
Demandeur : **Direction Départementale de l'Équipement de
Hérault (34)**

**PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES
NATURELS PRÉVISIBLES**

- COMMUNE DE LAMALOU-LES-BAINS -

Rapport de présentation

Procédure	Prescription	Enquête publique	Approbation
Elaboration	03/08/2005	05/11/2007	08/02/2008

TABLE DES MATIÈRES :

INTRODUCTION.....	7
1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE.....	8
1.1 PRÉSENTATION DU P.P.R.....	8
Objet du P.P.R.....	8
Objet du P.P.R.....	8
Objet du P.P.R.....	8
Prescription du P.P.R.....	9
Prescription du P.P.R.....	9
Prescription du P.P.R.....	9
Contenu du P.P.R.....	9
Contenu du P.P.R.....	9
Contenu du P.P.R.....	9
Approbation et révision du P.P.R.....	10
Approbation et révision du P.P.R.....	10
Approbation et révision du P.P.R.....	10
Effets du P.P.R.....	11
Effets du P.P.R.....	11
Effets du P.P.R.....	11
Cas particulier du risque sismique.....	11
Cas particulier du risque sismique.....	11
Cas particulier du risque sismique.....	11
1.2 PRÉSENTATION DE LA COMMUNE.....	12
Le cadre géographique.....	12
Le cadre géographique.....	12
Le cadre géographique.....	12
1.2.1.1 Localisation de la zone d'étude.....	12
1.2.1.2 Topographie, morphologie.....	13
1.2.1.3 Conditions climatiques.....	14
1.2.1.4 Le réseau hydrographique et contexte hydrogéologique.....	15
Le cadre géologique.....	16
Le cadre géologique.....	16
Le cadre géologique.....	16
1.2.1.5 Brève reconstitution paléogéographique de la région.....	16
1.2.1.6 Les formations géologiques locales.....	17
1.2.1.7 Sensibilité des formations aux phénomènes naturels.....	20
1.2.3 Le contexte économique et humain.....	23
1.2.3 Le contexte économique et humain.....	23
1.2.3 Le contexte économique et humain.....	23
1.3 TYPOLOGIE DES PHÉNOMÈNES ÉTUDIÉS	24
Les glissements de terrain.....	24
Les glissements de terrain.....	24
Les glissements de terrain.....	24
Les chutes de blocs éboulements.....	25
Les chutes de blocs éboulements.....	25
Les chutes de blocs éboulements.....	25
Les affaissements et effondrements.....	27
Les affaissements et effondrements.....	27
Les affaissements et effondrements.....	27
Le retrait gonflement des terrains argileux.....	28
Le retrait gonflement des terrains argileux.....	28
Le retrait gonflement des terrains argileux.....	28
2 PHÉNOMÈNES NATURELS HISTORIQUES ET OBSERVÉS.....	30
2.1 LES ARRÊTÉS DE CATASTROPHES NATURELLES.....	31

1.1 LES GLISSEMENTS DE TERRAIN	32
1.2 LES CHUTES DE PIERRES, DE BLOCS ET ÉBOULEMENTS	35
2.4 LES EFFONDEMENTS :	37
3 EVALUATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA.....	38
3.1 LA NOTION D'ALÉA.....	38
3.2 GRILLES DE CARACTÉRISATION DES ALÉAS.....	39
1.3.1 L'aléa glissement de terrain.....	39
1.3.2 L'aléa chute de pierres et de blocs, éboulement.....	41
1.3.3 L'aléa affaissement, effondrement et suffosion.....	42
1.3.4 L'aléa retrait gonflement des argiles.....	43
3.3 DESCRIPTION DE LA CARTE DES ALÉAS.....	43
4 LES PRINCIPAUX ENJEUX.....	44
4.1 MÉTHODE ET SOURCES D'INFORMATION.....	44
4.2 LES PRINCIPAUX ENJEUX.....	44
4.3 LA CARTE DES ENJEUX	45
5 PRINCIPES D'ELABORATION DU PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE.....	45

