



Service Connaissances et
Aménagement Durable des Territoires
Bureau Prévention des Risques Naturels et Technologiques

Commune de MONTAGUDET

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de mouvements de terrain Juillet 2015

DOSSIER APPROUVÉ

Annexé à l'arrêté préfectoral n° AP82-DDT-2015-09-067 du 22 Septembre 2015

Exécutoire le : **22 NOV 2015**

Volet 1 – Note de présentation

Sommaire

1.	AVANT-PROPOS	4
2.	MÉTHODE D'APPRÉCIATION DES RISQUES LIÉS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN	6
2.1	ÉTABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE ET CARACTERISATION DES ALEAS.....	6
2.2	IDENTIFICATION DES ENJEUX.....	7
2.3	CROISEMENT DES ALEAS ET DES ENJEUX : NOTION DE RISQUE.....	7
3.	ENVIRONNEMENT NATUREL	8
3.1	SITUATION – CADRE GEOMORPHOLOGIQUE.....	8
3.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	9
3.3	HYDROGEOLOGIE DES COTEAUX.....	10
3.4	LA COMMUNE DE MONTAGUDET.....	11
4.	CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES	12
4.1	MOLASSES -MARNES.....	12
4.2	FORMATIONS DE PENTE (RECOUVREMENT).....	12
4.3	FORMATIONS CALCAIRES.....	12
4.4	CONCLUSION.....	13
5.	TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN	14
5.1	DESCRIPTION GENERALE.....	14
5.1.1	<i>Glissements localisés</i>	14
5.1.2	<i>Phénomènes de solifluxion</i>	15
5.1.3	<i>Coulées boueuses</i>	15
5.1.4	<i>Les chutes de pierre ou de blocs</i>	16
5.1.5	<i>Les affaissements et effondrements au droit de cavité souterraine</i>	16
5.2	FACTEURS D'INSTABILITE.....	17
5.2.1	<i>Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux glissements de terrain</i>	17
5.2.2	<i>Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux chutes de pierres ou de blocs</i>	18
5.2.3	<i>Facteurs anthropiques</i>	18
6.	PATHOLOGIES OBSERVEES	19
6.1	ZONE D'ETUDE.....	19
6.2	LA COMMUNE DE MONTAGUDET.....	21
7.	CARACTERISATION DES ALEAS	22
7.1	DEFINITION.....	22
7.2	PHENOMENES DE REFERENCE.....	22
7.3	L'ALEA « SOL ».....	22
7.3.1	<i>Qualification des aléas « sols »</i>	22
7.3.2	<i>Détermination des critères</i>	23
7.4	L'ALEA « ROCHE ».....	26
7.4.1	<i>Qualification des aléas « roche »</i>	26
7.4.2	<i>Notion de probabilité d'occurrence et de délai</i>	26
7.4.3	<i>Détermination des critères</i>	26
7.5	CARTOGRAPHIE DES ALEAS.....	30
7.5.1	<i>Lecture des cartes d'aléas</i>	30
7.5.2	<i>Fiabilité des cartes d'aléas</i>	30
8.	EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES	31
8.1	RAPPEL DE LA DEMARCHE ENGAGEE.....	31
8.2	ENJEUX REPERTORIES.....	31
9.	DEFITION DU ZONAGE REGLEMENTAIRE	32
10.	LE REGLEMENT	32
11.	CONCLUSION	32

Liste des figures

FIGURE 1 : EXTRAIT DE L'ATLAS DEPARTEMENTAL MOUVEMENTS DE TERRAIN	4
FIGURE 2 : PLAN DE SITUATION DU PPR	8
FIGURE 3 : CARTE GEOLOGIQUE - EXTRAIT DU SCAN GEOL DU B.R.G.M.	9
FIGURE 4 : SITUATION GEOGRAPHIQUE - EXTRAIT DU SCAN 25 DE L'I.G.N.	11
FIGURE 5 : CARTE GEOLOGIQUE DE MONTAGUDET - EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU BRGM	11
FIGURE 6 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UNE LOUPE DE GLISSEMENT ELEMENTAIRE	14
FIGURE 7 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UN FLUAGE LENT DES SOLS	15
FIGURE 8 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UNE COULEE DE BOUE	15
FIGURE 9 : CHUTES DE MASSES ROCHEUSES	16
FIGURE 10 : EFFONDREMENT AU DROIT D'UNE CAVITE SOUTERRAINE	16
FIGURE 11 : COMMUNE DE VAZERAC – LIEU DIT « LAMOTHE »	19
FIGURE 12 : COMMUNE DE CAZES MONDENARD -LIEU DIT « PECH SADOUL »	19
FIGURE 13 : COMMUNE DE MONTAGUDET LIEU DIT « LAVAL».....	19
FIGURE 14 : COMMUNE DE CAZES MONDENARD	19
FIGURE 15 : COMMUNE DE LAUZERTE LIEU DIT « GABILLE»	20
FIGURE 16 : COMMUNE DE TREJOULS LIEU DIT « ESPANEL ».....	20
FIGURE 17 : COMMUNE DE BOULOC LIEU DIT « FALSEGARRE.»	20
FIGURE 18 : COMMUNE DE SAUVETTERE LIEU DIT « VC 3»	20
FIGURE 19 : LIEU DIT «LES BOUTES»	20
FIGURE 20 : LIEU DIT « SERRE SEQUE »	20
FIGURE 21 : LIEU-DIT SAINT JEAN.....	21
FIGURE 22 : LIEU- DIT CASSAGNAL–	21
FIGURE 23 : ILLUSTRATION DE L'ALEA « GLISSEMENT » - CAS 1	24
FIGURE 24 : ILLUSTRATION DE L'ALEA « GLISSEMENT » - CAS 2	25
FIGURE 25 : CARACTERISATION DE L'ALEA CHUTE DE BLOCS	27
FIGURE 26 : ALEA DE PROPAGATION	28
FIGURE 27 : EXTRAIT DE LA DOCTRINE REGIONALE MOUVEMENTS DE TERRAIN	32

1. AVANT-PROPOS

L'environnement géologique particulier des coteaux de Tarn-et-Garonne confère à l'ensemble de cette zone une forte sensibilité vis-à-vis des mouvements de terrain. Cette sensibilité se traduit par la manifestation régulière et ubiquiste de glissements voire de coulées boueuses qui peuvent mettre en danger la sécurité des personnes et des biens, ainsi que des chutes de blocs, dans les formations plus calcaires.

D'après l'atlas départemental des mouvements de terrain de Tarn-et-Garonne établi par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Toulouse en 2006 et actualisé en 2011, les communes de Bouloc, Cazes Mondenard, Lauzerte, Montagudet, Sauveterre, Tréjols et Vazerac apparaissent comme prioritaires au titre de l'information préventive dans le département. Pour la commune de **Montagudet**, les superficies estimées concernées par les différents aléas mouvements de terrain sont reprises dans le tableau ci-après.

Commune de Montagudet

	Glissement	Éboulement	Coulée	Résultante
Susceptibilité (cumul des zones faible, moyenne et forte)	293 ha	90 ha	156 ha	384 ha
Vulnérabilité (bâti en zone de susceptibilité moyenne et forte)	3,8 ha	0,06 ha	0,7 ha	3,9 ha

Figure 1: Extrait de l'Atlas départemental mouvements de terrain

Le code de l'Environnement, titre VI – chapitre II – articles L 562-1 à L 562-9, définit un outil réglementaire, le **plan de prévention des risques** (P.P.R.), qui a pour objet de délimiter les zones exposées aux risques naturels prévisibles et d'y réglementer les utilisations et occupations du sol.

Le 27 novembre 2013, le Préfet de Tarn-et-Garonne a prescrit par arrêté l'établissement d'un plan de prévention des risques de **mouvements de terrain** sur la commune de Montagudet (arrêté n° 2013331-0018). Il est important de noter que l'étude ne concerne pas les mouvements liés à l'activité sismique et les phénomènes de retrait-gonflement des terrains argileux. Le périmètre mis à l'étude correspond aux limites du territoire communal.

La Direction Départementale des territoires de Tarn-et-Garonne, chargée de l'instruction et du pilotage de cette procédure, a confié au Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Toulouse l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels mouvements de terrain.

L'étude des risques s'est appuyée sur une prospection *in situ* menée en mars 2012, sur l'examen de photographies aériennes et sur une enquête menée auprès des services de la Mairie.

Conformément à l'article 3 du décret du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, le dossier est organisé autour des trois pièces réglementaires suivantes :

1. une note de présentation,
2. des documents cartographiques dont le plan délimitant le zonage réglementaire,
3. un règlement.

La note de présentation a pour objet d'expliquer le cadre général de la procédure P.P.R., de préciser les raisons de sa prescription et de présenter la démarche méthodologique relative à l'évaluation des risques. Le bassin de risque concerné est également décrit au regard des phénomènes d'instabilité d'une part et de l'environnement géologique et géotechnique d'autre part.

Le plan de zonage, constituant la cartographie réglementaire du P.P.R., délimite les zones à risques dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes et des mesures de

prévention de protection ou de sauvegarde. Associé au règlement, ce plan constitue le fondement de la démarche du P.P.R..

**LE PRESENT DOSSIER CONSTITUE LE « VOLET 1 » RELATIF A LA NOTE
DE PRESENTATION DE LA COMMUNE DE MONTAGUDET**

2. MÉTHODE D'APPRÉCIATION DES RISQUES LIÉS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN

L'analyse des risques liés aux mouvements de terrain et de leurs conséquences sur les biens se développe au travers de cinq étapes successives :

1. **établissement d'un diagnostic géotechnique** à partir de la connaissance des phénomènes naturels d'instabilité et du contexte historique (bilan de l'état actuel des connaissances sur le secteur d'étude),
2. **caractérisation des aléas** (qualification, hiérarchisation et cartographie) sur la base des informations recueillies lors du diagnostic,
3. **identification des enjeux** (zone urbaine, zone d'habitats dispersés, équipements publics, ...),
4. **zonage des risques** (par croisement entre les aléas et les enjeux),
5. **définition des principes réglementaires applicables.**

2.1 Établissement du diagnostic géotechnique et caractérisation des aléas

La caractérisation de l'aléa « mouvement de terrain » fait intervenir les éléments suivant :

- la référence à un phénomène caractérisant l'instabilité (nature, intensité, activité...),
- une composante spatiale correspondant à la délimitation de l'aléa,
- une composante qualitative caractérisant la prédisposition d'un site à un phénomène d'instabilité donné.

Ces éléments s'évaluent au travers de deux grandes étapes :

→ L'étape analytique, consacrée :

- à l'analyse du contexte morphologique, géologique et hydrogéologique,
- au recensement des mouvements actifs ou passés,
- à l'appréciation du comportement des terrains à partir de leurs caractéristiques géotechniques,
- à l'identification des principaux facteurs d'instabilité (à l'échelle du bassin de risque) sur la base des mouvements observés.

L'étape analytique permet de dresser un état des lieux objectif de la zone d'étude à une date donnée

→ L'étape d'interprétation et de synthèse, consistant à confronter et à corréliser les données recueillies pour obtenir, dans chaque zone « homogène » vis-à-vis des critères identifiés lors de l'étape analytique, une hiérarchisation estimée et une délimitation de l'aléa.

2.2 Identification des enjeux

La troisième étape de l'analyse du risque consiste à apprécier les enjeux liés aux modes d'occupation et d'utilisation des sols.

Cette démarche a pour double objectif :

- d'identifier d'un point de vue qualitatif les enjeux existants et futurs (enjeux d'ordre humain, socio-économique et environnemental) ;
- d'orienter les prescriptions réglementaires ainsi que les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Les principaux enjeux identifiés et évalués dans le cadre d'une étude de risques correspondent aux espaces urbanisés ou d'urbanisation projetée.

2.3 Croisement des aléas et des enjeux : notion de risque

Le risque naturel se caractérise comme la confrontation d'un aléa (probabilité de manifestation d'un phénomène donné) et d'un enjeu (présence de biens, d'activités et de personnes). La délimitation des zones exposées aux risques, fondée sur un critère de constructibilité et de sécurité, s'effectue donc à partir du « croisement » des aléas et des enjeux.

Conventionnellement, trois types de zone se distinguent : les zones blanches, les zones bleues et les zones rouges.

En terme réglementaire, les zones blanches correspondent à des zones d'autorisation, les zones bleues correspondent à des zones de prescriptions (autorisation sous réserve de la prise en compte de mesures préventives ou protectrices) et les zones rouges correspondent à des zones d'interdiction, autrement dit inconstructibles.

Cette étape est réalisée conformément à la directive régionale mouvements de terrain de Midi Pyrénées validée le 25 avril 2007.

3. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.1 Situation – Cadre géomorphologique

Le PPR du Quercy Blanc, concerne 7 communes, situées au Nord Ouest du département de Tarn et Garonne. Il recoupe notamment les vallées de la Barguelonne, de la Petite Barguelonne et du Lendou. La zone d'étude est délimitée à l'ouest par les Coteaux du Pays de Serre, à l'est par les coteaux du Bas Quercy, au sud par la vallée de la Garonne et au nord par les Causses du Quercy.

