

# COMMUNE DE GAZOST

## Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles

### MOUVEMENTS DE TERRAIN, CHUTE DE BLOCS ET AVALANCHES

(P.P.R.)

approuvé le

- [Rapport de présentation](#)
- Document graphique
- Règlement



## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Préambule.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Cadre géographique.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Cadre géologique.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>Limites géographiques du PPR.....</b>                               | <b>10</b> |
| <b>Limites techniques de l'étude PPR.....</b>                          | <b>11</b> |
| <b>Définitions des phénomènes naturels étudiés sur la commune.....</b> | <b>12</b> |
| <b>Les avalanches.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Les mouvements de terrain.....</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>Les séismes.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>La carte informative des phénomènes naturels.....</b>               | <b>14</b> |
| <b>La carte des aléas.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>Définition des enjeux.....</b>                                      | <b>40</b> |
| <b>Évaluation des enjeux.....</b>                                      | <b>40</b> |
| <b>Cartographie réglementaire.....</b>                                 | <b>41</b> |
| <b>Schema de synthese d'analyse des risques.....</b>                   | <b>43</b> |

## PRÉAMBULE

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 Gazost qui constitue le périmètre d'étude du P.P.R est exposé à plusieurs types de **risques naturels** :

- Le risque d'**inondation**
- Le risque **mouvement de terrains**
- Le risque **chute de blocs**
- Le risque **avalanche**
- Le risque **sismique** pour lequel la totalité du territoire communal est classée en zone de **sismicité 3** (modérée) (zonage sismique de la France révisé en 2010).

Le P.P.R. présenté ici, n'a étudié que les risques mouvement de terrain, chute de blocs et avalanches.

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.

Le risque inondation sera étudié ultérieurement pour cette commune.

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 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, 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.

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'Etat et ont valeur de servitude d'utilité publique au titre de la loi du 22 juillet 1987 modifiée. Selon les dispositions de l'article L 126.1 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 **24 décembre 2015** prescrit l'établissement d'un P.P.R. sur la totalité du territoire de la commune de Gazost.

La commune de Gazost a été associée à l'élaboration du P.P.R au travers de plusieurs réunions de présentation et de concertation tenues à la sous-préfecture d'Argeles-Gazost et à la mairie de Gazost notamment

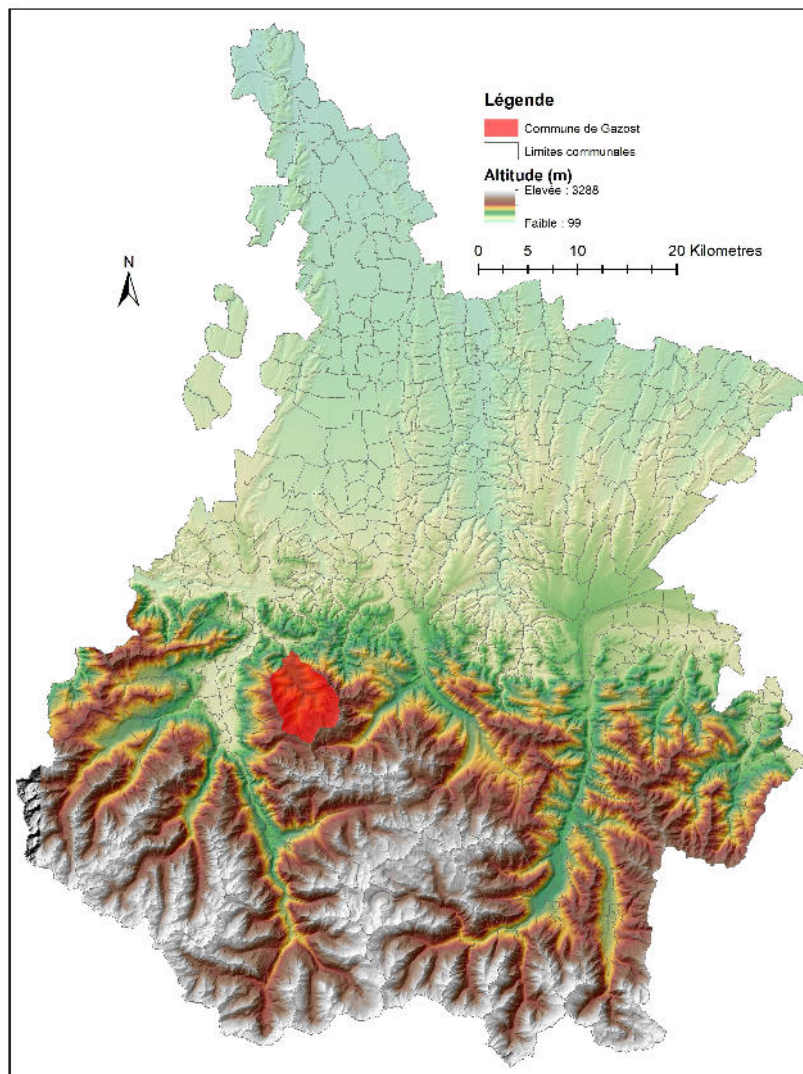
- 3 novembre 2016 à la sous-préfecture,
- 3 janvier 2017 en mairie,
- 5 janvier 2017 en mairie.

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.

## CADRE GÉOGRAPHIQUE

### Situation

La commune de Gazost se situe au centre du département des Hautes-Pyrénées, en marge ouest de la région Occitanie. Gazost se trouve dans le Lavedan, en vallée de Castelloubon à environ 12 km de Lourdes et 20 km d'Argelès-Gazost à l'ouest. La vallée de Castelloubon fait partie des premiers contreforts montagneux du département à l'embouchure de la vallée des Gaves.



**Figure 1 : Carte d'élévation du département. En rouge, la commune de Gazost (source AGERIN)**

Du fait de sa situation géographique, géomorphologique et géologique, la commune de Gazost est soumise à plusieurs aléas naturels : mouvements de terrain, crues torrentielles, chutes de blocs...

## Réseau hydrographique

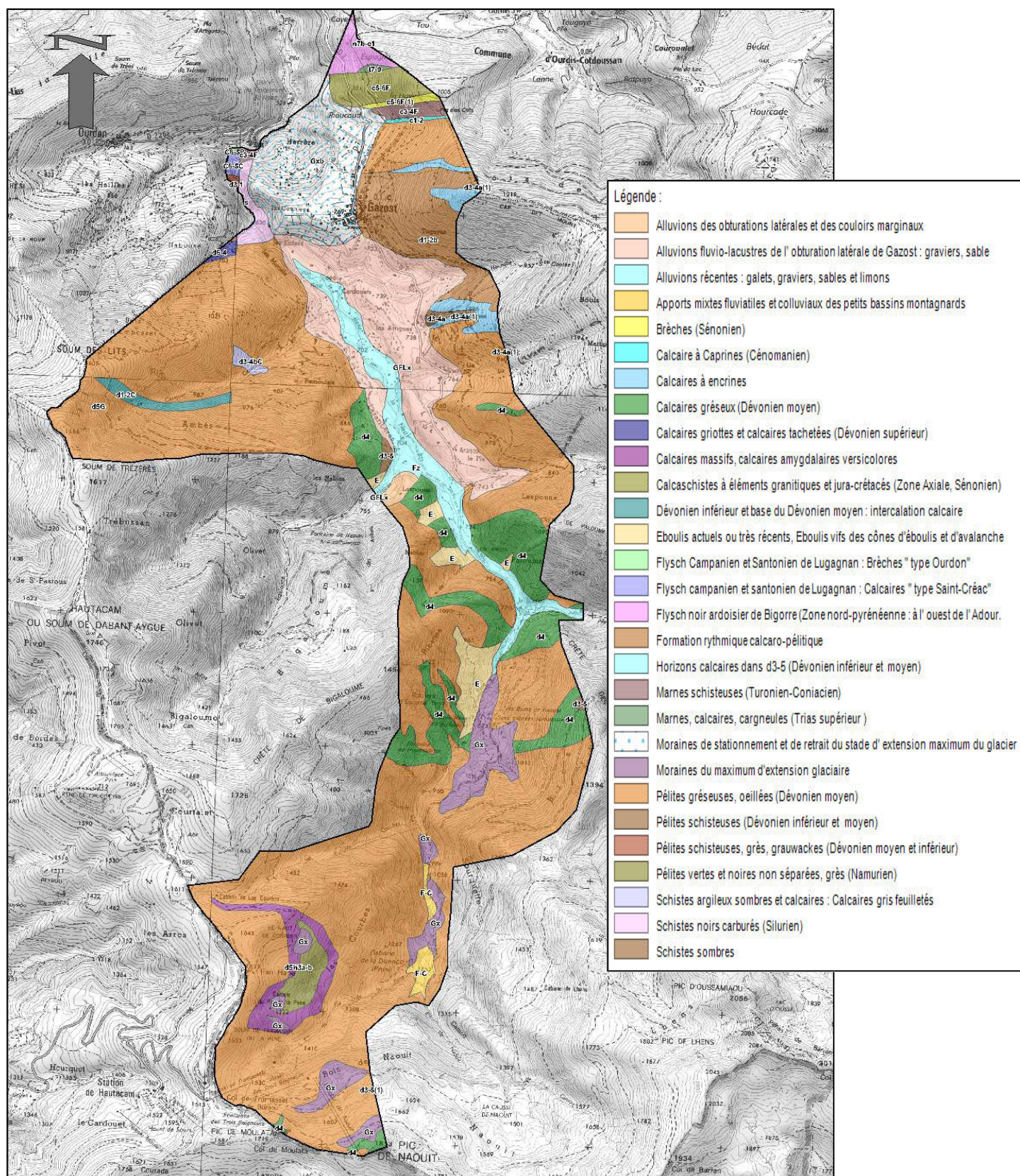
La commune de Gazost présente un réseau hydrographique assez dense.