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

FIGURE 1 : PLAN DE SITUATION DE LAMALOU DANS LE DÉPARTEMENT DE L'HÉRAULT....	12
FIGURE 2 : VUE AÉRIENNE DE LA ZONE D'ÉTUDE (ORTHOPHOTO 2001 IGN).....	12
FIGURE 3 : VUE PANORAMIQUE DU VERSANT OUEST DE LAMALOU-LES-BAINS.	13
FIGURE 4 : CARTE DES PENTES DE LAMALOU-LES-BAINS.	14
FIGURE 5 : COUPE GÉOLOGIQUE D'ORIENTATION SOO-NEE (RELIEF EXAGÉRÉ).	17
FIGURE 6 : CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE. ISSUE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE BÉDARIEUX, BRGM.....	20
FIGURE 7 : SCHÉMA DE PRINCIPE DES DIFFÉRENTS TYPES DE GLISSEMENTS (BRGM).....	24
FIGURE 8 : SCHÉMAS PRÉSENTANT LES PRINCIPAUX MÉCANISMES À L'ORIGINE DE CHUTES DE BLOCS.....	26
FIGURE 10 : SCHÉMA D'UN FONTIS.	27
FIGURE 9 : EXEMPLE DE PHÉNOMÈNE DE SUFFOSION.....	28
FIGURE 12 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU RETRAIT GONFLEMENT ARGILEUX. SOURCE BRGM.	28
FIGURE 13 : DÉSORDRES LIÉS AU RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES.....	29
SOURCE : EXTRAIT DE SÉCHERESSE ET CONSTRUCTION ; GUIDE DE PRÉVENTION, 1993....	29

**FIGURE 14 : TABLEAU PRÉSENTANT L'ÉCHELLE CONVENTIONNELLE D'INTENSITÉ
(SOURCE : GUIDE MÉTHODOLOGIQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN).....38**

BIBLIOGRAPHIE :

Cartes et photographies aériennes :

- Carte Topographique n°2543 O ; IGN.
- Carte Géologique de la France au 1/50 000 - Feuilles de « Bédarieux » ; B.R.G.M,
- Banque de données du sous-sol – BRGM,
- Photographies aériennes de l'IFN, campagne de 1996.

Documents cartographiques spécifiques :

- « Plan d'implantation des sondages et des confortements. Montagne de l'Usclade, confortements d'avant-projet » - ARCADIS, février 2006.
- « Carte d'urbanisation future de Lamalou-les-Bains » - Cabinet d'études RENE GAXIEU, mars 2005.
- « Carte des contraintes de Lamalou-les-Bains » - Cabinet d'études RENE GAXIEU, mars 2005.

Guides méthodologiques :

- « Plans de Prévention des Risques naturels (PPR) : Guide général » - Guide méthodologique du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement et Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement ; La documentation Française, 1997.
- « Plans de Prévention des Risques naturels (PPR) : Risques de mouvements de terrain » - Guide méthodologique du Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement et Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement ; La documentation Française, 1999.

Ouvrages spécifiques :

- « Les Risques Naturels en Montagne : traitement, prévention, surveillance » - Liliane BESSON, Juin 1996,
- « Dossier Communal Synthétique, information préventive des populations sur les risques majeurs, commune de Lamalou-les-Bains » - Commune de Lamalou-les-Bains, préfecture de la Hérault, ministère de l'écologie et du développement durable, 2003.

Rapports et études techniques :

- « Stabilité du versant de la colline d'Usclade – Projet d'extension du centre hospitalier » - AIGHA, août 2004.
- « Elaboration du PLU : volet géologique et hydrogéotechnique » - AIGHA, mars 2004.
- « Mouvements de terrain du versant de l'Usclade – Définition des travaux à entreprendre » - AIGHA, mai 2004.
- « Avis sur la constructibilité du secteur Est de la commune de Lamalou-les-Bains » - ANTEA, juillet 1997.
- « Confortement de la Montagne de l'Usclade – Phase conception des confortements » - ARCADIS, septembre 2005.
- « Centre hospitalier Paul COSTE-FLORET – Glissement de terrain » - SIMECSOL, février 1998.