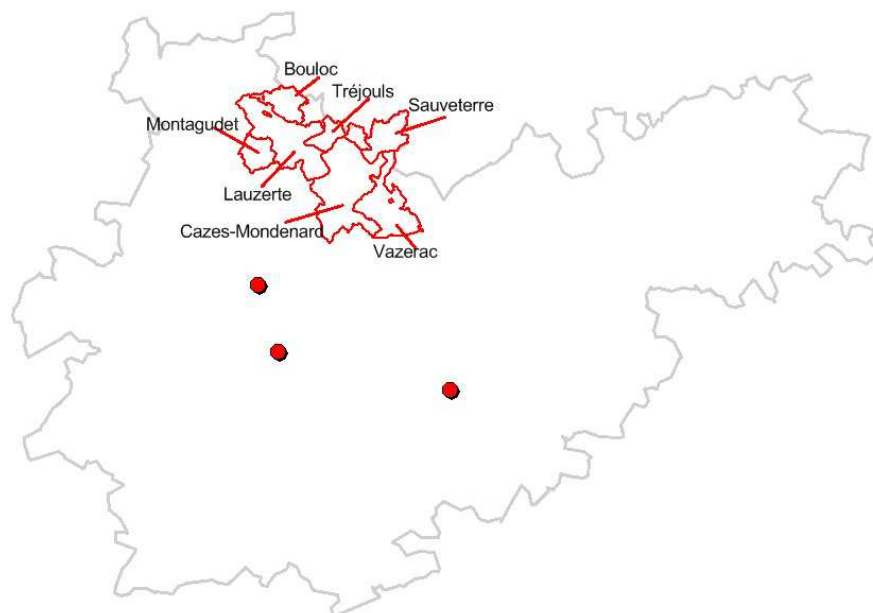


Figure 2 : Plan de situation du PPR

Le territoire étudié s'étend essentiellement sur un relief constitué de dépôts argilo-détritiques et carbonatés, dépôts dont le recouvrement appartient au complexe des « Molasses d'Aquitaine ». Ces couches sédimentaires fluvio-lacustres se disposent selon un arrangement de type sub-tabulaire. Cette zone d'étude présentée comme un plateau est caractérisée par une découpe complexe de terrains, découpe dite en « feuille de chêne » formant une succession d'éperons. Eperons séparés entre eux par des petites combes.

Les altitudes varient de 93 mètres à 270 mètres NGF. Le point le plus bas est situé au niveau de la plaine alluviales de la Barguelonne à Cazes Mondenard ; le point culminant se situant au niveau de la commune de Lauzerte.

Le réseau hydrographique, présent dans une fond alluvionnaire faisant 200 à 300 m de large est constitué de ruisseaux parallèles, espacés les uns des autres de 2 à 3 kilomètres. La Lupte, le Lendou, la Barguelonne et la petite Barguelonne constituent les rivières assurant le drainage hydrographique. Celles-ci sont elles-mêmes alimentées par des petits affluents intermittents (ceci étant dû à des terrains de composition argilo-limoneuse peu perméables).

3.2 Contexte géologique

Le PPR du « Quercy-Blanc » s'inscrit dans un modèle sub-tabulaire molassique issu de la sédimentation continentale, fluviale et lacustre. D'après la carte géologique, trois époques géologiques sont représentées dans le secteur étudié :

- Le Quaternaire, caractérisé par des formations superficielles de type alluvions récentes : galets, graviers et sables gris-beiges.
- Le Tertiaire, représenté par :
 - Le Miocène, caractérisé par des formations de calcaires de l'Agenais. Ce sont des calcaires lacustres blancs micritiques de l'Aquitainien indifférencié. D'une épaisseur de 20 à 25 mètres, ces calcaires se retrouvent au sommet des horizons sub-tabulaires.
 - L'Oligocène, caractérisé par les molasses de l'Agenais supérieur (formations de 30 à 55 mètres d'épaisseur, constituées de grès et argiles carbonatés, micacés du Rupélien : Stampien supérieur) et par les molasses de l'Agenais inférieures (formations de 20 à 35 mètres d'épaisseur, constituées de grès tendres, silts et argiles carbonatés, micaciés du Rupélien : Stampien inférieur).

La répartition des différentes formations géologiques de la zone d'étude est présentée sur la carte suivante.

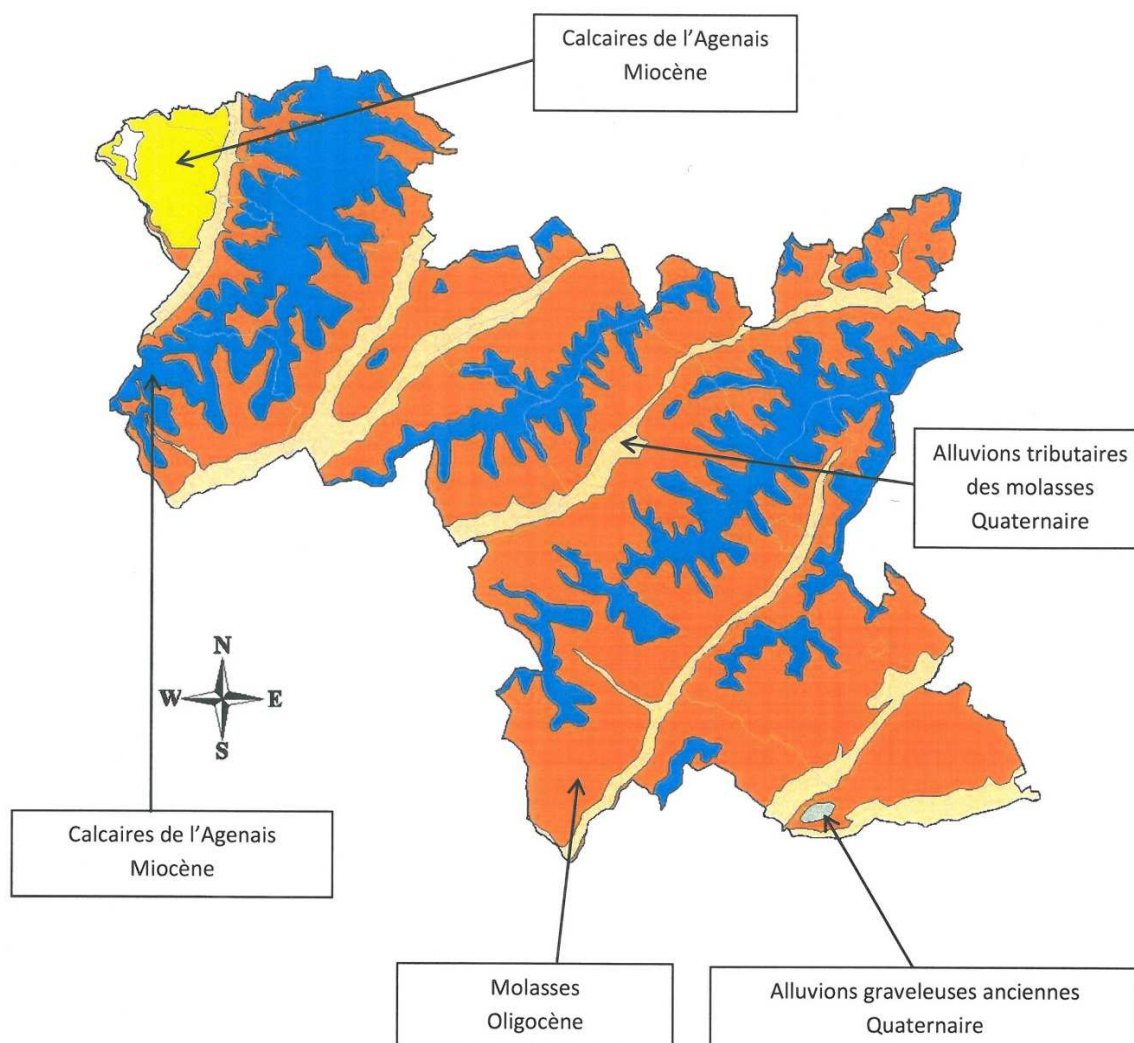


Figure 3 : Carte géologique - Extrait du SCAN GEOL du B.R.G.M.

La Formation Molassique Tertiaire est caractérisée par une alternance de niveaux marneux, de molasses et de bancs calcaires. Ce complexe, représentant le substratum local, est daté de l'Aquitainien et du Stampien (\approx -25 millions d'années). Les marnes et molasses sont des faciès « tendres », très sensibles à l'altération. Les calcaires forment des bancs détritiques souvent très friables. La roche est caractérisée par une couleur blanchâtre et un aspect crayeux. Le banc supérieur apparaît fréquemment en crête de coteaux.

Sur les pentes, la Formation Molassique est généralement masquée à l'affleurement car recouverte de dépôts superficiels de nature limoneuse et argileuse. Ces dépôts correspondent à des sols d'altération parfois remaniés. En surface, ces terrains apparaissent plus ou moins décalcifiés par un début d'évolution pédologique.

Dans la région, le terme de « boulbène » est communément utilisé pour caractériser les argiles et les limons décalcifiés ; celui de « terrefort » s'applique aux sols argileux riches en calcium (sols argilo-calcaires).

Les épaisseurs de recouvrement sont variables mais sont en général plus importantes en pied de versant. Ces formations de pentes et de plateaux sont qualifiées de formations superficielles colluviales.

Les calcaires de l'Agenais sont des calcaires lacustres blancs micritique. Les parois visibles sont en général de faible hauteur 1 à 3 m. On retrouve des affleurements plus importants, sur les communes de Bouloc et Lauzerte. Ce Calcaire est souvent massif, avec une fracturation variable suivant les secteurs.

3.3 Hydrogéologie des coteaux

Sur le secteur des coteaux, l'imperméabilité des molasses limite fortement l'infiltration des eaux météoriques et entraîne donc d'importants ruissellements en période pluvieuse. Les horizons perméables ou semi-perméables intercalés dans la formation Molassique (lentilles sableuses et bancs calcaires fracturés) peuvent toutefois constituer de petits aquifères captifs. Ces aquifères, d'extension latérale limitée, sont essentiellement alimentés par l'impluvium. Les émergences de ces nappes captives ponctuelles sourdent sur le flanc des versants.

Les circulations d'eau à l'interface molasses / formations de pente peuvent former, après une longue période pluvieuse, de véritables nappes temporaires, parfois sub-affleurantes. Ces circulations temporaires et superficielles apparaissent très défavorables à la stabilité des pentes.

De plus, les terrains de couverture peuvent être le siège de nappes perchées en sommet de coteaux.

3.4 La commune de MONTAGUDET

La commune de Montagudet est située en limite ouest de la zone d'étude, à environ 40 kilomètres au nord-ouest de Montauban. Elle est bordée au sud par la rivière « La Petite Barguelonne » et au nord par la « Séoune », suivant un axe nord-est sud-ouest. La partie urbanisée de la commune est édiflée sur le plateau calcaire.

La situation géographique de la commune est précisée sur l'extrait de carte suivant.

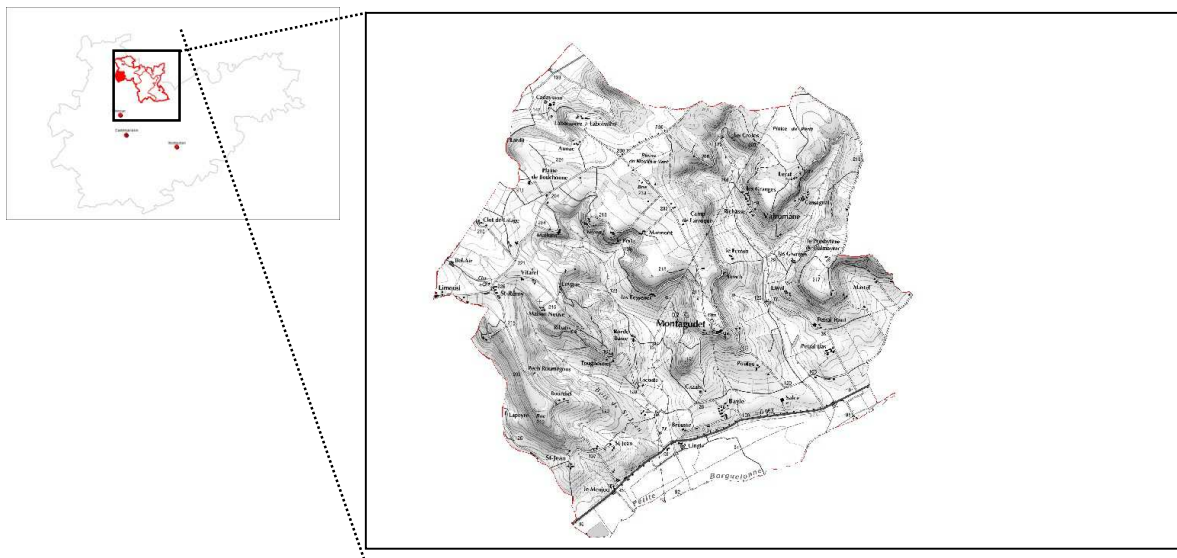


Figure 4 : Situation géographique - Extrait du Scan 25 de l'I.G.N.

Le relief vallonné des coteaux est marqué par des altitudes variant de 237 mètres NGF (point culminant sur le plateau, au lieu-dit « plaine du moulin à vent ») à 94 mètres NGF dans la vallée de la Petite Barguelonne. Sur la commune, les dénivelés maxima entre les fonds de vallon et les crêtes de coteaux sont de l'ordre de 146 mètres.