Le cours d'eau principal, le ruisseau de Nest a incisé profondément la vallée du sud au nord, présentant une plaine alluviale assez large au fond des alluvions lacustres. Cette configuration (terrains tendres largement incisés) est à l'origine d'une grande partie des instabilités observées sur la commune, dans les zones les plus urbanisées notamment. Le Nest est issu de la confluence au niveau du lieu-dit « La Scierie » entre le ruisseau de Hounteyde dont la source se situe au sud-est (Pic de Montaigu, 2339 m) et le ruisseau du Pla de la Pène, issue du vallon de Tramassel dans les contreforts nord de la station de ski d'Hautacam.

De nombreux ruisseaux et ravines alimentent le Nest et ses deux affluents en rive droite (ruisseaux de Cadusses, de Lia, de Hourquet, ...) et en rive gauche (ruisseaux de Courtalet, de Ribetteset, de Las Courbes, de Gors, de Nabias, de Cazajoux...). Ces ruisseaux influencent largement l'apparition de phénomènes de glissement de terrain, en particulier en déstabilisant le pied des berges avec une forte incision dans les formations quaternaires tendres (les alluvions lacustres en particulier).

On observe également des circulations d'eau très importantes dans les formations composant les versants, en particulier à l'amont du village. En effet on trouve de nombreuses sorties d'eau dans les formations schisteuses. Ces circulations ont un effet néfaste double au niveau du phénomène de glissement de terrain. Cette eau va entraîner la formation de poches d'altération au niveau des schistes, ces poches pouvant produire des coulées de boues par sursaturation lors de phénomènes pluvieux intenses. Les écoulements de surface issus des sorties d'eau vont également pouvoir pénétrer dans le sol au niveau de zones d'arrachements (fissuration en tête de glissement), servant de plan de glissement. Ce phénomène a d'ailleurs joué un rôle important dans le glissement de terrain de février 2015.

## CADRE GÉOLOGIQUE



**Figure 2 : Carte géologique de la zone d'étude d'après la feuille d'Argelès-Gazost n° 1070N  
(source : BRGM, AGERIN)**

Les formations géologiques présentes sur un territoire donné constituent une information essentielle à connaître lors d'une étude concernant les risques naturels. C'est une source de renseignement majeure qui permet de repérer les secteurs favorables à certains phénomènes à risques tels que, les chutes de blocs, glissements de terrain, ravinements, etc.

Plusieurs formations géologiques affleurent sur la commune de Gazost :

- Les alluvions :

Les alluvions correspondent à des dépôts récents formés de débris plus ou moins grossiers issus de l'érosion d'un bassin versant et transportés par les cours d'eau. On trouve sur la commune au sud du village de Gazost des alluvions fluvio-lacustres constitués d'argiles bleues et de sables avec des intercalations de lits de galets centimétriques. Cette formation largement entaillée par le Nest peut aller jusqu'à 80 m d'épaisseur.

- Les moraines :

Il s'agit de dépôts glaciaires formés d'un amas de blocs et de débris rocheux pouvant présenter des aspects très divers en fonction de leur mode de formation. Les différents types de dépôts morainiques correspondent aux différents stades d'évolution des glaciers durant le Quaternaire. On trouve des formations morainiques correspondant au stade d'extension maximum du glacier dans la partie nord de la zone d'étude, à l'aval du village. Dans la partie sud, on observe également quelques plaquages morainiques dans le versant de Bios.

- Les brèches :

Les brèches sont des roches conglomératiques et détritiques, c'est-à-dire issues de la dégradation d'autres roches. Elles sont constituées d'éléments anguleux dans un ciment. On trouve ces formations, pouvant produire quelques blocs de petite taille au niveau de La Haye, au nord de la commune.

- Les éboulis :

Les zones d'éboulis récents sont situées au pied des affleurements rocheux calcaires, souvent, les éboulis sont fixés par la végétation. On les retrouve dans la partie sud de la zone d'étude, à l'aval des formations calcaires aux pieds des versants de Lespoune et des Ribettes.

- Les pélites :

Les pélites sont des roches sédimentaires détritiques formant des ensembles de formations intercalées. Sur la zone d'étude on trouve en grande partie des pélites schisteuses présentant des schistes avec des intercalations calcaires ou gréseuses. Ces formations sont présentes dans les versants en partie nord de la zone d'étude, surplombant les alluvions lacustres, ainsi que dans les parties basses des vallons de Tramassel et des Courbes, lorsqu'elles ne sont pas recouvertes par les formations quaternaires (moraines).



- Les calcaires :

Les calcaires sont des roches sédimentaires massives. On trouve plusieurs types de calcaires sur la zone d'étude qui diffèrent par leur composition (proportion en argile par exemple) ou les éléments qui le constituent (présence de débris végétaux comme les encrines par exemple). On trouve ces formations en majeure partie dans la partie sud de l'étroite vallée du Nest, sous forme d'affleurements massifs.

- Les schistes/flysch :

Il s'agit de roches métamorphiques se délitant en feuillets (on parle de schistosité). Selon leur niveau d'altération les schistes apparaissent plus ou moins massifs. On trouve différents types de schistes sur la zone d'étude, ces différences proviennent de la roche de base qui a été métamorphisée. On trouve les formations schisteuses affleurant ponctuellement dans les versants de la partie nord de la zone.