- « Aptitude d'une zone à la construction » - Ecole Nationale Supérieure des Techniques Industrielles et des Mines d'Alès, octobre 1988.
- « Compte-rendu de visite du 01 février 2006, Lamalou-les-Bains, Montagne de l'Usclade » - ARCADIS, février 2006.
- « Etude géotechnique, Centre hospitalier P. Coste Floret, projet d'extension » - FUGRO, décembre 2004.
- « Centre hospitalier, projet d'extension, stabilité du versant de la colline de l'Usclade. Examen et diagnostic pour avis du contexte géologique et hydrogéotechnique » - AIGHA, août 2004.
- « Etude géotechnique, parkings souterrains » - FUGRO, septembre 2002.
- « Rapport sur le glissement de terrain et coulée de boue à l'Usclade, commune de Lamalou-les-Bains » - Rapport de Michel TRUCHE, service RTM des Pyrénées, juin 1996.
- Base de données « Mouvements de Terrain » du département de l'Hérault, CETE Méditerranée, Antenne de Montpellier.
- « Purge à l'explosif d'un massif rocheux sur le boulevard de Mourcairol » - ANTEA, avril 1996.
- « Reconnaissance des sols d'une parcelle à Lamalou-les-Bains » - CEBTP, février 2001.
- « Etude géophysique par la méthode de l'imagerie Electrique dans le cadre d'un Plan Local d'Urbanisme ; secteur de l'Escandoune » - BRPG, Septembre 2006.
- « Inspection et expertise géologique des anciennes carrières de gypse de l'Escandoune » - AIGHA, Octobre 2006.
- « Inspection et expertise géologique des anciennes carrières de gypse de l'Escandoune – Additif : Recherche de l'extension des galeries souterraines par sondages de reconnaissance et proposition de limites pour la zones d'aléas classés G3E3A1 » - AIGHA, 15 janvier 2007.

INTRODUCTION

Cette étude a été réalisée à la demande du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Le projet est piloté par la Direction Départementale de l'Équipement et pour le compte de la Préfecture de l'Hérault.

Le présent rapport concerne l'étude des risques naturels présents sur la commune de Lamalou-les-Bains (34). Il s'inscrit dans le cadre de la réalisation du Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles dont il constitue le rapport de présentation.

Conformément à la demande de la DDE 34, le présent document sera élaboré en conformité avec les guides méthodologiques élaborés par le ministère de l'équipement (voir bibliographie).

Ce travail conduira à la réalisation de 3 cartes :

- Une carte informative des phénomènes naturels,
- Une carte des aléas,
- Une carte des enjeux.

Les phénomènes étudiés, clairement identifiés ou probables, sur cette commune sont de type mouvements de terrains. Ces derniers se manifestent de plusieurs manières :

- Glissements de terrain,
- Effondrement, affaissement
- Chutes de pierres, de blocs et éboulement,
- Retrait et gonflement des argiles.

La présente étude ne prend pas en compte les risques liés à l'effondrement des mines ou des anciennes galeries de reconnaissances réalisées dans le cadre de la recherche de sources.

1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE

1.1 Présentation du P.P.R.

Le Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R.) de la commune de **Lamalou-les-Bains**, a été prescrit par l'**arrêté préfectoral du 3 août 2005**.

Ce P.P.R est réalisé en application de la Loi n° 95-134 du 2 février 1995, modifiée par la Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, intégrée dans les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement et complétée par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles, modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005.

Ces articles sont issus de la codification par l'ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 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 modifiée par la loi n° 95-134 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement.

Objet du P.P.R.

Les objectifs des P.P.R. sont définis par le Code de l'Environnement et notamment son article L.562-1 :

« I. L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.

II. Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin :

1° De délimiter les zones exposées aux risques " , dites "zones de danger", en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités;

2° De délimiter les zones dites "zones de précaution, " qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1°;

3° De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°; par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers;

4° De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. »

Prescription du P.P.R.

Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles définit les modalités de prescription des P.P.R. Il a été modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005.

« Art. 1er. En vigueur – Version du 5 janvier 2005 - L'établissement des plans de prévention des risques naturels prévisibles mentionnés aux articles L. 562-1 à L. 562-7 du code de l'environnement est prescrit par arrêté du préfet. Lorsque le périmètre mis à l'étude s'étend sur plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements et précise celui des préfets qui est chargé de conduire la procédure. »

Art. 2. – En vigueur – Version du 5 janvier 2005 - L'arrêté prescrivant l'établissement d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte ; il désigne le service déconcentré de l'Etat qui sera chargé d'instruire le projet. Cet arrêté définit également les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet.