Sur le territoire de la commune de Montagudet, les formations rencontrées sont :

- des Marnes,
- des Calcaires lacustres et Marno calcaires,
- des Formations alluviales.

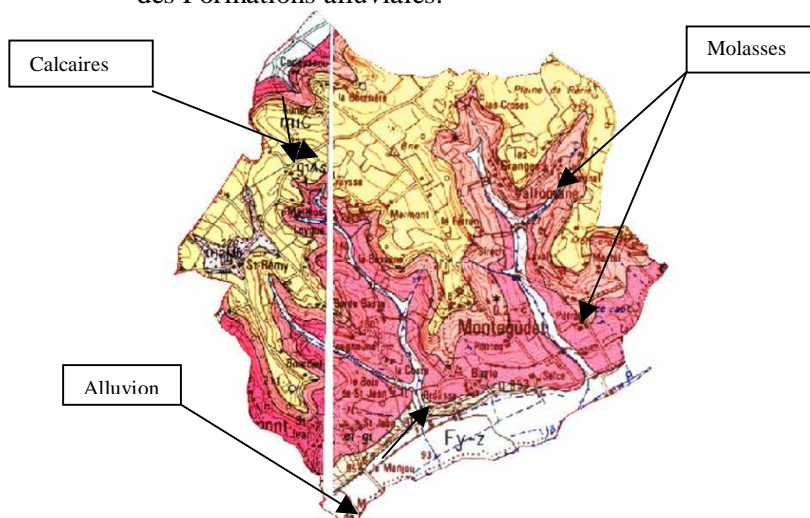


Figure 5 : Carte géologique de Montagudet - Extrait de la carte géologique du BRGM

4. CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

La méthode de caractérisation des différentes formations varie suivant qu'il s'agisse d'un sol ou d'une roche.

Sont considérés comme des sols les formations de pente et les molasses. Elles ont des caractéristiques géomécaniques hétérogènes. En effet, ces formations sont caractérisées par une lithologie et par des paramètres intrinsèques très différents.

Sont considérés comme des roches les calcaires de l'Agenais.

4.1 Molasses -Marnes

Le substratum molassique possède en règle générale de bonnes caractéristiques mécaniques (terrains surconsolidés). Cependant, les molasses peuvent contenir des horizons sableux ou argileux de moindre cohésion et donc de plus faibles caractéristiques. Ces horizons, de forme lenticulaire, sont caractérisés par des extensions latérales limitées.

En surface, le processus d'altération du toit du substratum a entraîné la formation quasi-systématique d'une frange superficielle d'épaisseur variable (parfois plurimétrique). Cette frange, constituée de matériaux argileux souvent très plastiques (décalcification des marnes), possède des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes.

De plus, les circulations d'eau au contact molasses saines / molasses altérées ou plus rarement dans les molasses altérées diminuent fortement les caractéristiques mécaniques de ces sols.

4.2 Formations de pente (recouvrement)

Les formations de pente sont représentées par des sols argilo-limoneux issus de l'altération des molasses sous-jacentes, en place ou remaniées (solifluées). Leurs caractéristiques mécaniques dépendent en grande partie de la fraction argileuse présente dans ces dépôts : plus cette fraction est importante, plus les caractéristiques des sols diminuent. Sur la zone d'étude, le recouvrement présente de faibles caractéristiques mécaniques : cohésion proche de 0 et angle de frottement se rapprochant d'une valeur résiduelle probablement inférieure à 15°.

4.3 Formations calcaires

Ces calcaires sont présents sous différents faciès, et possèdent donc des caractéristiques mécaniques variables, que l'on peut considérer comme moyennes pour une roche. Ils se délitent en blocs décimétriques.

4.4 Conclusion

La frange d'altération du substratum molassique d'une part et les formations de pente d'autre part sont des terrains mécaniquement très sensibles. En terme de stabilité, ces formations sont donc fortement exposées à de potentiels mouvements de terrain. Les molasses sont pour leur part généralement stables mais peuvent se trouver localement en limite d'équilibre. Elles sont à l'origine de mouvement de sol tels que glissements, solifluxion.

Le tableau synthétique suivant présente les caractéristiques mécaniques estimées de chaque formation (estimations basées sur l'expérience locale et sur les essais en laboratoire menés au cours de précédentes études).

	Formations de pente et frange d'altération	Substratum molassique sain
<i>Poids volumique :</i>	18 kN.m ⁻³	21 kN.m ⁻³
<i>Angle de frottement :</i>	15 à 24°	25 à 35°
<i>Cohésion effective :</i>	0 à 5 kPa	5 à 35 kPa

Les massifs rocheux dont la présence est limitée, sont constitués de calcaire plus ou moins fracturés. Ces formations sont à l'origine de mouvement tels qu'éboulements, chutes de pierres ou de blocs de taille réduite.

5. TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

5.1 Description générale

Les glissements de terrain correspondent au déplacement gravitaire de masses déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (ou anthropiques). Les instabilités recouvrent des formes très diverses qui résultent de la multiplicité des mécanismes de rupture, eux-mêmes liés à la complexité des comportements géotechniques des matériaux sollicités.

La nature et l'intensité des mouvements sont étroitement liées à la configuration géologique et topographique des secteurs concernés. Dans la commune, les pathologies observées sur les versants se regroupent dans trois catégories :

- les **glissements localisés** (loupe de glissement et glissement plan),
- les **phénomènes de solifluxion**,
- les glissements superficiels assimilables à des **coulées boueuses**,
- Les **chutes de pierres ou de blocs**,
- Les **affaissements ou effondrements** au droit de cavités souterraines naturelles.

En règle générale, les glissements de terrain sont caractérisés par des vitesses de déplacement lentes (il arrive toutefois que certains glissements se déclenchent de manière brutale). A l'inverse, les coulées boueuses et les chutes de blocs se traduisent par une cinématique élevée à très élevée.

5.1.1 Glissements localisés

Les glissements localisés sont les phénomènes les plus répandus. Ces mouvements apparaissent sous deux formes : les loupes de glissement et les glissements plans.

- ➔ les loupes de glissement intéressent les pentes à dominante limoneuse ou argileuse (substratum marneux altéré et recouvrement). Les épaisseurs de terrain mises en mouvement sont plurimétriques (inférieures à 10 mètres). Les surfaces de rupture sont circulaires (loupe élémentaire),
- ➔ les glissements plans se manifestent dans des terrains fortement argileux. Les surfaces de rupture sont généralement situées aux interfaces (couverture / substratum par exemple).

Le mécanisme de rupture d'une loupe de glissement élémentaire est décrit sur le schéma suivant.

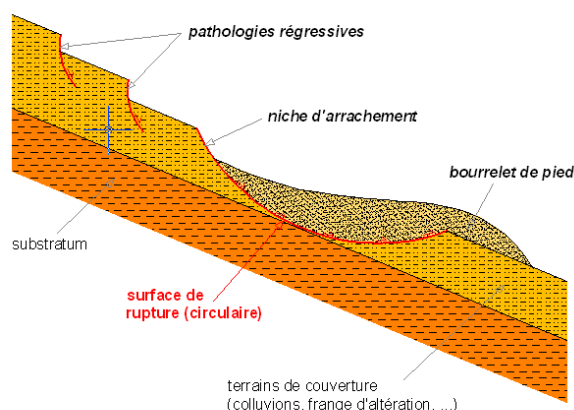


Figure 6 : Description schématique d'une loupe de glissement élémentaire

5.1.2 Phénomènes de solifluxion

Les phénomènes de solifluxion (= fluage des sols de surface) correspondent aux déformations du recouvrement argileux sous l'effet de la gravité. Ils traduisent l'écoulement lent et visqueux d'un sol plastique gorgé d'eau sur une pente. La superficie des sols glissés peut atteindre plusieurs centaines de mètre carré. Ces mouvements se traduisent par des figures morphologiques caractéristiques, tel que les moutonnements.

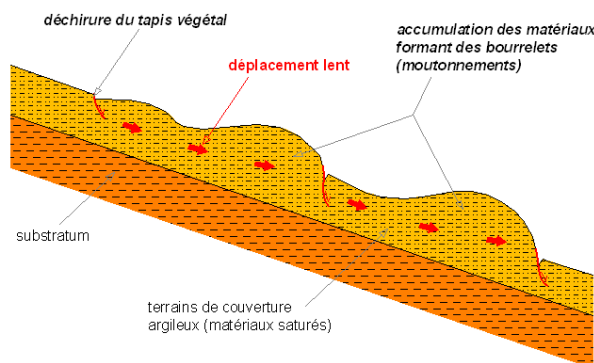


Figure 7: Description schématique d'un fluage lent des sols

5.1.3 Coulées boueuses

Ces instabilités très superficielles concernent uniquement les terrains de surface et plus particulièrement la couverture végétale. En règle générale, un apport d'eau soudain (d'origine météorique) entraîne une mise en mouvement des matériaux due à la liquéfaction de la matrice argileuse. Une fois remaniés, les matériaux saturés sont en mesure de transporter des débris végétaux et surtout des blocs rocheux d'où l'effet « destructeur » du phénomène. Les coulées, de consistance plus ou moins visqueuses, peuvent s'épandre sur des distances importantes.

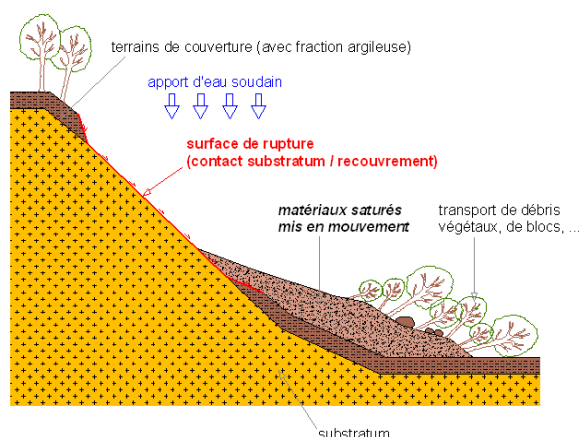


Figure 8 :Description schématique d'une coulée de boue

Les quelques cas recensés sur la zone d'étude, correspondent à de faibles coulées de boue, ayant recouvert partiellement ou totalement la chaussée. Ces phénomènes étaient consécutifs à une mauvaise gestion de l'espace cultivé. Les coulées de boues ne feront pas l'objet de cartes d'aléas, car ce phénomène est extrêmement lié aux actions anthropiques. Seules des recommandations seront formulées.

5.1.4 Les chutes de pierre ou de blocs

Dans le domaine rocheux, les masses prédécoupées par des systèmes de discontinuités ainsi que l'altération superficielle donnent lieu à des instabilités de mécanismes variés : les chutes de pierres, les chutes de blocs et les éboulements (voir schéma ci-après).

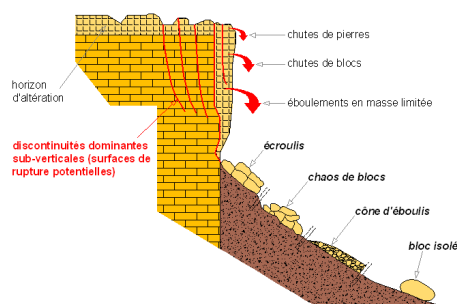


Figure 9 : Chutes de masses rocheuses

- Les chutes de pierres, phénomènes cycliques provoqués par une « desquamation » des parois, nourrissent des zones d'éboulis actifs ou vifs dans les thalwegs et sur la pente des versants. Ces zones d'épandage pouvant être, elles-mêmes, non stabilisées et soumises à l'érosion. Les chutes de pierres peuvent aussi se déclarer depuis les talus rocheux en bordure de route et se propager sur la chaussée. En période pluvieuse, ces chutes sont plus fréquentes.
- Les chutes de blocs et les éboulements, phénomènes à occurrence unique, sont identifiés en pied des falaises, dans les thalwegs et sur les versants. Les blocs peuvent être isolés en étant issus de détachements très localisés. Ils peuvent aussi, dans la zone d'épandage, s'être rassemblés dans un enchevêtrement formant chaos. Enfin, les « écroulis de masse » concernent des panneaux entiers voire des compartiments effondrés ayant partiellement conservé leur structure.

5.1.5 Les affaissements et effondrements au droit de cavité souterraine

La présence de cavités souterraines est la cause essentielle d'apparition de désordres en surface. Ces désordres se manifestent généralement par des affaissements qui peuvent évoluer jusqu'à des effondrements. Les effondrements peuvent toutefois se manifester sans signes précurseurs.

Les affaissements correspondent à des dépressions topographiques de faible profondeur dont la formation est liée au fléchissement lent et progressif des terrains de couverture. Les effondrements résultent de la rupture d'un vide en profondeur (cavité souterraine), rupture se propageant verticalement vers la surface. Ils donnent lieu à des excavations plus ou moins circulaires aux bords sub-verticaux.