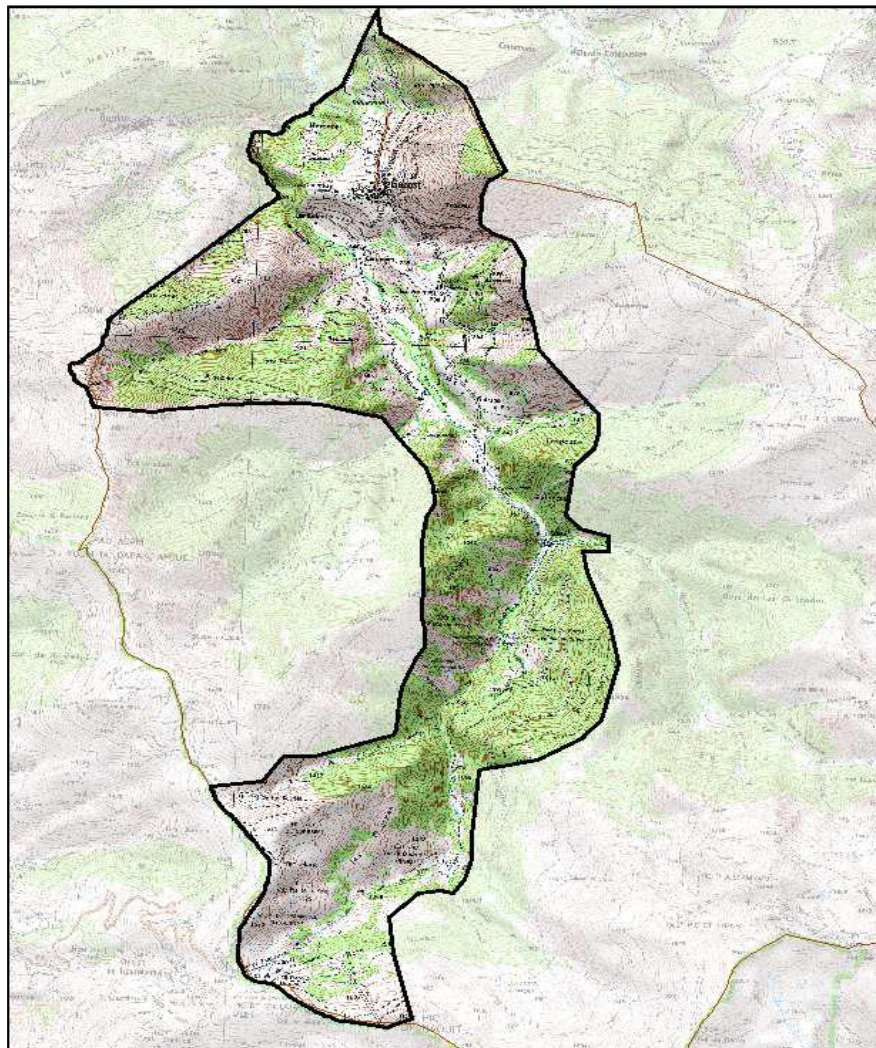
Les affleurements calcaires et les cônes d'éboulis, fragilisés notamment par les phénomènes de gel/dégel réguliers à ces altitudes peuvent être à l'origine de chutes de blocs. Toutefois, ce phénomène reste assez localisé aux calcaires dans la partie nord de la zone d'étude et dans la partie sud.

Les formations tendres quaternaires, en particulier les alluvions lacustres épaisses et largement incisées par les cours d'eau sont très sensibles aux phénomènes de glissement de terrain. Ce phénomène est également visible dans les formations schisteuses et pélitiques des versants.

## **LIMITES GÉOGRAPHIQUES DU PPR**

Le périmètre d'étude ne concerne pas l'ensemble de la commune de Gazost, mais uniquement les parties urbanisées comme le village et les différents hameaux aux abords de la RD7. Sont concernés également les zones où se trouvent des granges et les pistes carrossables.

Au nord, la limite d'étude longe la limite communale jusqu'à la crête située entre le Soum des Lits et le Soum de Trézères (1617 m) à l'ouest. A l'est le secteur d'étude coupe le versant à quelques centaines de mètres à l'amont de la RD7. Dans la partie centrale la zone étudiée se rétrécit dans la vallée encaissée du Nest, elle englobe le versant de Bios (piste de la Sourquette) plus au sud puis rejoint la face nord de la station d'Hautacam jusqu'au pic de Naouit (1813 m d'altitude).



**Figure 3 : limites géographiques de la zone d'étude (source : AGERIN)**

## LIMITES TECHNIQUES DE L'ÉTUDE PPR

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

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

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

## DÉFINITIONS DES PHÉNOMÈNES NATURELS ÉTUDIÉS SUR LA COMMUNE

Les phénomènes étudiés sur la commune sont :

- les avalanches
- les glissements de terrain
- les chutes de blocs

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 Gazost est classé en zone 4, dite de "sismicité moyenne".

### LES AVALANCHES

Les avalanches (écoulement gravitaire rapide de neige) sont des phénomènes naturels qui consistent en un déplacement d'une masse importante de neige (par opposition à une coulée de neige) à des vitesses dépassant le mètre par seconde. Selon le mode d'écoulement de la masse mise en mouvement (dynamique) on distingue : *les avalanches en aérosol et les avalanches coulantes*.

#### **Les avalanches en aérosol :**

Écoulement très rapide sous la forme d'un nuage résultant du mélange de l'air et des particules de neige et composé de grandes bouffées turbulentes qui dévalent une pente en faisant abstraction du relief. Elles se produisent pendant ou immédiatement après de fortes chutes de neige, par temps froid. La neige est froide et sèche (température inférieure à 0° C - densité voisine de 0,1). Les vitesses peuvent atteindre 400 km/h. Les effets mécaniques de l'aérosol sur les obstacles peuvent être considérables, selon la vitesse du front, et concerner une zone d'impact de grandes dimensions.

#### **Les avalanches coulantes**

Elles se produisent plutôt lors d'un redoux en cours d'hiver ou pendant la période de la fonte des neiges. La neige, plus ou moins humide, se comporte comme un fluide plus visqueux (densité supérieure à 0,2 - température de la neige égale à 0°C) qui s'écoule le long du sol en suivant le relief d'un versant ou d'un couloir. Lorsque l'ensemble du manteau neigeux est mis en mouvement, l'avalanche est appelée avalanche de fond. Leur vitesse est plus lente (10 à 50 km/h) mais elles développent des poussées considérables (les vitesses étant plus faibles, les efforts sont principalement dus à la forte densité du fluide).

#### **Les avalanches de plaque**

Ces avalanches sont souvent décrites dans la littérature parce qu'elles sont à l'origine d'une majorité des victimes en avalanches (randonneurs ou skieurs emportés dans les zones de départ). Mais ce qualificatif ne s'applique qu'aux zones et conditions de départ de certaines avalanches. Ces avalanches de plaque se transforment ensuite en avalanches coulantes ou en aérosol (les plaques de neige initiales étant très vite brisées et transformées dans l'écoulement).

Dans la zone de départ de ces avalanches, le manteau neigeux forme des masses compactes mais fragiles et cassantes. Le vent est le principal responsable de la formation des plaques (essentiellement dans les zones d'accumulation sous les crêtes et sous le vent, ou aux ruptures de pente). La rigidité mécanique d'une plaque permet la propagation quasi-instantanée d'un choc et provoque une cassure linéaire et irrégulière pouvant s'étendre à l'ensemble du versant. Les ruptures spontanées d'accumulation sous crêtes sont à l'origine de beaucoup d'avalanches.

## 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"

### **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.

### **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 banc 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 m<sup>3</sup>

\* les éboulements en masse - volume de quelques centaines à quelques centaines de milliers de m<sup>3</sup>

\* les éboulements en grande masse - volume supérieur au million de m<sup>3</sup> .

- **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.

## LES SÉISMES

La commune de GAZOST 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.

## LA CARTE INFORMATIVE DES PHÉNOMÈNES NATURELS

### Elaboration de la carte des phénomènes

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

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

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

| Phénomènes                       | Symboles | Définitions   |
|----------------------------------|----------|---|
| <b>Glissement de terrain</b>     | <b>G</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.</li></ul> |
| <b>Chute de pierres et blocs</b> | <b>C</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est limité à quelques centaines de mètres cubes. Au-delà, on parle d'éboulement en masse (ou en très grande masse, au-delà de 1 million de m<sup>3</sup>).</li></ul>                            |
| <b>Avalanche</b>                 | <b>A</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Déplacement rapide d'une masse de neige sur une pente, provoqué par une rupture du manteau neigeux. Les trois caractéristiques de l'avalanche sont la neige (quantité/qualité), la pente et la rapidité (vitesses variant de 10 km/h à 350 km/h).</li></ul>   |

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

#### ***Remarques :***

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

L'échelle retenue pour l'élaboration de la carte de localisation des phénomènes (1/25000 soit 1 cm pour 250 m) impose un certain nombre de **simplifications**. Il est en effet impossible de représenter certains éléments à l'échelle (petites zones humides, niches d'arrachement très localisées, etc.).