L'arrêté est notifié aux maires des communes ainsi qu'aux présidents des collectivités territoriales et des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est inclus en tout ou partie dans le périmètre du projet de plan. Cet arrêté est en outre affiché pendant un mois dans les mairies de ces communes et aux sièges de ces établissements publics et publié au recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département. Mention de cet affichage est insérée dans un journal diffusé dans le département.

Nota : Décret 2005-3 2005-01-04 art. 10 : Ces dispositions sont applicables aux plans de prévention des risques naturels prévisibles dont l'établissement est prescrit par un arrêté pris postérieurement au dernier jour du mois suivant la publication du présent décret. »

Contenu du P.P.R.

L'article 3 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005, définit le contenu des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles :

« Art. 3. – En vigueur – Version du 5 janvier 2005 - Le projet de plan comprend :

- 1° Une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles compte tenu de l'état des connaissances ;*
- 2° Un ou plusieurs documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° de l'article L. 562-1 du code de l'environnement ;*
- 3° Un règlement précisant en tant que de besoin :*
 - les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones en vertu du 1° et du 2° de l'article L. 562-1 du code de l'environnement ;*
 - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article L. 562-1 du code de l'environnement et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en oeuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en oeuvre. »*

Conformément à ce texte, le plan de prévention des risques naturels prévisibles de **Lamalou-les-Bains** comporte, outre le présent rapport de présentation, des documents graphiques et un règlement. Ce rapport constitue le premier livret du PPR, il présente succinctement la commune de **Lamalou-les-Bains** et les phénomènes naturels qui la concernent. Trois documents graphiques y sont annexés : une carte informative des phénomènes, une carte des aléas et une carte des enjeux.

Approbation et révision du P.P.R.

Les articles 7 et 8 du décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005, définissent les modalités d'approbation et de révision des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles :

Art.7 – En vigueur – Version du 5 janvier 2005 - Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes et des organes délibérants des établissements publics de coopération intercommunale compétents pour l'élaboration des documents d'urbanisme dont le territoire est couvert en tout ou partie par le plan.

Si le projet de plan contient des mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde relevant de la compétence des départements et des régions, ces dispositions sont soumises à l'avis des organes délibérants de ces collectivités territoriales. Les services départementaux d'incendie et de secours intéressés sont consultés sur les mesures de prévention des incendies de forêt ou de leurs effets.

Si le projet de plan concerne des terrains agricoles ou forestiers, les dispositions relatives à ces terrains sont soumises à l'avis de la chambre d'agriculture et du centre régional de la propriété forestière.

Tout avis demandé en application des trois alinéas ci-dessus qui n'est pas rendu dans un délai de deux mois à compter de la réception de la demande est réputé favorable.

Le projet de plan est soumis par le préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles 6 à 21 du décret n° 85-453 du 23 avril 1985 pris pour l'application de la loi n° 83-630 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement, sous réserve des dispositions des deux alinéas qui suivent.

Les avis recueillis en application des trois premiers alinéas du présent article sont consignés ou annexés aux registres d'enquête dans les conditions prévues par l'article 15 du décret du 23 avril 1985 précité.

Les maires des communes sur le territoire desquelles le plan doit s'appliquer sont entendus par le commissaire enquêteur ou par la commission d'enquête une fois consigné ou annexé aux registres d'enquête l'avis des conseils municipaux.

A l'issue de ces consultations, le plan, éventuellement modifié, est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au recueil des actes administratifs de l'Etat dans le département ainsi que dans un journal diffusé dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée pendant un mois au moins dans chaque mairie et au siège de chaque établissement public de coopération intercommunale compétent pour l'élaboration des documents d'urbanisme sur le territoire desquels le plan est applicable.

Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans ces mairies et aux sièges de ces établissements publics de coopération intercommunale ainsi qu'en préfecture. Cette mesure de publicité fait l'objet d'une mention avec les publications et l'affichage prévus à l'alinéa précédent.

Nota : Décret 2005-3 2005-01-05 art. 10 : Ces dispositions sont applicables aux projets de plans de prévention des risques naturels prévisibles soumis à une enquête publique dont l'arrêté d'ouverture est pris postérieurement au dernier jour du mois suivant la publication du présent décret.

