principe de réglementation est de ne pas urbaniser les zones exposées en dehors des zones urbanisées.

7.1 OBJECTIFS DE LA RÉGLEMENTATION

La réglementation des Plans de Prévention des Risques Naturels doit répondre à trois objectifs généraux :

- améliorer la sécurité des personnes dans les zones soumises à un risque naturel : pour cela, deux types de règles sont disponibles : **interdire** ou **prescrire**.
- maintenir sur l'ensemble du bassin le libre écoulement et la **capacité d'expansion des crues, même si l'aléa y est faible**.
- limiter les dommages aux biens et aux activités dans les zones inondables et éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection des lieux fortement urbanisés.

La cartographie réglementaire des risques fait apparaître trois types de zones :

➤ pour les zones identifiées comme étant nécessaires à l'expansion des crues, zones qualifiées de champs d'expansion des crues apparaissant dans les zones à risque fort et modéré. Ces zones doivent être impérativement préservées de l'urbanisation en raison du rôle important qu'elles jouent sur l'écoulement des eaux en cas de crues et des modifications sur l'impact des inondations que peut engendrer leur aménagement ou leur urbanisation. Les champs d'expansion des crues à conserver sont des espaces où la vulnérabilité actuelle est faible (espaces agricoles, bois, saligues...) qui ont un rôle de stockage des crues à maintenir. L'existence de constructions dispersées n'implique pas l'exclusion du champ d'inondation à préserver.

Dans ces zones, les constructions nouvelles seront a priori interdites - ceci quel que soit le niveau d'aléa - en dehors de quelques opérations relatives au bâti existant (entretien des bâtiments, amélioration des conditions de sécurité...) (sous réserve d'assurer la sécurité des personnes, et de ne pas augmenter la vulnérabilité des biens). Dans ces zones, les aménagements susceptibles de modifier les conditions d'écoulement ou d'expansion des crues seront réglementés. L'ensemble de ces mesures vise à satisfaire l'objectif n° 2.

➤ pour les autres zones, il conviendra de distinguer successivement :

- les secteurs à risque fort correspondant approximativement, pour l'inondation, au lit moyen du cours d'eau, sur lesquels les dommages aux biens et aux activités peuvent être potentiellement importants (objectif n° 3), et où les inondations ou un autre risque naturel sont localement susceptibles de mettre en jeu la sécurité des personnes (objectif n° 1). Ces secteurs justifient des mesures d'interdiction pour les constructions nouvelles. Des exceptions sont cependant possibles pour l'entretien et la gestion des bâtiments existants .

- les secteurs à risque modéré sur lesquels les dommages potentiels sont inférieurs à ceux de la zone à risque fort. Ces secteurs font l'objet de prescriptions générales destinés à réduire la vulnérabilité des biens et des personnes (objectifs n° 1 et n°3).

7.2 CARTOGRAPHIE RÉGLEMENTAIRE

- Les zones à risque sont repérées par :

- une lettre, qui définit le type de risque :
 - C : chute de blocs
 - G : glissement de terrain
 - I : inondation
 - R : ravinement
 - T : crue torrentielle
- un chiffre et une couleur qui définissent le niveau de l'aléa et la constructibilité :
 - 1 (rouge) : fort (inconstructible)
 - 2 (bleu) : moyen (constructible)
 - 3 (bleu) : faible (constructible)
 - 12 (rouge) : moyen (inconstructible)
 - 13 (rouge) : faible (inconstructible)
 - 4 (jaune) : moyen champ d'expansion des crues (inconstructible)
 - 5 (jaune) : faible champ d'expansion des crues (inconstructible)

- Le zonage sismique, qui est un zonage national, s'applique à tout le périmètre mis à l'étude.

7.3 SCHEMA DE SYNTHESE D'ANALYSE DES RISQUES

Le schéma ci-dessous synthétise l'analyse qui est faite pour chaque zone considéré "à risque". A chaque phénomène est ainsi attribué un niveau d'aléa relatif à son intensité et sa fréquence. L'appréciation des enjeux résulte d'une analyse des occupations du sol actuelles ou projetées. Le niveau de risque induit par l'évaluation des enjeux menacés et le niveau d'aléa permet de déterminer les zones réglementaires du plan de zonage du P.P.R..