## Événements historiques

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

- Mouvements de terrain :

| DATE            | Type                  | EVENEMENT  | SOURCE  |
|-----------------|-----------------------|--|---|
| 31 juillet 1872 | Glissement de terrain | Glissement suite à une pluie torrentielle. Eboulement sur la route IC28, circulation interrompue.  | RTM   |
| Hiver 1895      | Avalanche             | Zone de départ : crêtes du canton Artas de la forêt de Castelloubon - Dégâts au ruisseau des Allias.   | RTM   |
| 19 février 1971 | Glissement de terrain | Glissement causé par des chutes de neige du 15 puis redoux et pluies diluviennes - Graves dégâts sur une maison d'habitation à la sortie de Gazost au bord du CD7  | RTM   |
| Janvier 1978    | Avalanche             | Avalanche à la Hournadette. Départ à 1170 m arrivée : 990m. Une grange emportée, 17 moutons étouffés   | RTM   |
| 27 février 2015 | Glissement de terrain | Glissement de terrain et coulée boueuse (ou lave torrentielle fluide) sur près de 500m vers l'aval - 1 habitation et 2 granges détruites, 1 poulailler, 2 maisons secondaires inondées suite à l'obstruction du ruisseau du Hourquet | RTM, archives communales, témoignages d'habitants |

- Crues torrentielle/ravinement :

| DATE        | Type              | EVENEMENT  | SOURCE |
|-------------|-------------------|--|--------|
| Année 1835  | Crue torrentielle | Crue du Neez   | RTM    |
| Année 1875  | Crue torrentielle | Crue du Neez   | RTM    |
| 9 juin 1885 | Crue torrentielle | Crue du Neez suite à des pluies torrentielles sur 3 jours. Murs de soutènements emportés à Gazost. | RTM    |
| Année 1889  | Crue torrentielle | Crue du Neez. Pont de Majouveau emporté  | RTM    |

|                 |                   |   |   |
|-----------------|-------------------|---|---|
| 3 juillet 1897  | Crue torrentielle | Crue du Neez, dégâts sur les communes situées à l'aval  | RTM   |
| 5 octobre 1992  | Crue torrentielle | Crue du Neez suite à des pluies diluviennes, dégâts sur les communes situées à l'aval   | RTM   |
| 27 février 2015 | Crue torrentielle | Crue torrentielle du ruisseau du Hourquet induite par la reprise des matériaux issus du glissement de terrain suscité et des sapements de berges. La lave torrentielle, d'un volume d'environ 30 000m <sup>3</sup> , a détruit une grange. Deux autres bâtiments ont été inondés. | RTM, archives communales, témoignages d'habitants |

### LA CARTE DES ALÉAS

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

#### **Notion d'intensité et de fréquence**

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

- **L'intensité** d'un phénomène peut être appréciée de manière variable en fonction de sa nature même, de ses conséquences ou des parades à mettre en œuvre pour s'en préserver.

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

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

- **conséquences sur les constructions** ou "agressivité" qualifiée de faible si le gros œuvre est très peu touché, moyenne s'il est atteint mais que les réparations restent possibles, élevée s'il est fortement touché rendant la construction inutilisable ;
  - **conséquences sur les personnes** ou "gravité" qualifiée de très faible (pas d'accident ou accident très peu probable), moyenne (accident isolé), forte (quelques victimes) et majeure (quelques dizaines de victimes ou plus) ;
  - **mesures de prévention nécessaires** qualifiées de faible (moins de 10 % de la valeur vénale d'une maison individuelle moyenne), moyenne (parade supportable par un groupe restreint de propriétaires), forte (parade débordant largement le cadre parcellaire, d'un coût très important) et majeure (pas de mesures envisageables).
- **L'estimation de l'occurrence** d'un phénomène de nature et d'intensité donné passe par l'analyse statistique de longues séries de mesures. Elle s'exprime généralement par une **période de retour** qui correspond à la durée moyenne qui sépare deux occurrences du phénomène.



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

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

### **Elaboration de la carte des aléas**

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

Du fait de la grande variabilité des phénomènes naturels et des nombreux paramètres qui interviennent dans leur déclenchement, l'aléa ne peut être qu'estimé et son estimation reste complexe. Son évaluation reste en partie subjective ; elle fait appel à l'ensemble des informations recueillies au cours de l'étude, au contexte géologique, aux caractéristiques des précipitations et à l'appréciation de l'expert chargé de réaliser l'étude.

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

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

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

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

#### **Remarques :**

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

## Méthodologie générale pour caractériser l'aléa.

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

Ainsi, nous pouvons distinguer quatre étapes :

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

### La constitution d'une base documentaire et son analyse.

Elle consiste à obtenir les données d'archives :

- Les sources communales ou intercommunales (comptes rendus de conseils municipaux ou syndicaux, comptes rendus de travaux ou d'accidents, plans divers...).
- Les archives paroissiales.
- Les sources administratives (Préfecture, Services de l'Etat, ONF, RTM, DIREN, Services Départementaux, SIDPC...).
- Les documents techniques (CTET, EDF, Météo-France, bureaux d'études, banques de données...)
- Les données spatiales (cartes précises, plans cadastraux, plans topographiques, photographies aériennes, cartes géologiques et géomorphologiques...).
- Articles de presses (presse locale, nationale, spécialisée...).
- Témoignages, photographies.

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

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

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

Pour les mouvements de terrain, il sera recherché toutes les traces relevant du fonctionnement morphodynamique des versants (fluage, reptations, décrochements...) et les facteurs favorisant seront recherchés (ruptures de pentes héritées, circulations d'eau sous-jacentes...). Dans ce dernier cas, il peut être utilisés des couples stéréoscopiques couleur (données IGN, 1/25 000). En effet, en dehors même d'une très bonne définition de l'image et d'une échelle assez grande (1/25 000), les images permettent une analyse fine des circulations d'eau, notamment en mettant en évidence les sorties d'eau ou les discordances dans les circulations. Concrètement, cela permet une très bonne et très précoce détection des phénomènes et particulièrement des fluages et des glissements par décrochements ou rotation. Cette méthode permet aussi d'affiner la localisation des contacts géologiques argileux, sièges fréquents de mouvement. Il est ainsi mené une recherche des indices de mouvements tels que bourrelets, arbres penchés, dégâts aux structures des constructions, dégâts aux réseaux...), blocs erratiques, accidents de drainage, ravines plus ou moins végétalisées. Ces investigations se concentrent sur les phénomènes connus dans les formations géologiques rencontrées.

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

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

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

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

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

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

## L'aléa glissement de terrain

### Caractérisation

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

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

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

Le facteur déclenchant peut être :

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

La classification est la suivante :

| Aléa          | Indice    | Critères   | Exemples de formations géologiques sensibles  |
|---------------|-----------|--|---|
| <b>Fort</b>   | <b>G1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et/ou aux axes de communication</li> <li>• Auréole de sécurité autour de ces glissements, y compris zone d'arrêt des glissements (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m)</li> <li>• Zone d'épandage des coulées boueuses (bande de terrain peu pentue au pied des versants instables, largeur minimum 15 m)</li> <li>• Glissements anciens ayant entraîné de très fortes perturbations du terrain</li> <li>• Berges des torrents encaissés qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrains lors de crues</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée <math>\geq</math> à 4 mètres.</li> <li>• Moraine argileuse.</li> <li>• Argiles glacio-lacustres.</li> <li>• Molasses argileuses</li> <li>• Schistes très altérés.</li> <li>• Zone de contact couverture argileuse / rocher fissuré.</li> </ul> |
| <b>Moyen</b>  | <b>G2</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situation géologique identique à celle d'un glissement actif et dans les pentes fortes à moyennes (de l'ordre de 20 à 70 %) avec peu ou pas d'indices de mouvement (indices estompés)</li> <li>• Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage)</li> <li>• Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif</li> <li>• Glissement actif mais lent de grande ampleur dans des pentes faibles (&lt; 20 % ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux du terrain instable) sans indice important en surface</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couvertures d'altération des marnes et calcaires argileux d'épaisseur connue ou estimée &lt; à 4 m.</li> <li>• Moraine argileuse peu épaisse.</li> <li>• Molasses sablo-argileuses.</li> <li>• Eboulis argileux anciens.</li> <li>• Argiles glacio-lacustres.</li> </ul>   |
| <b>Faible</b> | <b>G3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans les pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30 %) dont l'aménagement (terrassment, surcharge...) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes</li> <li>• Moraine argileuse peu épaisse</li> <li>• Molasse sablo-argileuse</li> </ul>   |

**Remarques :**

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

Au niveau des glissements de berges, ceux-ci seront pris en compte lorsqu'ils sont de petite ampleur (tête d'arrachement au niveau des berges). Pour les glissements liés au sapement de berge et remontant plus amont dans les versants, ceux-ci seront affectés au phénomène de glissement de terrain.