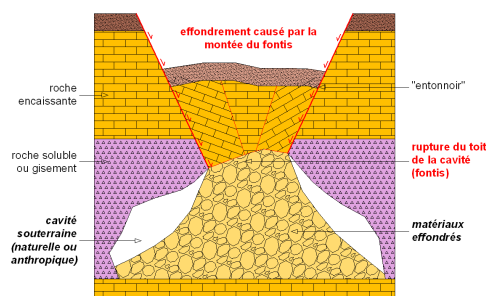


Figure 10 : Effondrement au droit d'une cavité souterraine

Lors de l'enquête de terrain, aucun phénomène de ce type n'a été recensé sur la zone d'étude. Les informations recueillies dans la base de donnée BDMVT (base de donnée des cavités souterraines –BRGM) correspondent à des cavités anthropiques, ne relevant pas de phénomènes naturels. Ce phénomène ne fera donc pas l'objet d'une qualification.

5.2 Facteurs d'instabilité

La manifestation d'un mouvement de terrain (au sens large) traduit un contexte géotechnique défavorable. Les principaux facteurs intervenant dans la stabilité des pentes et des talus rocheux sont :

- ➔ Facteurs communs :
 - la présence d'eau (nappe, circulations d'eau ponctuelles, gel / dégel...),
 - la pente des versants ou des talus,
 - les caractéristiques mécaniques des terrains,
 - les caractéristiques lithologiques (argiles, marnes, calcaires...),
 - la géométrie des couches prédisposées à se mettre en mouvement,
 - le contexte morphologique.
- ➔ Facteurs spécifiques aux chutes de masses rocheuses :
 - le degré d'altération de la roche,
 - la présence de discontinuités.

De plus, les agents d'érosion mécaniques (ruissellement des eaux de surface, érosion fluviale) et chimiques (phénomène d'altération des terrains superficiels) constituent un facteur aggravant.

5.2.1 Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux glissements de terrain

L'**eau** est un facteur déterminant dans le processus de mise en mouvement, par ameublissement et dégradation mécanique des terrains. Sa présence constitue donc un élément défavorable à la stabilité d'une pente. De surcroît, c'est souvent ce facteur qui assure le déclenchement des glissements (après de fortes précipitations par exemple).

Les **caractéristiques mécaniques** des terrains sont étroitement liées à leur nature (argiles, marnes...), à leur histoire (mise en mouvement antérieure) et à la présence d'eau (l'eau pouvant faire chuter les caractéristiques des sols). Plus ces caractéristiques sont faibles, plus les terrains sont vulnérables.

L'**épaisseur du recouvrement** intervient dans la stabilité des pentes car la masse des glissements constitue un élément moteur essentiel (mouvement gravitaire). En conséquence, plus l'épaisseur des terrains de couverture est importante, plus les conditions d'équilibre des versants sont précaires.

Enfin, la **pente** est un facteur capital dans l'équilibre d'un versant. D'après l'observation des phénomènes d'instabilité sur les versants de la zone d'étude, il apparaît que :

- pour des épaisseurs de recouvrement supérieure à 1 m :
 - les pentes inférieures à 12° sont naturellement stables,
 - de 12 à 20°, la stabilité dépend des caractéristiques du recouvrement et de la présence d'eau :
 - des signes topographiques suspects ont été constatés sur des pentes comprises entre 12 et 15°,
 - des loupes de glissement et des signes d'instabilité sont observables sur des pentes supérieures à 15°,
 - au delà de 20°, les versants peuvent être considérés comme très sensibles.
- pour des épaisseurs de recouvrement inférieure à 1 m, le risque d'instabilité est plus réduit :
 - les pentes inférieures à 15° sont considérées comme naturellement stables,
 - de 15 à 25°, la stabilité dépend des caractéristiques du recouvrement et de la présence d'eau :
 - des signes topographiques suspects ont été constatés sur des pentes comprises entre 15 et 20°,
 - des loupes de glissement et des signes d'instabilité sont observables sur des pentes supérieures à 20°,
 - au delà de 25°, les versants peuvent être considérés comme très sensibles.

5.2.2 Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux chutes de pierres ou de blocs

L'**eau** est un facteur déterminant dans le processus de mise en mouvement, la circulation d'eau dans les discontinuités favorise la dissolution de certains matériaux. De plus, la présence d'eau en période de gel favorise d'ouverture des discontinuités.

Le **degré d'altération de la roche**, et les **discontinuités** sont deux paramètres qui interviennent dans la détermination de la taille des pierres ou blocs susceptibles de chuter ainsi que dans la probabilité d'occurrence du phénomène.

5.2.3 Facteurs anthropiques

L'action de l'homme peut perturber l'équilibre du milieu naturel. Les principales modifications pouvant déclencher un mouvement de terrain sont le reprofilage des versants (talutage en pied de pente = suppression de la butée ; remblaiement en tête = surcharge) d'une part et le changement des conditions hydrogéologiques naturelles (perturbations des écoulements, apports d'eau par rejet, ...) d'autre part.

D'autres actions, telles que la déforestation, destruction de haies ou le labourage, peuvent favoriser les phénomènes d'instabilité, notamment les phénomènes de type coulée boueuse.

6. PATHOLOGIES OBSERVEES

6.1 Zone d'étude

Les prospections *in situ*, constituant la base du diagnostic géotechnique, ont été menées durant l'hiver 2011/2012. Une carte informative au 1 / 10 000^{ème} a été établie pour chaque commune. Elle est jointe dans le volet 2 de chaque dossier, elle repère et qualifie l'ensemble des instabilités relevées.

En plus des phénomènes naturels d'instabilité, la carte fait apparaître les indices hydrogéologiques et les caractéristiques géomorphologiques marquantes.

Remarque : la carte informative des phénomènes naturels, ou carte de constat, correspond à un état des lieux objectif du périmètre d'étude à une date donnée. Il est important de signaler que ce document ne constitue pas un recensement exhaustif des phénomènes d'instabilité. De surcroît, la précision du diagnostic s'est heurtée à divers problèmes, tels que l'accessibilité réduite des versants, le couvert végétal parfois très dense, ... Enfin, les reconnaissances de terrain ayant été réalisées en période de sécheresse, il est probable que la carte ne reflète pas les caractéristiques hydrogéologiques réelles de la zone d'étude.

Sur l'ensemble de la zone d'étude relativement peu de phénomènes ont été identifiés, ils restent d'ampleur faible à moyenne. Il faut rappeler que les signes d'évènements de faible intensité peuvent être rapidement masqués, notamment dans les zones cultivées, où un simple labour peut faire disparaître les indices de mouvements.

- Le phénomène de fluage des sols de surface (solifluxion). Des moutonnements traduisant un déplacement lent des terrains de couverture, plusieurs zones ont été identifiées. Il est important de noter que pour ce type de mouvement, seuls les plus récents sont visibles étant donné le caractère superficiel du phénomène.



Figure 11 : Commune de Vazerac – Lieu dit « Lamothe »
Phénomènes de fluage



Figure 12 : Commune de Cazès Mondenard -Lieu dit « Pech Sadoul »
Phénomènes de fluage et glissement supposé

- Plusieurs loupes et des glissements plans caractéristiques ont été observées».



Figure 13 : Commune de Montagnudet Lieu dit « Laval»
Loupe de glissement dans le talus



Figure 14 : Commune de Cazès Mondenard
Lieu dit « Carrieu »
Ancien glissement supposé

- Plusieurs zones dites de « topographie suspecte » ont été recensées, il s'agit de zone présentant une topographie irrégulière et/ou des arbres fortement inclinés.



Figure 15 : Commune de Lauzerte Lieu dit « Gabille »
Topographie suspecte

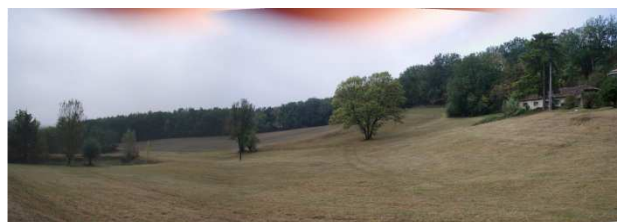


Figure 16 : Commune de Trejous Lieu dit « Espanel »
Topographie suspecte

- Quelques barres rocheuses, pouvant générer des chutes de pierre et/ou de blocs ont identifiées. Il s'agit en général de paroi rocheuses de faible hauteur ne générant que de petits blocs, avec une faible zone de propagation. Deux secteurs sont toutefois plus dangereux, ils sont situés sur les communes de Lauzerte et Bouloc.



Figure 17 : Commune de Bouloc Lieu dit « Falsegarre »
Chute de pierres



Figure 18 : Commune de Sauveterre Lieu dit « VC 3 »
Topographie suspecte

Les deux phénomènes les plus marquants ont été constatés sur la commune de Lauzerte. Il s'agit :



Figure 19 : Lieu dit « Les Boutes »
Chute de gros bloc survenue en janvier 2013



Figure 20 : Lieu dit « Serre Sèque »
Ancien grand glissement stabilisé par des gabions

6.2 La commune de MONTAGUDET

La carte informative jointe dans le dossier, n'indique que très peu d'évènements recensés sur le territoire communal. Deux zones présentent une topographie suspecte, indiquant une pré-disposition aux glissements de terrain, Une coulée de boue, non récurrente nous a également été signalée. Plusieurs affleurements rocheux ont été identifiés, l'un deux situé au lieu-dit « Falsegarre » a généré des chutes de pierres ayant endommagé les bâtiments les plus proches de la paroi.



Figure 21 : Lieu-dit Saint Jean
Topographie suspecte



Figure 22 : Lieu- dit Cassagnal-

L'ensemble des données recueillies est synthétisé sur la carte informative jointe au volet 2. Cette carte a été présentée en commune le 22 juin 2012.

7. CARACTERISATION DES ALEAS

L'évaluation des aléas représente la deuxième étape de l'analyse des risques liés aux mouvements de terrain. Cette étape d'interprétation et de synthèse a pour principal objectif d'apprécier qualitativement et quantitativement la stabilité des terrains à partir des données recueillies lors du diagnostic.

La qualification des aléas liés aux mouvements de terrain s'est basée sur l'intensité caractérisant les mouvements de terrain d'une part et sur la prédisposition des versants vis-à-vis des phénomènes d'instabilité d'autre part. On notera que la qualification des aléas liés aux chutes de masses rocheuses s'est de plus fondée sur la probabilité d'occurrence des éboulements et sur le délai dans lequel ils peuvent se manifester.

7.1 Définition

Le mot « aléa » vient du latin *alea* qui signifie « coup de dés ». De façon générale, ce terme peut être défini comme la probabilité de manifestation d'un phénomène naturel donné sur un territoire donné, dans une période de référence donnée. L'évaluation de l'aléa « mouvement de terrain » fait donc intervenir les éléments suivants :

- la référence à un phénomène caractérisant l'instabilité,
- une composante spatiale correspondant à la délimitation de l'aléa,
- une composante qualitative caractérisant la prédisposition d'un site à un phénomène d'instabilité donné.

7.2 Phénomènes de référence

Les phénomènes de référence pris en compte dans le cadre de l'évaluation des risques naturels de mouvements de terrain sont :

- les glissements de terrain (glissements de masse, loupes de glissement et glissements plans),
- les mouvements superficiels type solifluxion,
- Les chutes de pierres ou de blocs

Les coulées boueuses recensées, étaient des phénomènes de faible intensité, non récurrentes et/ou liées à une mauvaise gestion de l'espace cultivé. Seules 4 coulées de boues ont été identifiées. Ce phénomène est très étroitement lié aux activités humaines sur la zone d'étude, il ne fera donc pas l'objet d'une cartographie de l'aléa, mais des recommandations pourront être formulées dans les zones d'aléa « sols », pour en limiter le risque.

7.3 L'aléa « sol »

7.3.1 Qualification des aléas « sols »

La qualification des aléas « glissement de terrain » s'est basée sur :

- l'intensité des phénomènes d'instabilité,
- la prédisposition des versants vis-à-vis des phénomènes d'instabilité en fonction des caractéristiques géomécaniques des terrains de surface et de la pente.

La notion d'intensité est essentielle car elle traduit l'importance du phénomène (volume mobilisé, dynamique, énergie...), leur gravité vis-à-vis des vies humaines ou leur dommageabilité vis-à-vis des constructions. Les degrés d'intensité, gradués de faible à élevé, correspondent à des capacités croissantes de créer des préjudices.

Le tableau suivant présente un exemple courant de classification des phénomènes d'instabilité suivant leur intensité.

Degré d'intensité	Phénomènes	Mesures de prévention
<i>Intensité élevée</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ glissement de masse (glissement profond) ▪ coulée de boue 	Difficiles techniquement ou très coûteuses (dépassant largement le cadre de la parcelle)
<i>Intensité modérée</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ glissement localisé ▪ coulée de boue 	Coûteuses et dépassant le cadre de la parcelle (généralement à maîtrise d'ouvrage collective)
<i>Intensité faible</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ solifluxion ▪ coulée de boue ▪ épandage de matériaux glissés 	D'un coût modéré et ne dépassant pas le cadre de la parcelle (généralement à maîtrise d'ouvrage individuelle)

La caractérisation de l'aléa « glissement de terrain », détaillée ci-après, a été définie directement à partir de l'intensité du phénomène, pour les phénomènes actifs ou recensés :

Degré d'intensité	Niveau d'aléa
<i>faible</i>	moyen
<i>modéré</i>	fort
<i>élevé</i>	fort

7.3.2 Détermination des critères

L'évaluation des aléas s'est basée sur :

- l'analyse des mouvements constatés, considérés comme phénomènes de référence,
- les caractéristiques géologiques et géomécaniques des terrains de surface,
- les données topographiques (pente),
- le contexte morphologique,
- le contexte hydrogéologique.