Art. 8 - Un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles peut être modifié selon la procédure décrite aux articles 1 à 7 ci-dessus. Toutefois, lorsque la modification n'est que partielle, les consultations et l'enquête publique mentionnées à l'article 7 ne sont effectuées que dans les communes sur le territoire desquelles les modifications proposées seront applicables. Les documents soumis à consultation ou enquête publique comprennent alors :

1° Une note synthétique présentant l'objet des modifications envisagées ;

2° Un exemplaire du plan tel qu'il serait après modification avec l'indication, dans le document graphique et le règlement, des dispositions faisant l'objet d'une modification et le rappel, le cas échéant, de la disposition précédemment en vigueur.

L'approbation du nouveau plan emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

Effets du P.P.R.

Une fois le P.P.R. approuvé, les zones de risques affichées, et les prescriptions réglementaires qui s'y rattachent, constituent des servitudes d'utilité publique devant être respectées par les documents d'urbanisme (P.L.U.) au titre de l'article 40-4 de la loi du 22 juillet 1987.

Le P.P.R. doit donc être annexé au P.L.U., en application des articles L. 126-1 et R.123-24-4 du code de l'urbanisme.

Cas particulier du risque sismique

Le décret n°91-461 du 14 mai 1991, modifié en ses articles 1 et 7-1 par le décret n°2004-1413 du 23 décembre 2004, relatif à la prévention du risque sismique a divisé le territoire national en cinq zones de sismicité croissante ; zone 0, zone Ia, zone Ib, zone II, zone III.

D'après le tableau en annexe de ce décret, la commune de **Lamalou-les-Bains** est située en zone 0 de sismicité nulle.

1.2 Présentation de la commune

Le cadre géographique

1.2.1.1 Localisation de la zone d'étude

Notre secteur d'étude, Lamalou-les-Bains se localise dans l'ouest du département de l'Hérault, à 64 kilomètres de Montpellier à vol d'oiseau. La commune se situe en bordure Est du massif du Caroux (1091 mètres).

Le territoire de Lamalou-Les-Bains couvre une superficie de 618 ha et prend place dans la vallée du Bitoulet (182 m), affluent de l'Orb, ce dernier appartenant à une autre vallée bordant le sud de la commune.

Les deux versants situés de part et d'autre du Bitoulet présentent des caractéristiques très différentes d'un point de vue géologique ce qui, associé au contexte hydrologique et à l'ensoleillement inégal selon le versant, confère à la commune une diversité naturelle et paysagère remarquable.

Figure 1 : Plan de situation de Lamalou dans le département de l'Hérault.



Figure 2 : vue aérienne de la zone d'étude (ORTHOPHOTO 2001 IGN).



1.2.1.2 Topographie, morphologie

Lamalou-les-Bains possède un relief plutôt mou de type collinéaire, spécifiquement dans sa partie ouest, dont les plus hauts sommets avoisinent les 600 mètres d'altitude. De bas en haut, on a tout d'abord un vallon creusé par le ruisseau du Bitoulet qui serpente du Nord au Sud vers l'Orb. Puis dans la partie ouest, les collines de l'Usclade (294 mètres), du Pérayrol ou Pérayriol (399 mètres) et du Roc d'Agnel (313 mètres) dissociées entre elles par des ruisseaux, présentent une topographie en pente régulière sur leur talus et plane à leur sommet. Elles s'élèvent en direction de la Croix de Combes qui culmine à 608 mètres d'altitude.