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

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

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

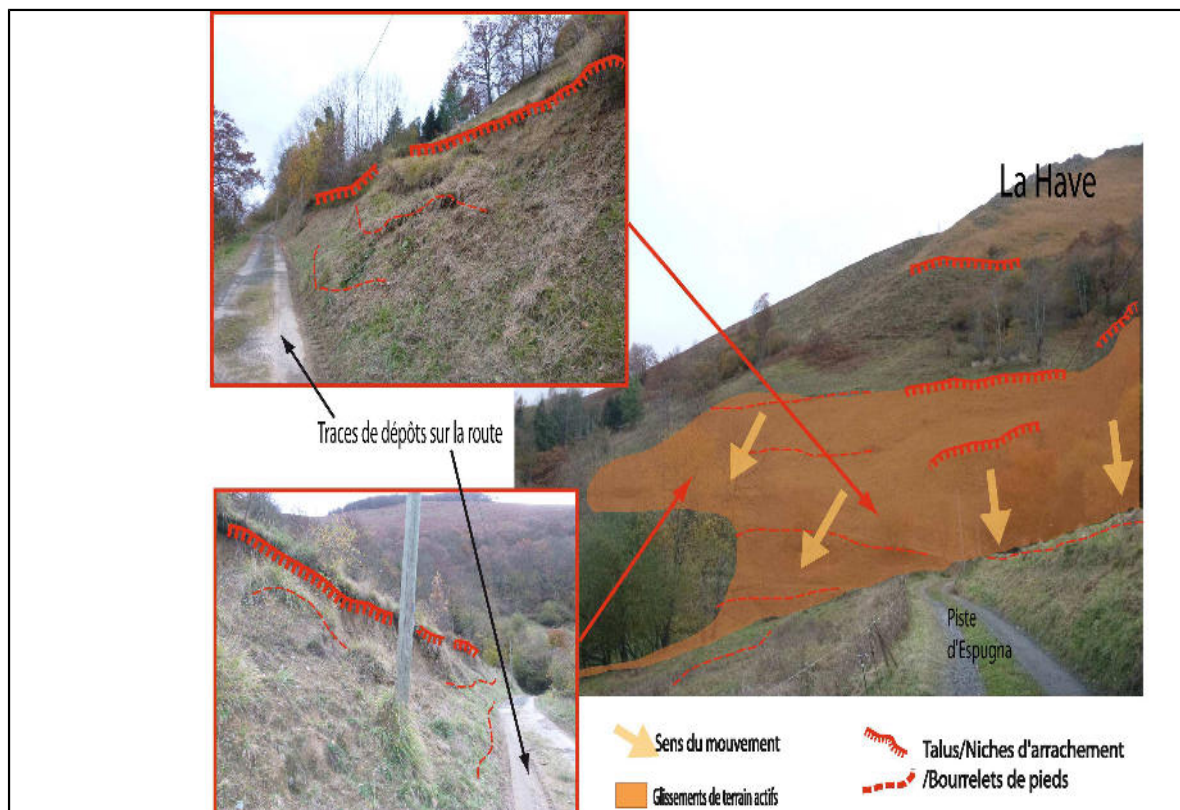
## Localisation

Du fait de ces caractéristiques géologiques et géomorphologiques, de nombreux secteurs sur la zone d'étude sont affectés par un aléa glissement de terrain. Du fait de la présence de formations géologiques particulièrement sensibles à ce phénomène, des épisodes pluvieux très intenses et des nombreuses circulations d'eau, on trouve plusieurs glissements de terrain actifs de grande ampleur.

- Versant d'Espugna/La Have :

De nombreuses traces de fluage sont visibles sur l'ensemble du versant : arbres en crosse, déformations de talus. La majeure partie des bâtiments (granges et habitations) se situe dans des zones de replat, celles-ci sont concernées par un aléa faible G3. L'extrémité nord de la zone d'étude est marquée par la ligne de crête. Ici la faible pente et l'affleurement de roches massives, notamment à l'arrière du bâtiment le plus au nord présente une stabilité relative, avec quelques traces de fluage lent. Cette zone est concernée par un aléa faible de glissement de terrain.

Dans le versant, quelques cours d'eau ou ravines incisent les formations tendres de versant et les niveaux d'altération, provoquant une déstabilisation très nettement visible des terrains, justifiant un aléa fort G1. On retrouve des glissements de terrain actifs au niveau de la piste dans le secteur de la Have (aléa fort). Le reste du versant est concerné par un aléa moyen G2.

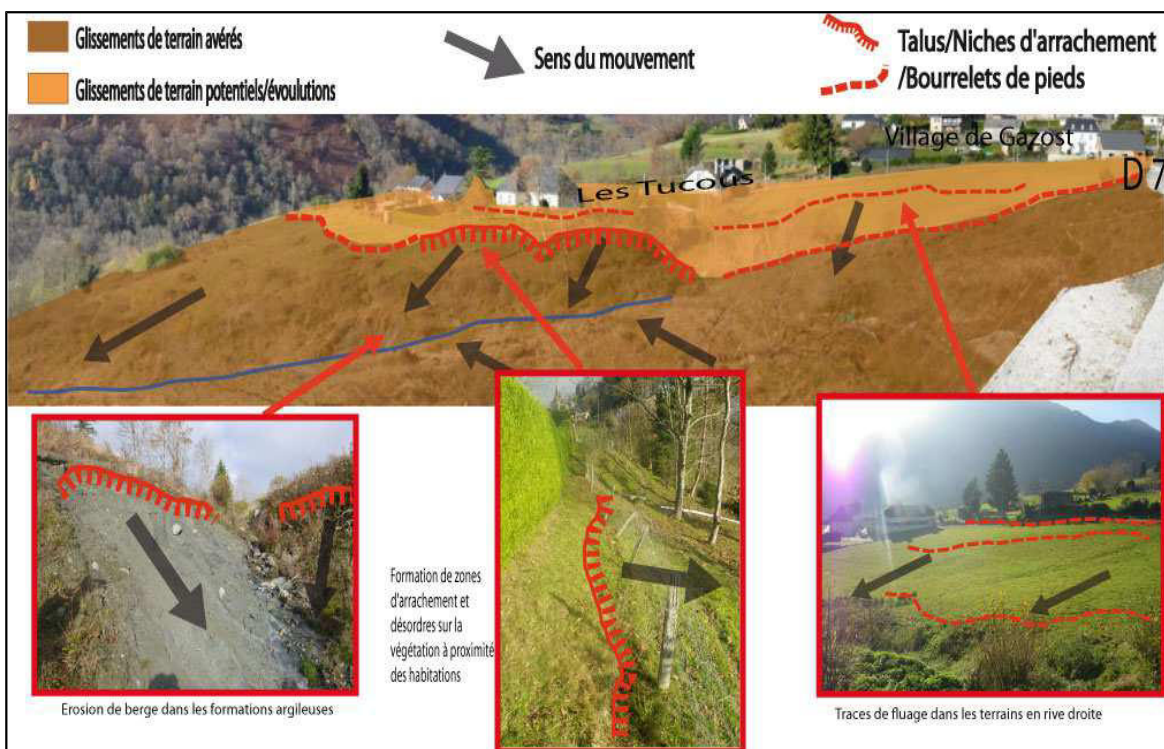


**Figure 4 : Glissement de terrain dans le versant des artigaus, dans le secteur de Caubère (source AGERIN)**

- **Secteur sud du village :**

Cette zone est naturellement très concernée par le phénomène puisqu'il s'agit du secteur où s'est produit le glissement de terrain de 2015. Celui-ci est principalement dû aux importantes précipitations des années précédentes, qui ont induits des sursaturations en eau des terrains alluvionnaires, créant ainsi des déstabilisations (fissurations) à l'amont de la route. Ces déstabilisations ont permis un passage de l'eau dans le sous-sol, matérialisant ainsi un des plans de glissement (loupe rotationnelle).