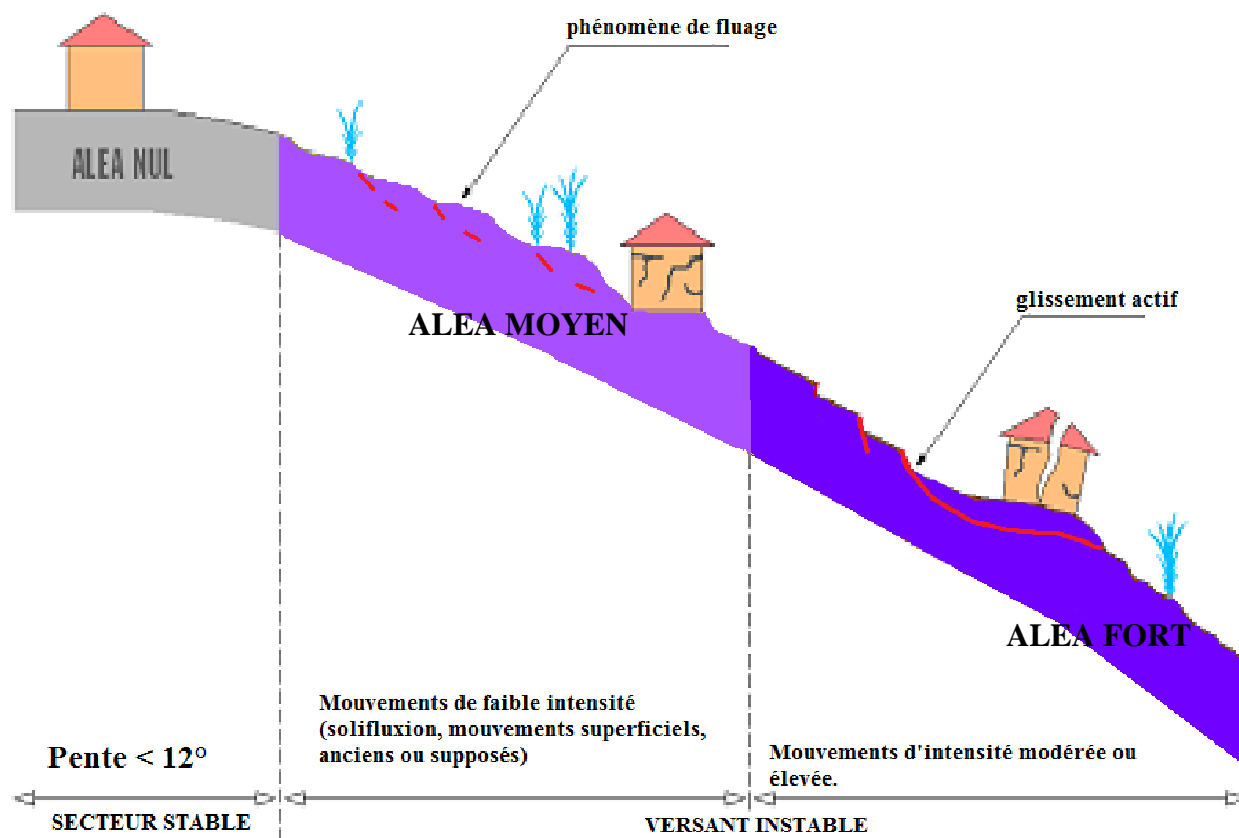
On notera que l'aléa a été délimité sans tenir compte de la présence d'ouvrages de protection ou de dispositifs drainants ayant été mis en œuvre pour stabiliser une zone.

La carte d'aléas fait apparaître des zones instables et des zones potentiellement instables. Le niveau d'aléa dépend :

- Dans les **zones instables**, où des phénomènes d'instabilité ont été observés :
 - de l'intensité et de l'activité du mouvement,
 - des indices hydrogéologiques relevés.
- Dans les **zones potentiellement instables**, où il n'existe pas d'indices de mouvement :
 - du contexte géologique et morphologique,
 - des indices hydrogéologiques,
 - de la topographie (pente des versants).

Par conséquent, la cartographie et la hiérarchisation des aléas ont été établies en prenant en compte les critères généraux suivants :

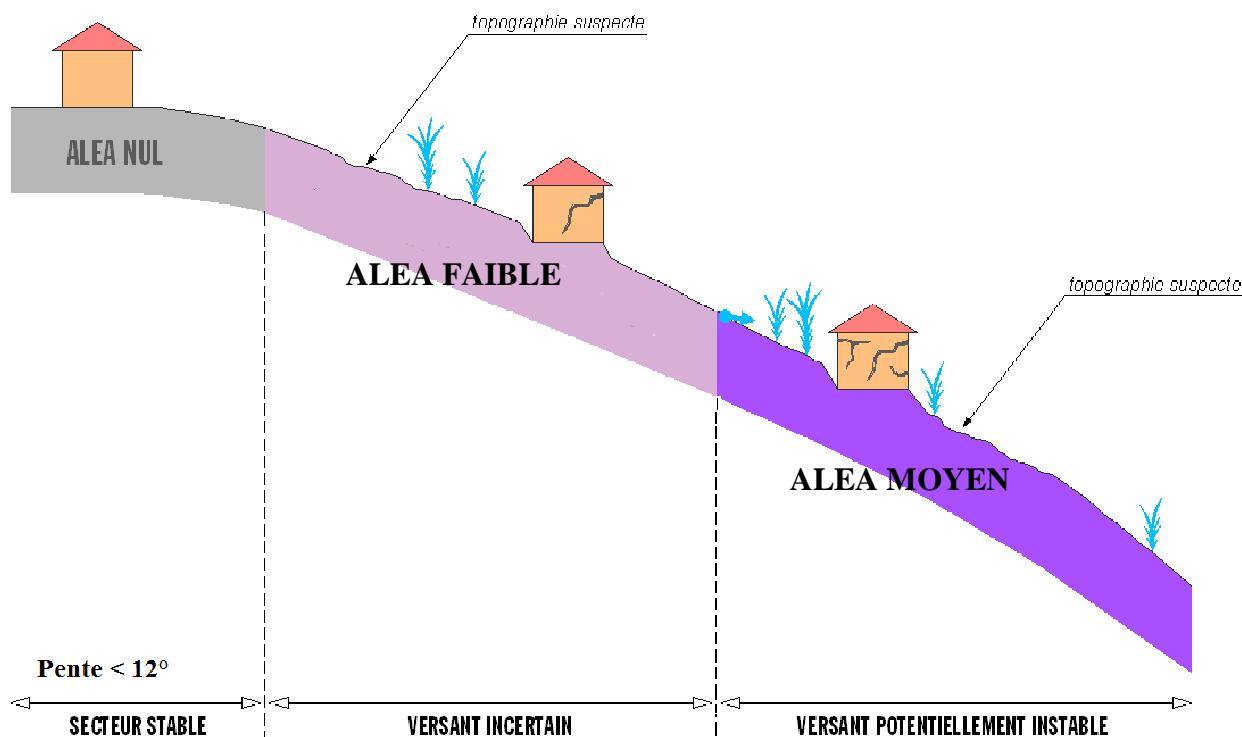
1. Versant présentant des signes d'instabilité



<p>➤ Aléa considéré comme nul :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable ➔ plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 12° ($< 21\%$) ➔ plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 15° ($< 27\%$), et une épaisseur de sol estimée $< 1\text{ m}$ 	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<p>➤ Aléa moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur affecté par des mouvements de faible intensité (phénomènes de solifluxion) - secteur affecté par des mouvements anciens ou supposés 	<div style="background-color: #c0c0ff; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<p>➤ Aléa fort :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur instable affecté par des mouvements actifs d'intensité modérée à élevée 	<div style="background-color: #6060ff; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Figure 23 : Illustration de l'aléa « glissement » - cas 1

2. Versant ne présentant pas des signes d'instabilité



<p>➤ Aléa considéré comme nul :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable ➔ plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 12° (< 21%) ➔ plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 15° (< 27%), et une épaisseur de sol estimée < 1 m 	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<p>➤ Aléa très faible à faible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur incertain dont la stabilité est difficilement appréciable - secteur actuellement stable, ne présentant pas de signes d'instabilité mais pouvant évoluer par le biais d'une intervention anthropique ou à la suite de conditions pluviométriques exceptionnelles ➔ versants caractérisés par une pente supérieure à 12° (> 21%) ➔ versants caractérisés par une pente supérieure à 15° (> 27%), et une épaisseur de sol estimée < 1 m 	<div style="background-color: #c090d0; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<p>➤ Aléa moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur fortement exposé à des mouvements de terrain ➔ versants caractérisés par une pente supérieure à 15° (> 27%) ➔ versants caractérisés par une pente inférieure à 20° (< 27%), et une épaisseur de sol estimée < 1 m 	<div style="background-color: #8000ff; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
<p>➤ Aléa fort :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur fortement exposé à des mouvements de terrain ➔ versants caractérisés par une pente supérieure à 20° (> 37%) – (cas très rare) ➔ versants caractérisés par une pente inférieure à 25° (< 27%), et une épaisseur de sol estimée < 1 m 	<div style="background-color: #4b0082; width: 30px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>

Figure 24 : Illustration de l'aléa « glissement » - Cas 2

7.4 l'aléa « roche »

7.4.1 Qualification des aléas « roche »

7.4.1.1 Notion d'intensité

La notion d'intensité est essentielle car elle traduit l'importance du phénomène (volume mobilisé, dynamique, énergie...), leur gravité vis-à-vis des vies humaines ou leur dommageabilité vis-à-vis des constructions. Les degrés d'intensité, gradués de faible à élevé, correspondent à des capacités croissantes de créer des préjudices.

Le tableau suivant présente un exemple courant de classification des phénomènes d'instabilité suivant leur intensité (l'intensité des phénomènes permettant de qualifier l'aléa).

Degré d'intensité	Phénomènes	Mesures de prévention
<i>Intensité élevée</i>	▪ éboulements rocheux (>100 m ³)	Difficiles techniquement ou très coûteuses (dépassant largement le cadre de la parcelle)
<i>Intensité modérée</i>	▪ chute de blocs (1 dm ³ à 100 m ³)	Coûteuses et dépassant le cadre de la parcelle (généralement à maîtrise d'ouvrage collective)
<i>Intensité faible</i>	▪ chute de pierres (< 1 dm ³)	D'un coût modéré et ne dépassant pas le cadre de la parcelle (généralement à maîtrise d'ouvrage individuelle)

Sur l'ensemble de la zone d'étude la plupart des événements recensés sont de faible intensité, quelques uns d'intensité moyenne (Lauzerte, Bouloc).

7.4.2 Notion de probabilité d'occurrence et de délai

La qualification des aléas liés aux chutes de masses rocheuses (éboulements, chutes de blocs et chutes de pierres) fait intervenir une composante temporelle introduisant les notions de probabilité d'occurrence et de délai. La probabilité / délai se définit comme une variable à deux dimensions :

- la probabilité d'occurrence de chute dans le délai considéré, induite par les facteurs d'instabilité déterminant le phénomène. L'échelle utilisée s'étale entre le très faible et le très élevé,
- le délai à l'intérieur duquel le phénomène a une probabilité considérée de se produire. La durée des périodes va de l'imminent au long terme.

La durée de vie d'une construction s'inscrivant dans le long terme, l'évaluation des aléas peut faire abstraction de la notion de délai.

La caractérisation de l'aléa « glissement de terrain », détaillée ci-après, a été définie directement à partir de l'intensité du phénomène. La caractérisation de l'aléa « chutes de masses rocheuses » a été déterminé en croisant l'intensité à la probabilité d'occurrence du phénomène.

7.4.3 Détermination des critères

Les aléas liés aux chutes de masses rocheuses se décomposent en trois types distincts : l'aléa de rupture, l'aléa de propagation et l'aléa résultant.

7.4.3.1 Aléa de rupture

Cet aléa désigne le compartiment de terrain susceptible de s'écrouler. Il fait intervenir deux composantes :

- la classe d'instabilité, caractérisée par le volume total des matériaux mis en jeu (la taille des éléments unitaires peut aussi être prise en compte).
- la probabilité d'occurrence de chute est induite par les facteurs déterminant le phénomène. L'échelle utilisée s'étale entre le faible et le fort.

On définit par classe un type d'instabilité caractérisé par le volume des matériaux mis en jeu lors de la phase d'écroulement et le volume unitaire des blocs produits. Les classes sont définies conformément à la grille suivante.

- les chutes de pierres (cp) concernent des volumes unitaires inférieurs à 1 décimètre cube (1dm^3),
- les chutes de blocs (cbx) concernent des éléments isolés d'un volume variant de quelques fractions de mètre cube à plusieurs mètres cube. Dans le cas de formations massives, on peut avoir affaire à des blocs dépassant la centaine de mètres cubes (m^3),
- les éboulements en masse limitée (ebl). Le volume total de la masse en cause est inférieur à quelques centaines de mètres cubes,
- les éboulements en masses (ebm) Le volume total de la masse en cause peut atteindre et dépasser le millier de mètres cubes,
- les éboulements en grandes masse (ebgm) concernent des phénomènes exceptionnels et complexes mettant en cause des masses considérables.