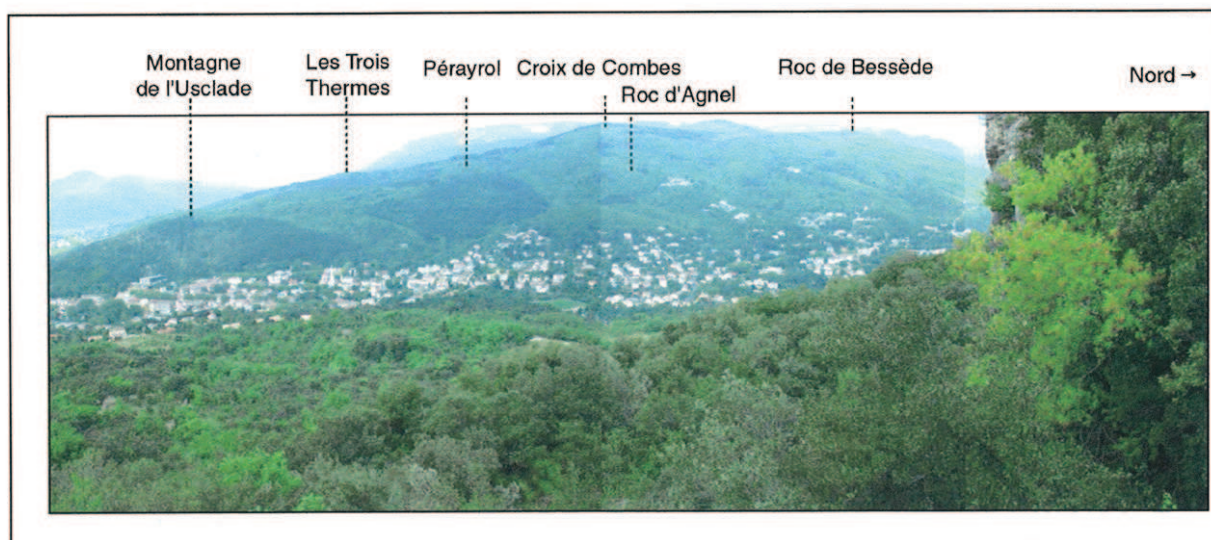


Figure 3 : Vue panoramique du versant Ouest de Lamalou-les-Bains.

D'aval en amont, le relief de la partie Est est ponctué de deux talus à pente globalement assez forte pour le premier et plus douce pour le second, dominés respectivement par les escarpements de grès puis de calcaires dolomitiques au sommet. Les masses calcaires appartenaient sans doute à un ancien causse d'âge jurassique, avant leur incision et déstructuration par les eaux. Cet ensemble appartient à la Montagne de Capimont qui atteint les 400 mètres.

Les zones urbanisées s'étendent de façon linéaire et préférentiellement dans la vallée du Bitoulet, pour parfois grimper sur le pied des talus. Dans cette configuration, on peut citer les lieux dits de Carbougnères, de Roquelongue, des Sarretes et du Roc Dagnel. Ce sont des secteurs convoités mais, en fonction de la géologie en place, relativement sensibles aux phénomènes de glissement des terrains. L'urbanisation colonise également le replat structural au SE modelé par les couches de grès massifs sur les secteurs du Bois de Coubillou, de la Lande et du Causse. Enfin en milieu de talus, les hameaux de Bardejan et de Villecelle occupent les principaux replats, le premier correspondant très probablement une ancienne tête de glissement (paquet glissé actuellement stabilisé).

Le Modèle Numérique de Terrain a permis, grâce à la réalisation d'une carte des pentes (voir page suivante), de mettre en évidence les formes caractéristiques du relief de la commune et de faciliter l'identification des principaux replats et escarpements. La précision d'un tel document ne permet pas la visualisation des ruptures de pentes telles que certains escarpements rocheux et doit être complétée par des reconnaissances de terrains.