Aujourd'hui, une partie de l'eau a été drainée au niveau du glissement et un ouvrage de soutènement a été construit. On peut cependant observer à l'amont de l'ouvrage de nombreuses traces de fluage (solifluxion, bourrelets) et des désordres (arbres en crosse, murets bombés) au niveau d'une poche de matériaux quaternaires. Etant donné que le phénomène de glissement de terrain est progradant, c'est-à-dire qu'il évolue vers l'amont (recul de la tête d'arrachement), on peut imaginer une mobilisation de ces terrains. On observe en particulier une sortie d'eau sous les terrassements des granges qui peut pénétrer dans des fissures au niveau de la poche de matériaux meubles. L'ensemble des terrains actifs et ceux susceptibles d'être touchés sont classés aléa fort G1 de glissement de terrain. Les secteurs en marge sont classés en aléa moyen G2.



Le glissement de terrain a apparemment largement affecté les secteurs du village de Gazost situés en rive droite du ruisseau. D'une part en venant toucher les berges au moment de l'événement, et de l'autre en modifiant le tracé et la dynamique du cours d'eau, augmentant le phénomène d'érosion de berge. Aujourd'hui l'ensemble des terrains en rive droite présente des traces d'activité : bourrelets et talus au niveau du champ, arbres en crosse, niches d'arrachement, sorties d'eau à l'aval des habitations. Etant donné les épaisseurs importantes en alluvions lacustres, extrêmement sensibles au phénomène, et la présence des sorties d'eau, le



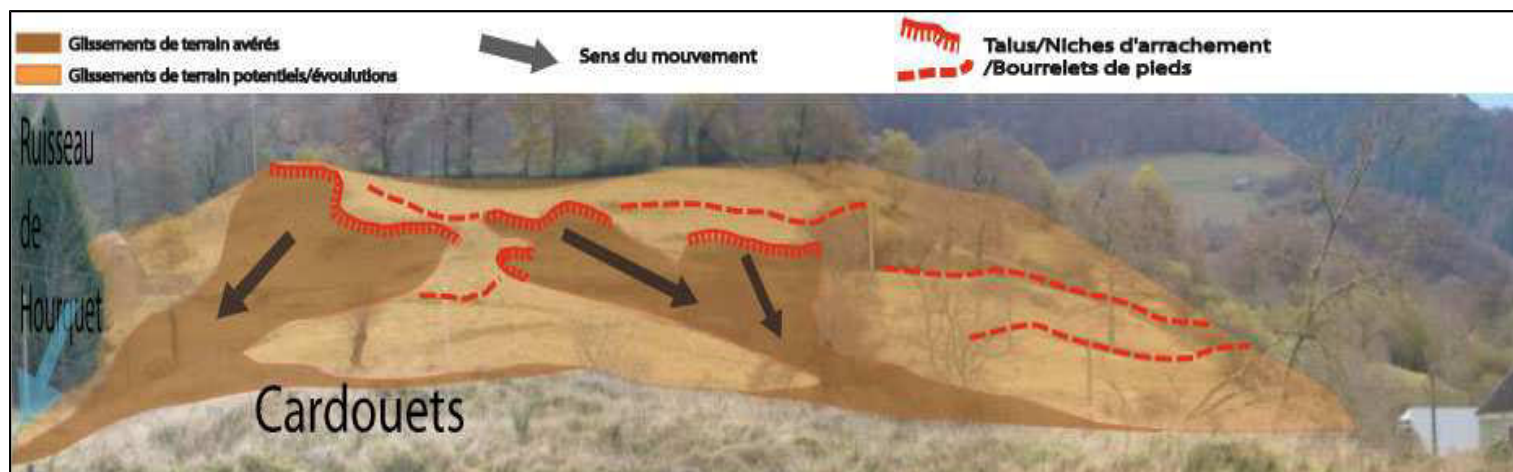
phénomène est susceptible d'évoluer à moyen terme, menaçant ainsi les habitations. En effet, il semble important de préciser qu'en l'absence de stabilisation des berges d'une manière générale mais surtout en rive droite à proximité des secteurs habités, celles-ci sont vouées à reculer par sapements de leur pied. Ce recul présente un risque important à plus ou moins moyen terme vis-à-vis des biens et personnes dans ce secteur, la tête d'arrachement pouvant atteindre les bâtiments.

- **Amont du village :**

On trouve en pied de versant des formations récentes colluvionnaires où quelques traces de fluage lent peuvent être visibles en fonction de leur épaisseur. Plus haut, on observe des formations schisteuses affleurantes au niveau des talus des pistes notamment. Ces formations qui peuvent sembler massives sont concernées par le phénomène de glissement de terrain. On peut trouver des poches d'altération dans les schistes, en particulier au niveau des nombreuses sorties d'eau. Ces poches sont susceptibles d'entraîner des coulées boueuses en cas de sursaturation liée à d'importantes précipitations, comme cela a été le cas en 2015. Ces phénomènes, comme la déviation du ruisseau de Hourquet suite au glissement de terrain, restent localisés et concernent des volumes de matériaux peu importants ce qui justifie un niveau d'aléa moyen G2 à l'amont du village de Gazost.

- **Secteur de Cardouets :**

On retrouve ici les épaisses formations alluvionnaires lacustres, extrêmement sensibles aux phénomènes de glissements de terrain. En rive droite on observe des érosions de berges très marquées engendrées par le glissement de terrain de 2015. Une grange située en amont de la berge pourra être touchée si le phénomène s'étend au versant. La zone où elle est située présente déjà plusieurs indicateurs d'activité : arbres en crosse, talus et bourrelets. Lorsque l'on s'éloigne du lit du Hourquet en direction de La Artigues (vers le sud) on trouve une loupe de glissement active, certainement induite par des circulations d'eau. L'ensemble du versant est donc concerné par un aléa de glissement de terrain fort G1.



**Figure 6 : Glissement de terrain dans le secteur de Cardouets (source AGERIN)**



**Figure 7 : Vue sur les berges du ruisseau de Hourquet (source AGERIN)**

- **Secteur sud :**

D'une manière générale, du fait d'une grande hétérogénéité dans les formations de pente (colluvions) qui drapent les versants, avec la présence de nombreux blocs issus des formations calcaires et de leurs tailles variables, le phénomène de glissement de terrain est plus limité que dans les formations alluvionnaires du nord. On peut observer néanmoins quelques petits glissements localisés sous le couvert forestier, ainsi que quelques traces de fluage.

On observe une zone active au niveau d'enjeux dans la partie aval de la piste de Bios. Toute cette zone, constituée par un plaquage morainique, présente de nombreux signes d'instabilité : désordres sur la végétation, talus et bourrelets très marqués. Des loupes de glissements de terrain actives sont visibles dans la section aval des moraines au niveau de la première grange. Ces glissements sont en partie dus à des faibles sorties d'eau, ainsi qu'à la présence d'un torrent en pied de versant. Cette zone active est concernée par un aléa fort de glissement de terrain G1.



**Figure 8 : Loupe de glissement au niveau dans les formations morainiques (source AGERIN)**

En remontant la piste de Bios, entre 1100 et 1200 m d'altitude, on observe plusieurs glissements de terrain principalement dus aux décaissements et remblaiements effectués pour créer la voie. Ces glissements restent limités en termes de profondeur puisqu'ils se produisent soit dans la couche de colluvions à l'amont de la piste, soit dans les niveaux de remblais.