Les facteurs permettant de qualifier la probabilité d'occurrence sont :

- ➔ les facteurs intrinsèques de la masse rocheuse instable (géomorphologie, géologie...) :
 - nature et caractéristiques de la roche,
 - évolution des matériaux (altération, gélifraction, ...),
 - type d'instabilité (nature, mécanisme de rupture, volume des blocs, position sur la falaise, ...),
 - fracturation (présence de discontinuité, ouverture, ...),
- ➔ les facteurs aggravants concernant l'environnement immédiat et la zone d'influence :
 - action de l'eau,
 - présence de végétation.

La caractérisation de l'aléa de rupture est précisée dans le tableau suivant.

Degré d'intensité	Probabilité d'occurrence		
	Faible Les facteurs déterminants reconnus sur le site sont diffus, mal circonscrits	Moyenne De nombreux facteurs déterminants sont reconnus sur le site. Certains facteurs non répertoriés peuvent apparaître dans le temps	Forte Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site. L'intensité des facteurs est forte
Faible Chutes de pierres ($<1\text{dm}^3$)	Aléa très faible à faible	Aléa très faible à faible	/
Modéré Chutes de blocs ($< 100\text{m}^3$)	Aléa très faible à faible	Aléa moyen	Aléa fort
Élevé Éboulements ($> 100\text{m}^3$)	/	Aléa fort	Aléa fort

Figure 25 : caractérisation de l'aléa chute de blocs

7.4.3.2 Aléa de propagation

Cet aléa recouvre toute la problématique de la zone couverte par le cheminement des blocs en pied de falaise. Sur la carte des aléas, c'est la limite de propagation qui détermine la limite inférieure de l'aléa de rupture.

Dans le domaine rocheux, la qualification de l'aléa de rupture n'est qu'une première étape pour caractériser le phénomène. Si la crête de falaise peut constituer la limite supérieure de la zone d'influence du phénomène, il est prépondérant d'apprécier sa limite inférieure sur les versants.

L'aléa de propagation et la limite de propagation se caractérisent par une approche qualitative en prenant en compte les critères relatifs aux conditions de départ, aux données topographiques du versant sur lequel se propagent les éboulis et, éventuellement, les caractéristiques des zones d'épandage.

Cette approche s'appuie sur les observations de terrains :

- les conditions de départ (hauteur, cinématique...),
- les pentes inférieures (pentes, déviations latérales, nature des terrains, rebonds...),
- les obstacles (couvert végétal, contre pentes naturelles, présence d'éboulis...),
- la fragmentation (volume global de l'éboulement, blocométrie prévisionnelle, forme des blocs...).

La probabilité de propagation pourra être nulle, très faible, faible, moyenne, forte ou très forte, et la limite estimée pourra s'étendre du pied du massif rocheux jusqu'à une partie ou sur la totalité du versant (voire au delà dans certains cas).

Pour la cartographie des aléas, c'est la limite de propagation estimée qui sera prise en compte. Pour des enjeux sensibles et si l'aléa de propagation ne peut être qualifié avec précision, une étude trajectographique, par simulation numérique, peut alors être réalisée. Les villages de Salles-la-Source et de Saint-Laurent s'intègrent bien de ce cas de figure, aussi, il est fortement recommandé de réaliser ce type d'étude sur ces deux secteurs.

L'aléa de propagation est illustré de manière schématique sur la figure suivante.

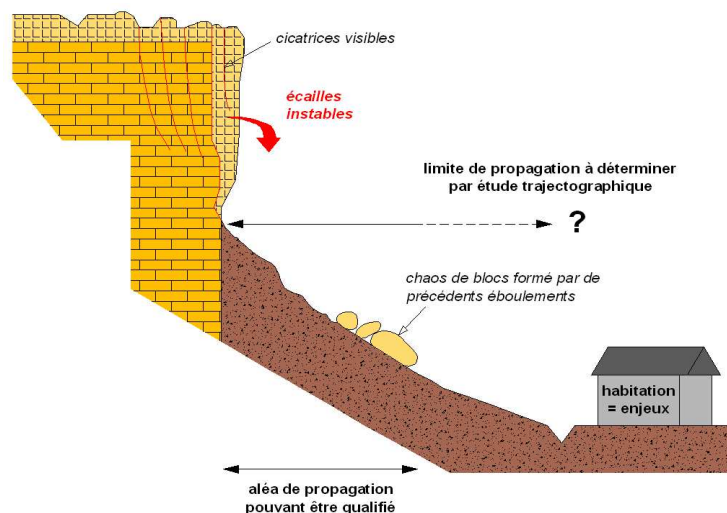


Figure 26 : Aléa de propagation

7.4.3.3 Aléa résultant

C'est la résultante, sur le versant considéré, des composantes de l'aléa de rupture et de l'aléa de propagation.

C'est l'aléa résultant qui précise les contours du zonage de la carte des aléas en déterminant :

- la limite supérieure de la zone matérialisée par la crête des massifs rocheux étudiés,
- la limite inférieure de la zone représentant la limite de propagation estimée.

A l'intérieur de la zone, c'est l'aléa de rupture qui qualifie le niveau (faible, moyen ou nul) de l'ensemble de la zone.

7.5 Cartographie des aléas

7.5.1 Lecture des cartes d'aléas

La carte d'aléa de la commune de Montagudet, jointe dans le volet 2, a été dressée sur un fond de plan topographique I.G.N. 1 / 25 000^{ème} agrandi au 1 / 10 000^{ème}. Cette carte constitue le document définitif de **l'évaluation scientifique** des risques de mouvements de terrain. La carte indique :

- la délimitation des zones soumises à l'aléa,
- les niveaux d'aléas (nul à fort) et leur signification.

Les aléas sont représentés par un code couleur (gradation croissante des couleurs suivant le niveau d'aléa établi selon la norme Covadis). Cette carte a été présente en commune le 27/02/2013.

7.5.2 Fiabilité des cartes d'aléas

La définition des critères de cartographie des aléas dépend fondamentalement des hypothèses géotechniques choisies. Ces paramètres sont très variables en fonction des situations. Par conséquent, la caractérisation des aléas a pris en compte des hypothèses « moyennes ». La cartographie finale a été validée par les observations de terrain.

La qualité de la cartographie et de l'évaluation en général dépend de la précision des levés géologiques, du recensement le plus complet possible des phénomènes naturels d'instabilité (reconnaissance de terrain, recherche d'archives...) et de l'échelle du fond de plan utilisé. Dans le présent dossier, la qualification de l'aléa « géotechnique » s'est principalement basée sur des critères qualitatifs liés à l'observation des mouvements et à la connaissance de la géologie locale.

Pour prendre en compte les incertitudes relatives à la connaissance géologique, les zones douteuses ou mal connues ont été classées dans un niveau d'aléa en limite supérieure. Par conséquent, dans les zones concernées par un enjeu majeur, la qualification pourra éventuellement être affinée au moyen d'études géotechniques détaillées qui sortent du cadre d'une évaluation globale des risques effectuée dans le cadre d'un PPR. Les conclusions de ces études pourront amener à une nouvelle qualification de l'aléa.

8. EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES

Une des préoccupations essentielles dans l'élaboration d'un P.P.R. consiste à apprécier les modes d'utilisation et d'occupation du territoire communal.

Dans un bassin de risques, les enjeux représentent les personnes, les biens, les activités, les moyens, le patrimoine, ..., présents et à venir, susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel et d'en subir les préjudices ou les dommages.

Les principaux enjeux correspondent aux :

- Espaces urbanisés ou à vocation d'urbanisation :
 - centre urbain et zone d'habitation dense,
 - zone d'habitat dispersé,
 - zone d'activité,
 - zone d'extension.

- Infrastructure et équipement de services et de secours :
 - voies de circulation,
 - établissements recevant du public,
 - infrastructure sportive et de loisirs,
 - équipements sensibles.

- Espaces naturels, agricoles ou forestiers.

La localisation et l'identification des enjeux d'ordre humain, socio-économique et environnemental constituent la troisième étape de l'évaluation des risques naturels dans le cadre d'un projet de P.P.R..

8.1 Rappel de la démarche engagée

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux a été obtenu à partir :

- d'une enquête menée auprès des responsables de la commune, lors de la présentation des cartes d'aléas : le 27/02/2013 pour la commune de Montagudet
- de l'utilisation de la carte des enjeux fournies par la DDT.

Ces cartes ont été réalisées conjointement avec les services de la DDT

8.2 Enjeux répertoriés

Les enjeux répertoriés sur la commune de Montagudet sont synthétisés sur une carte jointe dans le volet 2 du dossier (fond de plan cadastral. au 1 / 10 000^{ème}).

Il est important de noter que peu d'habitations, regroupées ou dispersées sur l'ensemble du territoire communal, sont exposées à un aléa « mouvements de terrain ».

9. DEFINITION DU ZONAGE REGLEMENTAIRE

Le zonage règlementaire a été établi par croisement des cartes d'aléas avec les cartes d'enjeux, suivant les préconisations du « **Document de référence des services de l'état en région midi-pyrenees pour la prise en compte du risque mouvement de terrain dans l'aménagement** ».

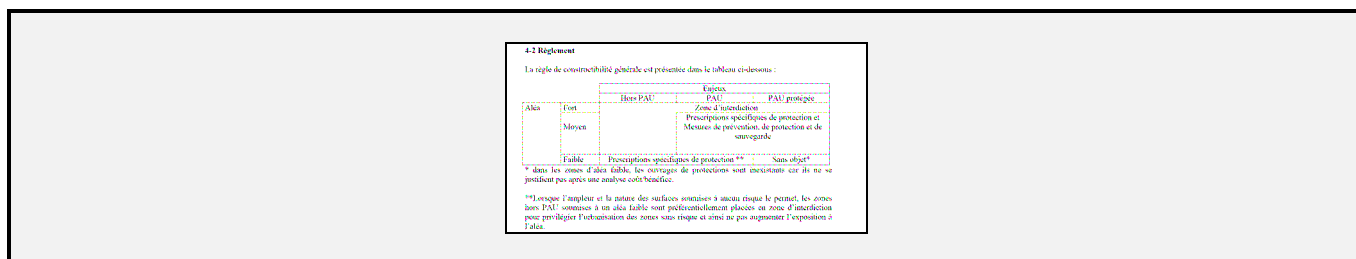


Figure 27 : Extrait de la doctrine régionale mouvements de terrain

Le zonage règlementaire a été établi, suivant ces principes, sur fond de plan cadastral au 1/5000^e. Il est joint au volet 2 du présent dossier.

10. LE REGLEMENT

Ce document constitue le volet 3 du dossier, il est associé au zonage règlementaire. Il a pour objectif de préciser pour chaque type de zone d'interdiction (zone rouge) et de prescriptions (zone bleue), les possibilités d'occupation et d'aménagement des sols dans les zones de risques.

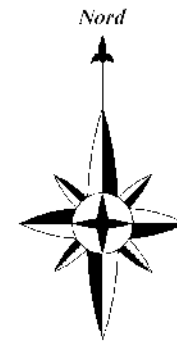
Ce règlement a été établi en se basant sur le projet de « règlement type Midi Pyrénées pour le risque de mouvement de terrain ».

11. CONCLUSION

Le diagnostic géotechnique, constituant la première étape de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques de glissements de terrain, s'est appuyé sur une prospection *in situ* et sur une étude bibliographique. Ce diagnostic a révélé entre autre la sensibilité géomécanique des versants argileux de la commune.

La connaissance de l'environnement géotechnique a permis de qualifier et de caractériser les aléas liés aux glissements de terrain. Cette approche a consisté à évaluer la prédisposition d'une pente à un phénomène d'instabilité. Sur la commune, les aléas forts correspondent aux zones instables ou très fortement exposées, les aléas moyens représentent les zones potentiellement instables et les aléas faibles correspondent aux zones stables mais restant sensibles.

Le recensement des enjeux a été réalisé avec la Direction Départementale des Territoires de Tarn-et-Garonne et la collectivité. Les principaux enjeux identifiés et évalués dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques de glissement de terrain correspondent aux zones urbanisées et à urbaniser.