**Figure 9 : Glissements dans la piste de Bios (source AGERIN)**

Hormis les quelques secteurs actifs, l'ensemble de la zone est concerné par un aléa faible de glissement de terrain G3 ou moyen G2, en fonction des pentes, des formations géologiques et des traces de fluage observées in situ.

## L'aléa chute de pierres et de blocs

### Caractérisation

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

| Aléa   | Indice | Critères   |
|--------|--------|--|
| Fort   | C1     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux)</li><li>• Zones d'impact</li><li>• Bande de terrain en pied de falaises, de versants rocheux et d'éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres)</li><li>• Auréole de sécurité à l'amont des zones de départ</li></ul>  |
| Moyen  | C2     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ)</li><li>• Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20 m)</li><li>• Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort</li><li>• Pentes raides dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente &gt; 70 %</li><li>• Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente &gt; 70 %</li></ul> |
| Faible | C3     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires présentant une énergie très faible)</li><li>• Pentes moyennes boisées parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex. : blocs erratiques)</li></ul>   |

#### **Remarque :**

La carte des aléas est établie :

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

### **Localisation**

Sur le secteur d'étude, les zones soumises au phénomène de chute de blocs sont assez réduites et se localisent au niveau des affleurements produits par les formations massives comme les calcaires. Du fait du contexte tectonique, ces formations offrent de nombreuses diaclases sensibles à l'action des cycles gel-dégel (cryoclastie). Aucun enjeu, hormis la RD7 (à l'aval de La Scierie) et la piste forestière de Bios n'est soumis directement au phénomène. Ces secteurs sont généralement soumis à des aléas forts C1 ou moyen C2 en fonction de la taille des blocs fournis. Une zone d'aléa faible C3 est généralement cartographiée en pied de versant et en marge des éboulis actifs.



**Figure 10 : Présence d'éboulis et d'affleurement à l'aval de la piste de Biros (source AGERIN)**

On trouve également plusieurs affleurements calcaires à l'extrémité sud de la commune au niveau de la station de ski d'Hautacam, à l'amont de la cabane de la Pène et du télésiège de Naouit. On observe également quelques blocs erratiques ou issus des terrassements liés aux pistes et remontées mécaniques qui, se trouvant sur des secteurs en pente, pourraient être remobilisés.



**Figure 11 : Affleurements calcaires au niveau de la station d'Hautacam (source AGERIN)**



**Figure 12 : Calcaires massifs et fracturés à l'amont de la cabane de la Pène (source AGERIN)**

En amont de la piste de Bios, de nombreux affleurements localisés ont été identifiés sur le haut de versant (sous la crête de campanes). Ceux de la Erreur : source de la référence non trouvée, présentent une importante fracturation et de surcroît montrent une situation d'aval pendage (pendage des couches géologiques de ces calcaires sensiblement semblable à la pente du versant). Bien que ces affleurements soient de faibles hauteurs et libèrent des blocs de taille

décimétrique, un aléa moyen est appliqué à l'aval de ceux-ci du fait des fortes pentes présentent sous la piste.



**Figure 13 : Affleurements sur la piste de Bios (source : AGERIN)**



**Figure 14 : Affleurement localisé sur le versant nord-est sous le soum des lits (source : AGERIN)**

Des affleurements sporadiques de schistes sont observables sur le versant nord-est situé entre les Soums des lits et de Trézères (Erreur : source de la référence non trouvée). Ces derniers sont de faibles extensions et principalement localisés sur la partie sommitale du versant pour laquelle un aléa moyen de chute de bloc est affecté. Les blocs issus de ces affleurements sont de taille décimétrique et dispose d'une distance de propagation qui est fonction de la pente du versant sous-jacent et de sa couverture forestière.

# L'aléa avalanche

## Caractérisation

### Définition du phénomène

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

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

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

- La zone d'accumulation : c'est l'endroit où la neige va s'accumuler et pourra potentiellement s'écouler. Cette zone peut être divisée par la topographie ou par la végétation en panneaux pouvant fonctionner indépendamment.
- La zone de transit : c'est la zone commune où passent toutes les avalanches du site. Elle est le plus souvent matérialisée par un couloir.
- La zone dépôt : il s'agit du lieu où la neige va cesser de s'écouler, généralement à cause d'une diminution de pente. Elle va généralement être marquée par un élargissement par rapport à la zone de transit.

### Types de départs

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



## Types d'écoulements

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

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

- L'avalanche coulante présente des caractéristiques d'écoulement quasiment opposées à l'aérosol. En effet, la neige va ici s'épandre le long d'une surface (sol ou plan de glissement dans le manteau) telle une coulée de boue ou une lave (on parle généralement d'écoulement gravitaire). Le matériel mobilisé va rester dense donc peu épais par rapport à un écoulement type aérosol. La vitesse d'une avalanche coulante dépend directement du type et de la qualité de la neige mobilisée : de 20 à 30 m/s pour de la neige humide, et jusqu'à 50 m/s (voire plus) pour de la neige sèche. Contrairement à l'aérosol, le centre de gravité de l'avalanche coulante va rester assez proche de la surface. Celle-ci aura donc tendance à suivre la topographie (canalisation dans un couloir ou suivant un cours d'eau), ainsi influencée par la moindre variation du relief (changement de direction, obstacle, etc.). Même si ce type d'avalanche est souvent modéré, certaines, atteignant de grandes vitesses et de grandes masses volumiques (jusqu'à 400 Kg/m<sup>3</sup>), peuvent être extrêmement destructrices avec des pressions d'impact de l'ordre de 1 GPa. Une avalanche coulante sera principalement freinée par la topographie (pente inférieure à 15°) et par la présence d'obstacle du fait de son caractère gravitaire.

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

## Position du plan de glissement

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

### Type de parcours, tracé

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

| ALEA AVALANCHE |   | Récurrence du phénomène |                        |
|----------------|---|-------------------------|------------------------|
|                |   | Centennal               | Exceptionnel           |
| Intensité      | P > 30 kPa  | Aléa fort (A1)          | Aléa exceptionnel (AE) |
|                | 1 kPa < P < 30 kPa  | Aléa moyen (A2)         | Aléa exceptionnel (AE) |
|                | P < 1 kPa ou intensité non quantifiable, purges de talus... | Aléa faible (A3)        |                        |

### Localisation

Le phénomène avalancheux est peu représenté sur la zone d'étude du fait d'un fort boisement. On trouve généralement quelques zones d'écoulements et zones d'arrivées issues de zones d'accumulations plus à l'amont. Il s'agira d'avalanches d'écoulement dense, dont le centre de gravité est très bas par rapport au sol (écoulement gravitaire), qui vont avoir tendance à rester localisées dans les talwegs. Les zones d'arrêts sont donc localisées à la faveur de replat ou de verrou très marqués.

Les zones d'arrivée et couloirs sont affectés d'un **aléa fort A1**. Les zones d'extension du pied des avalanches sont affectées d'un **aléa moyen A2**.

- Le couloir de Palouma :

Ce couloir présente une zone d'accumulation très nette puisque totalement déboisée, à l'aval de la crête de Palouma. La zone de pied est matérialisée par un important cône de déjection en grande partie issue de la ravine. On observe sur le terrain de nombreux blocs et débris de bois, signe d'une activité fréquente et récente.



Figure 15 : Vue sur le couloir de Paloum depuis la RD7 (source AGERIN)

- **Couloirs d'Escorne Boys :**

Ce versant, bien que d'assez faible altitude (crête en-dessous de 1500m) présente plusieurs couloirs répertoriés dans la CLPA. Sur le terrain, on observe effectivement des zones d'accumulation bien marquées et totalement déboisées. Peu de traces d'activité très récentes ont néanmoins pu être observées.

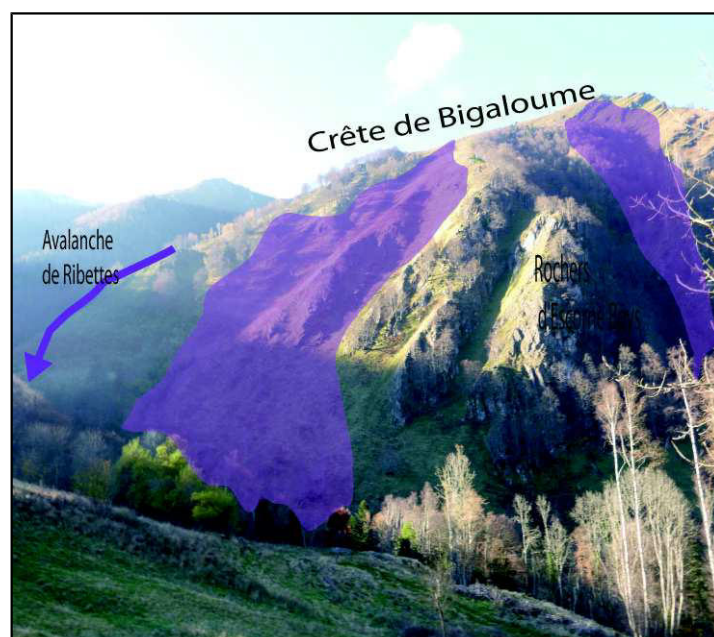


Figure 16 : Vue sur les couloirs depuis la piste de Bios (source AGERIN)

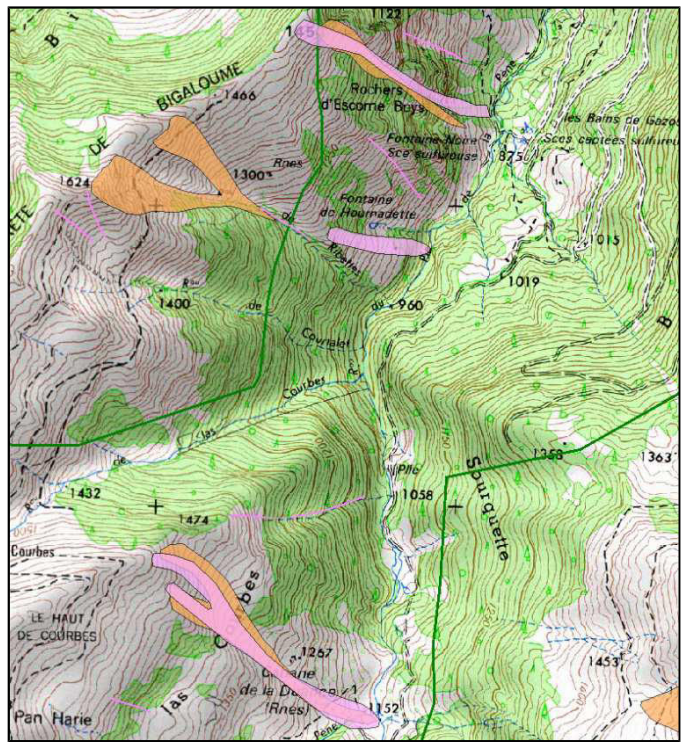


Figure 17 : Extrait de CLPA sur la zone (source : IRSTEA, AGERIN)

## **L'aléa séisme (non représenté sur les cartes)**

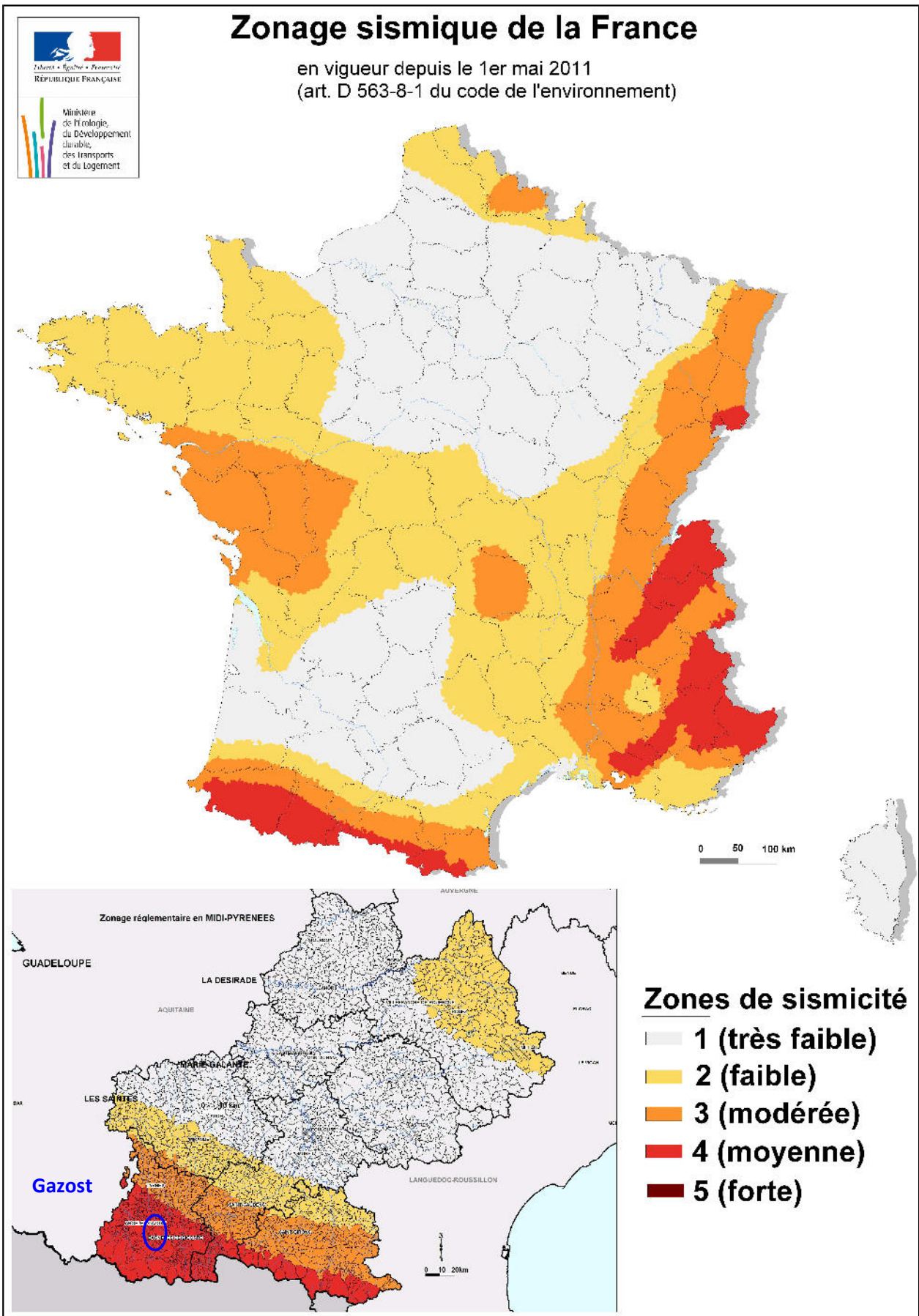
Il existe un zonage sismique de la France dont le résultat est la synthèse de différentes étapes cartographiques et de calcul. Dans la définition des zones, outre la notion d'intensité, entre une notion de fréquence.

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

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

La commune de Gazost est classée en zone de sismicité moyenne (4) dans le nouveau zonage sismique (du 22/10/2010).

Les nouvelles règles de construction parasismiques qui en découlent, ainsi que le nouveau zonage sismique (qui modifient les articles 563-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011.



**Figure 18 : Carte de sismicité de la France et en région Midi-Pyrénées (source [www.planseisme.fr](http://www.planseisme.fr))**

## **DÉFINITION DES ENJEUX**

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.

## **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.**

## **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**

Là encore, le principe de réglementation reste de ne pas urbaniser les zones exposées.

## **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
  - A : avalanches
  
- un indice qui définit l'aléa :
  - 1 : aléa fort
  - 2 : aléa moyen
  - 3 : aléa faible
  
- une couleur qui définit le niveau de l'aléa et la constructibilité :
  - Rouge : inconstructible (avec un indice représentant l'aléa)
  - Bleu : constructible

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



## SCHEMA DE SYNTHESE D'ANALYSE DES RISQUES

Le schéma ci-dessous synthétise l'analyse qui est faite pour chaque zone considérée "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..