Service Connaissance et
Aménagement Durable des Territoires
Bureau Prévention des Risques Naturels et Technologiques

Commune de MONTAGUDET

Plan de Prévention des Risques Naturels Mouvements de Terrain

Juillet 2015

DOSSIER APPROUVÉ

Annexé à l'arrêté préfectoral n°AP82-DDT-2015-09-067 du 22 Septembre 2015

Exécutoire le : 22 NOV 2015

Volet 2 : Documents cartographiques

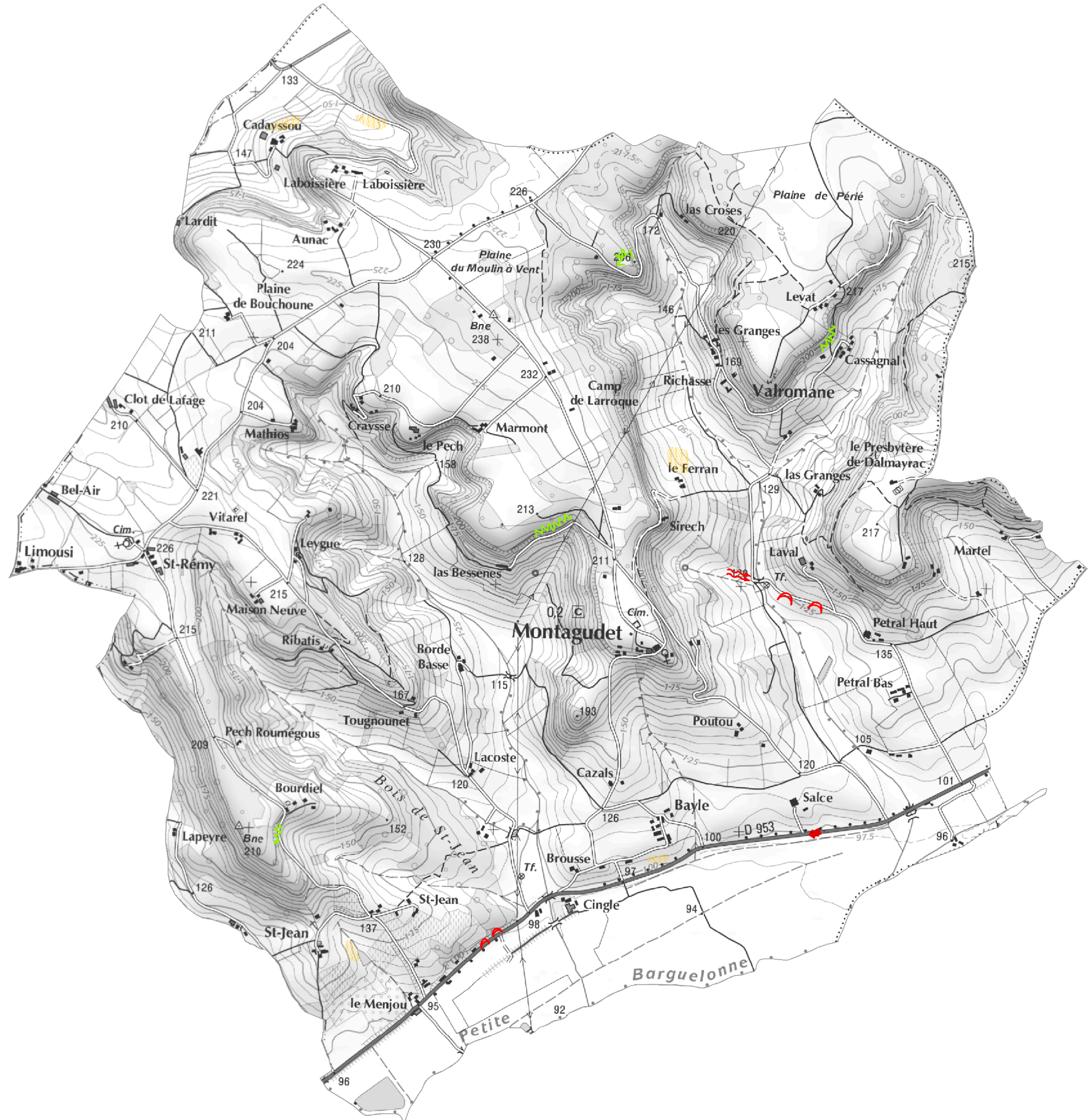
2a . Carte informative des phénomènes naturels



Direction Territoriale Sud Ouest
 Délégation Aménagement Laboratoire Environnement Transport de Toulouse
 Groupe Risques Environnement Géologie Géomécanique

Juillet 2015

Echelle : 1 / 10 000





Légende

MOUVEMENTS DE TERRAIN

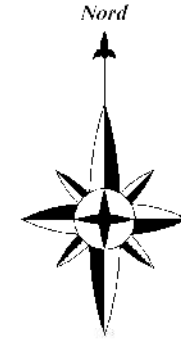
-  Glissement de terrain
-  Eboulement (cicatrice récente)
-  Mouvement supposé
-  Solifluxion
-  Arrachement / décrochement sur forte pente
-  Mouvement d'origine anthropique
-  Talus de déblai instable
-  Affaissement routier
-  Fissures, lézards sur bâtiment
-  Stabilisation de talus, confortement, parades

INDICES GEOMORPHOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

-  Topographie suspecte
-  Signes d'humidité, source

CARACTERISTIQUES STRUCTURALES DES FALAISES

-  Affleurement, petit banc rocheux



Service Connaissance et
Aménagement Durable des Territoires
Bureau Prévention des Risques Naturels et Technologiques

Commune de MONTAGUDET

Plan de Prévention des Risques Naturels Mouvements de Terrain

Juillet 2015

DOSSIER APPROUVÉ

Annexé à l'arrêté préfectoral n° AP82-DDT-2015-09-067 du 22 Septembre 2015

Exécutoire le : 22 NOV. 2015

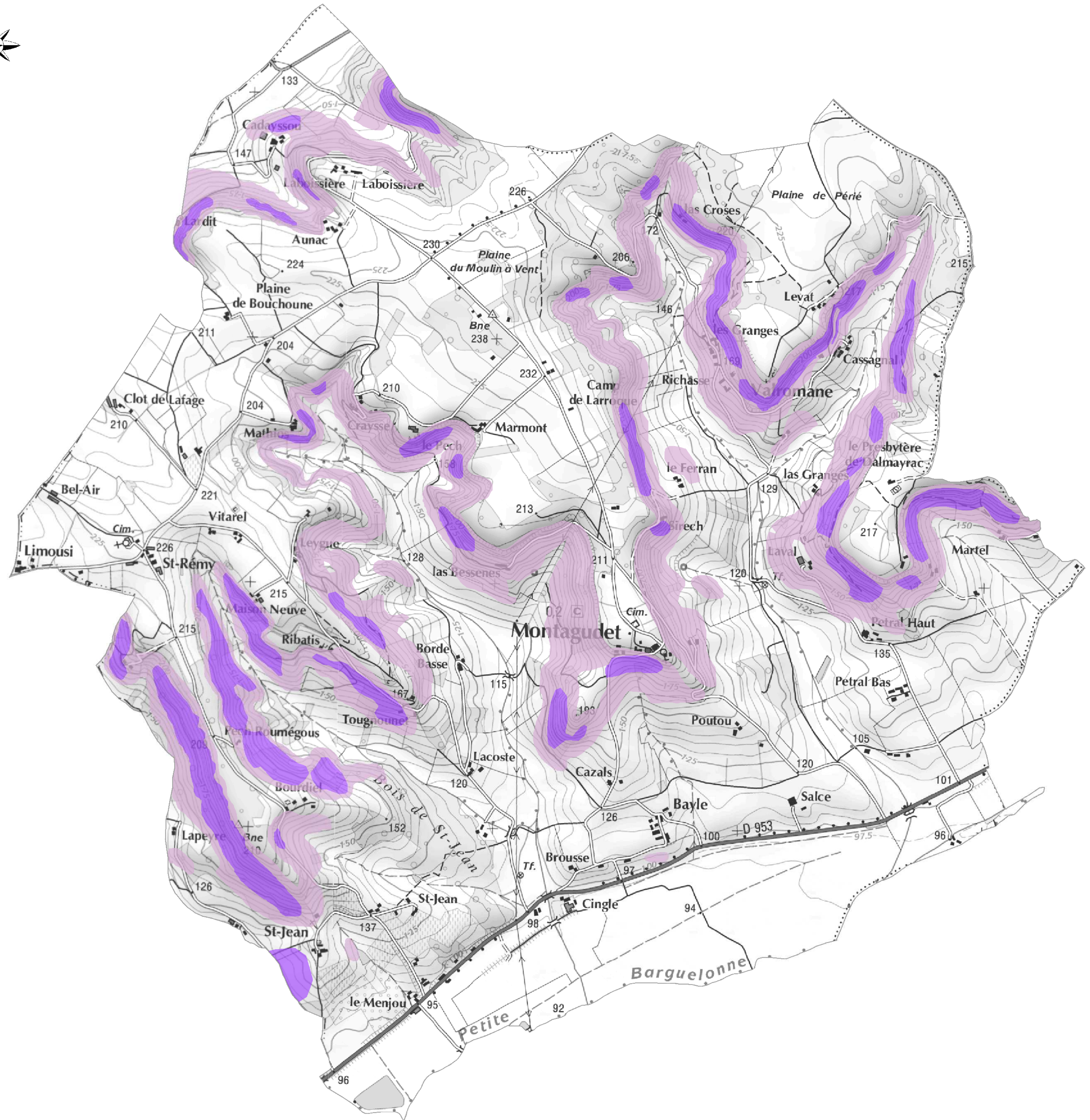
Volet 2 : Documents cartographiques

2b. Carte des aléas

Juillet 2015

Echelle : 1 / 10 000


 Direction Territoriale Sud Ouest
 Délégation Aménagement Laboratoire Environnement Transport de Toulouse
 Groupe Risques Environnement Géologie Géomécanique



Légende

MOUVEMENTS DE TERRAIN

-  Aléa faible
-  Aléa moyen

Commune de MONTAGUDET

Plan de Prévention des Risques Naturels Mouvements de Terrain

Juillet 2015

DOSSIER APPROUVÉ

Annexé à l'arrêté préfectoral n° AP82-DDT-2015-09-067 du 22 Septembre 2015

Exécutoire le : **22 NOV 2015**

Volet 2 : Documents cartographiques

2c . Carte des enjeux





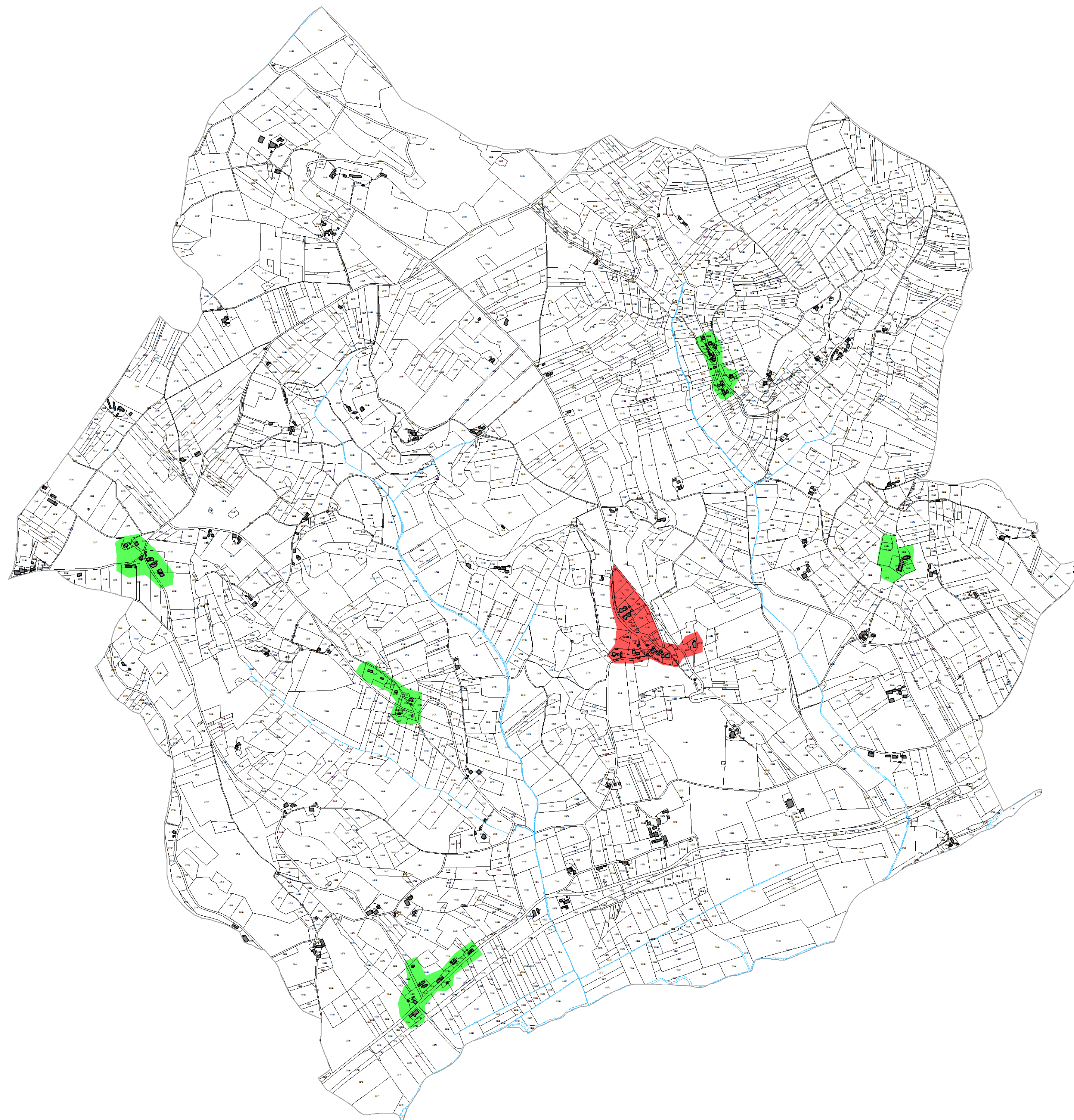
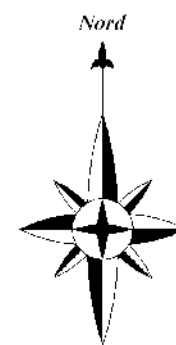
Direction Territoriale Sud Ouest
Délégation Aménagement Laboratoire Environnement Transport de Toulouse
Groupe Risques Environnement Géologie Géomécanique

Juillet 2015

Echelle : 1 / 10 000

Légende

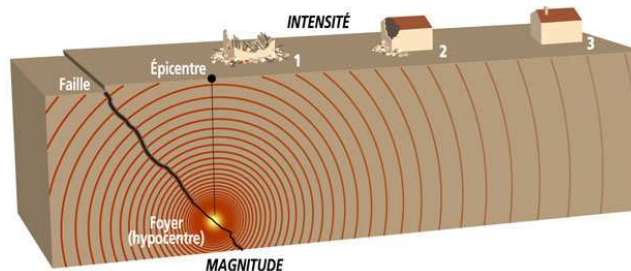
-  Zone de bâti dense
-  Zones comportant des constructions regroupées susceptibles ou pas de se densifier



Le risque sismique

Qu'est ce qu'un séisme ?

Un séisme est une manifestation du mouvement des plaques de l'écorce terrestre. L'activité sismique est concentrée le long de failles, en général à proximité des frontières entre ces plaques. Lorsque les frottements au niveau d'une de ces failles sont importants, le mouvement entre les deux plaques est bloqué, de l'énergie est alors stockée le long de la faille. La libération brutale de cette énergie permet de rattraper le retard du mouvement des plaques. Le déplacement instantané qui en résulte est la cause des séismes. Après la secousse principale, il y a des **répliques**, parfois meurtrières, qui correspondent à des petits réajustements des blocs au voisinage de la faille. L'importance d'un séisme se caractérise par deux paramètres : **sa magnitude et son intensité**.



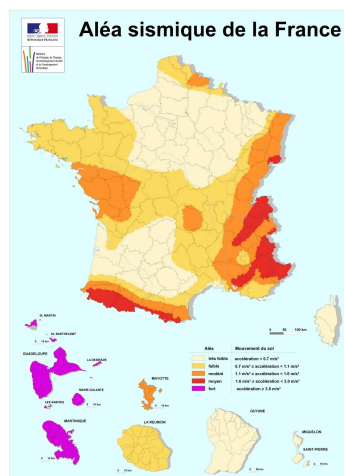
La gestion du risque

Le risque sismique présente la spécificité de ne pas permettre d'actions visant à maîtriser et réduire le phénomène. En effet, il n'est pas possible d'empêcher un séisme de se produire, seules des actions visant à limiter les effets induits sont possibles.

Les quatre piliers de la prévention du risque sismique sont les suivants:

- connaissance du phénomène et du risque
- intégration du risque dans l'aménagement du territoire et la construction,
- information des populations
- gestion de crise.

Le risque sismique en France



Le risque sismique est présent **partout à la surface du globe**, son intensité variant d'une région à une autre.

La France métropolitaine est considérée comme ayant une sismicité moyenne en comparaison de celle d'autres pays du pourtour méditerranéen. Ainsi, le seul séisme d'une magnitude supérieure à 6 enregistré au XX^{ème} siècle est celui dit de Lambesc, au sud du Lubéron, le 11 juin 1909, qui fit une quarantaine de victimes.

Un zonage sismique a ainsi été élaboré à partir de l'étude de 7 600 séismes (décret du 14 mai 1991) et divise la France selon cinq zones (sismicité très faible à forte)

	zone 1 : sismicité très faible
	zone 2 : sismicité faible
	zone 3 : sismicité modérée
	zone 4 : sismicité moyenne
	zone 5 : sismicité forte.

Le risque sismique dans le département du TARN et GARONNE

Suivant la mise en place de la nouvelle réglementation, le classement de la zone de sismicité pour les communes du département du **TARN et GARONNE** passe du niveau « 0 » (négligeable mais non nul) à celui de « très faible ». Il s'agit du niveau le plus faible sur l'échelle (qui comporte 5 niveaux) où aucune règle de construction parasismique ne s'appliquera.

Le risque lié au gaz radon

Source : IRSN – Septembre 2018

Qu'est-ce que le radon ?

Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches.

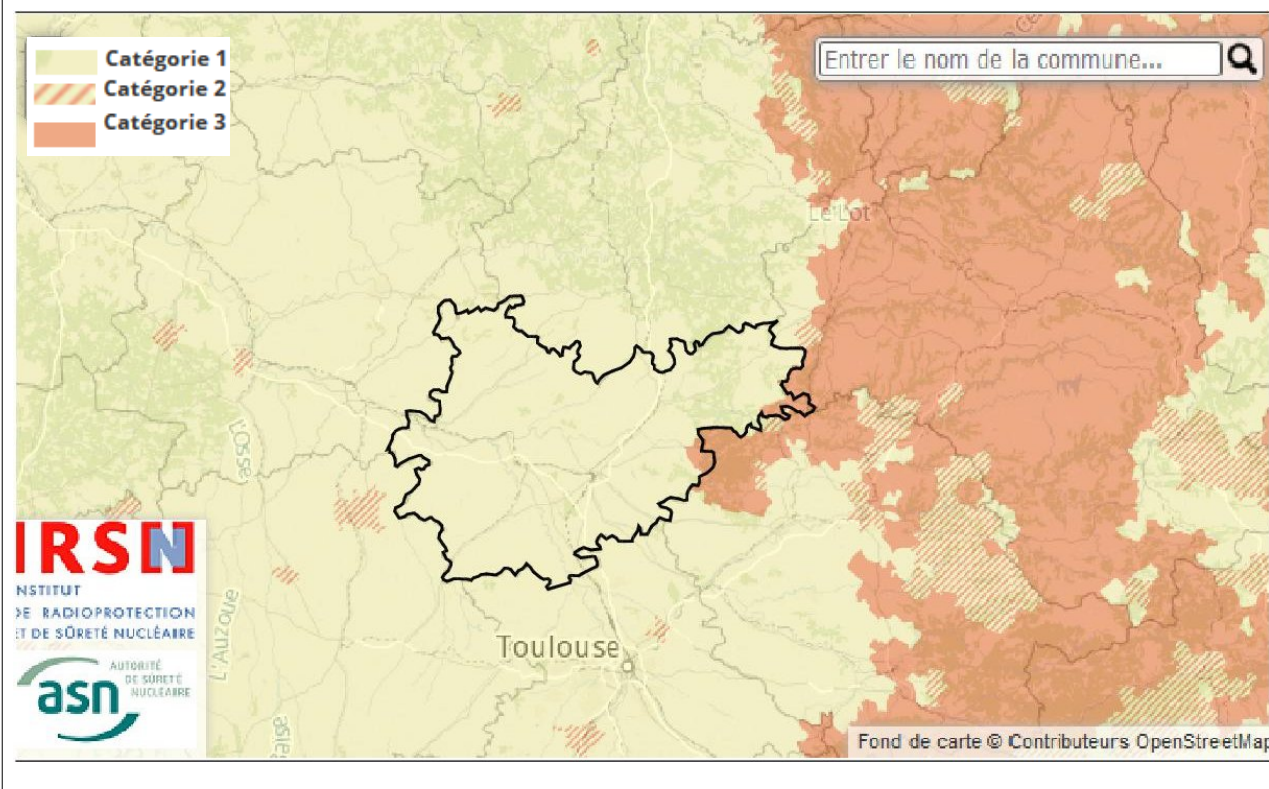
En se désintégrant, il forme des descendants solides, eux-mêmes radioactifs. Ces descendants peuvent se fixer sur les aérosols de l'air et, une fois inhalés, se déposer le long des voies respiratoires en provoquant leur irradiation.

Quel est le potentiel radon de ma commune ?

La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'IRSN conduit à classer les communes en 3 catégories : communes à potentiel radon de catégorie 1 (couleur jaune), communes à potentiel radon de catégorie 2 (hachurée), communes à potentiel radon de catégorie 3 (couleur orange).

Zones à potentiel radon pour les communes de Tarn-et-Garonne :

- **Toutes les communes sont identifiées en catégorie 1** : formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles,
- **Sauf les communes de Bruniquel, Varen et Laguéprie qui sont répertoriées en catégorie 3** : au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium, sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations.



Pourquoi s'en préoccuper ?

Le radon est classé par le Centre international de recherche sur le cancer comme cancérigène certain pour le poumon depuis 1987. De nombreuses études épidémiologiques confirment l'existence de ce risque chez les mineurs de fond mais aussi, ces dernières années, dans la population générale.

D'après les évaluations conduites en France, le radon serait la seconde cause de cancer du poumon, après le tabac et devant l'amiante : sur les 25 000 décès constatés chaque année, 1 200 à 3 000 lui seraient attribuables.

Où trouve-t-on du radon ?

Le radon est présent partout : dans l'air, le sol, l'eau. Le risque pour la santé résulte toutefois pour l'essentiel de sa présence dans l'air. La concentration en radon dans l'air est variable d'un lieu à l'autre. Elle se mesure en Bq/m³ (becquerel par mètre cube [1]).

Dans l'air extérieur, le radon se dilue rapidement et sa concentration moyenne reste généralement faible : le plus souvent inférieure à une dizaine de Bq/m³.

Dans des lieux confinés tels que les grottes, les mines souterraines mais aussi les bâtiments en général, et les habitations en particulier, il peut s'accumuler et atteindre des concentrations élevées atteignant parfois plusieurs milliers de Bq/m³.

La campagne de mesures, organisée de 1982 à 2003 par le ministère de la Santé et l'IRSN sur plus de 10 000 bâtiments répartis sur le territoire métropolitain, a permis d'estimer la concentration moyenne en radon dans les habitations. Elle est de 90 Bq/m³ pour l'ensemble de la France avec des disparités importantes d'un département à l'autre et, au sein d'un département, d'un bâtiment à un autre. La moyenne s'élève ainsi à 24 Bq/m³ seulement à Paris mais à 264 Bq/m³ en Lozère.

Quelles sont les zones les plus concernées ?

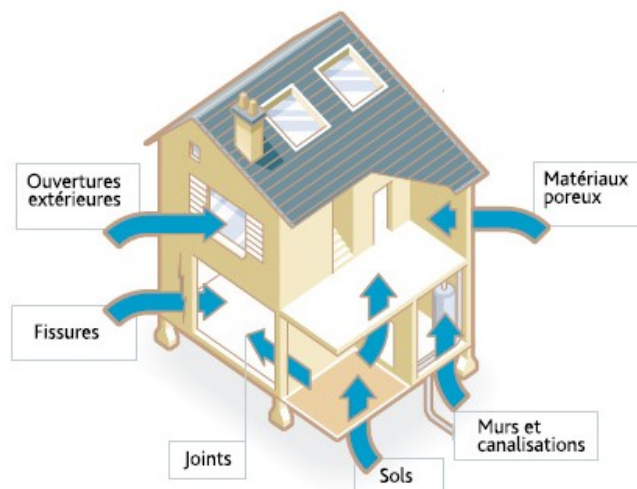
Les zones les plus concernées correspondent aux formations géologiques naturellement les plus riches en uranium. Elles sont localisées sur les grands massifs granitiques (Massif armoricain, Massif central, Corse, Vosges, etc.) ainsi que sur certains grès et schistes noirs.

À partir de la connaissance de la géologie de la France, l'IRSN a établi une carte du potentiel radon des sols. Elle permet de déterminer les communes sur lesquelles la présence de radon à des concentrations élevées dans les bâtiments est la plus probable.

Comment le radon peut-il s'infiltrer et s'accumuler dans mon habitation ?

Le radon présent dans un bâtiment provient essentiellement du sol et dans une moindre mesure des matériaux de construction et de l'eau de distribution.

La concentration du radon dans l'air d'une habitation dépend ainsi des caractéristiques du sol mais aussi du bâtiment et de sa ventilation. Elle varie également selon les habitudes de ses occupants en matière d'aération et de chauffage.



Voies d'entrée du radon dans une maison :

Les parties directement en contact avec le sol (cave, vide sanitaire, planchers du niveau le plus bas, etc.) sont celles à travers lesquelles le radon entre dans le bâtiment avant de gagner les pièces habitées. L'infiltration du radon est facilitée par la présence de fissures, le passage de canalisation à travers les dalles et les planchers, etc.

Le radon, qui s'accumule dans les sous-sols et les vides sanitaires, entre dans les maisons par différentes voies : fissures, passage des canalisations...

Le renouvellement d'air est également un paramètre important. Au cours de la journée, la présence de radon dans une pièce varie ainsi en fonction de l'ouverture des portes et fenêtres. La concentration en radon sera d'autant plus élevée que l'habitation est confinée et mal ventilée

Pour savoir plus : www.irsn.fr

- Quel risque pour ma santé ?
- Comment connaître la concentration en radon dans mon habitation ?
- À partir de quelle concentration est-il nécessaire d'agir ?
- Comment réduire mon exposition ?

Notes :

1- Becquerel par mètre cube (Bq/m^3) : 1 Bq correspond à une désintégration par seconde. Le Bq/m^3 (ou Bq.m^{-3}) est l'unité de mesure de la concentration en radon dans l'air.