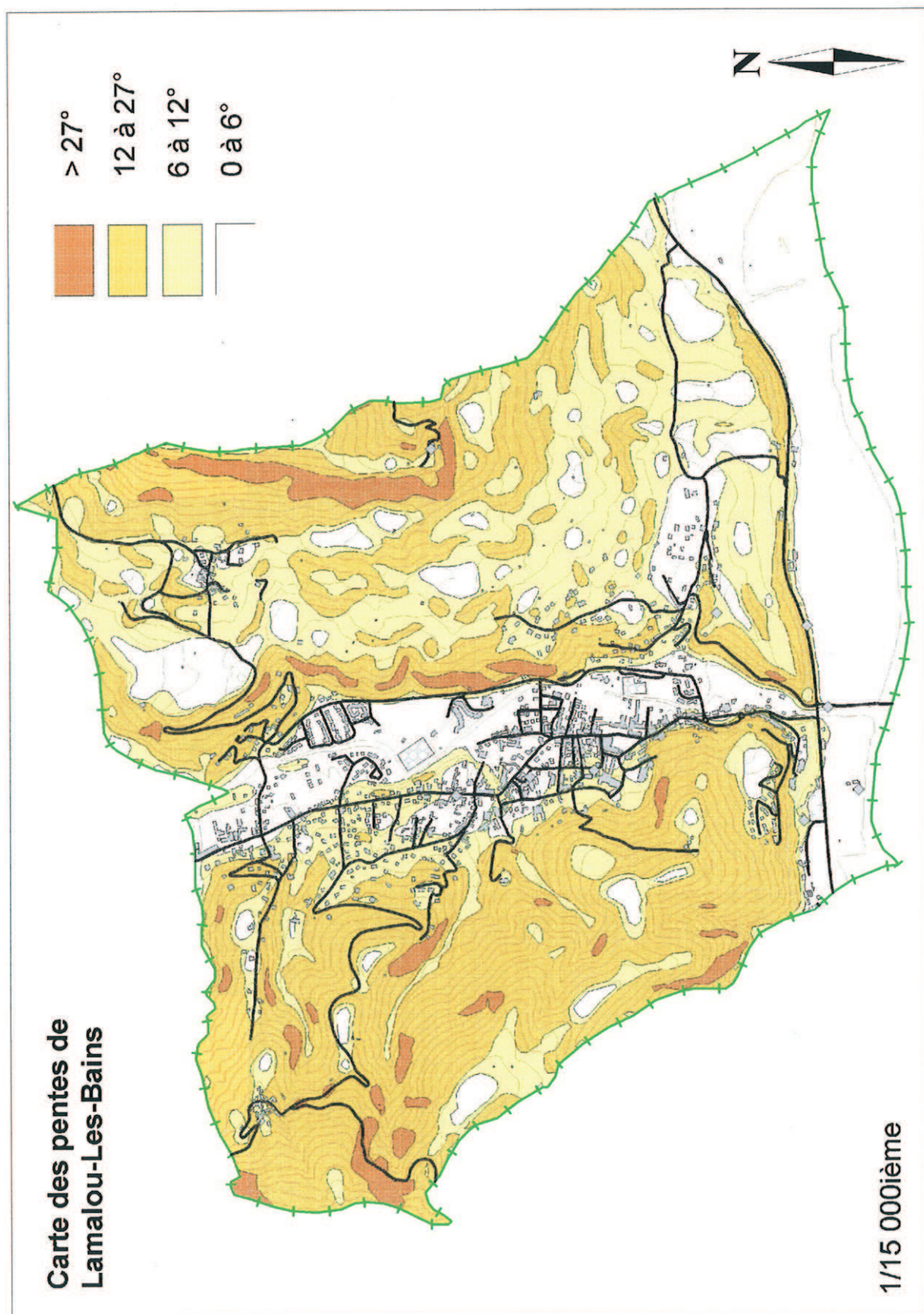


Figure 4 : Carte des pentes de Lamalou-les-Bains.

1.2.1.3 Conditions climatiques

Le climat est globalement méditerranéen sous influence océanique et aussi montagnarde, il est très sec, doux et tempéré. Le niveau d'ensoleillement est important (2700 heures/an). Les précipitations irrégulières (rarement plus de 700 mm d'eau/an) sont plus importantes aux intersaisons, et se concentrent entre les mois de novembre à avril. Elles peuvent prendre la forme d'averses très intenses voir torrentielles.

Les étés sont en général chauds et ensoleillés et marqué par des épisodes orageux violents. La région est souvent ventée et balayée par la Tramontane.

1.2.1.4 Le réseau hydrographique et contexte hydrogéologique

L'ensemble des cours d'eau qui prennent naissance sur les versants Est et Ouest du territoire de la commune se déverse dans le Bitoulet, cours d'eau qui traverse Lamalou-les-Bains du Nord au Sud et qui sépare la commune en deux parties de superficie à peu près égale. Le Bitoulet est canalisé sur l'ensemble de son cheminement à travers le bourg de Lamalou et se jette dans l'Orb au Sud de la commune.

La diversité géologique des deux versants qui forment la commune leur confère une répartition inégale des ressources en eau. Le versant du Caroux est parcouru par de nombreux talwegs alimentés par des sources souterraines répandues sur ce versant. En témoigne l'exploitation de nombreuses sources pour le thermalisme, activité principale du secteur jusqu'à aujourd'hui. En revanche, le versant Est est beaucoup moins alimenté en eau souterraine, les ruisseaux s'y développent à la faveur des précipitations et les talwegs y sont moins développés.

Le cadre géologique

1.2.1.5 Brève reconstitution paléogéographique de la région

Il y a environ 600 millions d'années, un vaste océan couvrait l'emplacement de l'Europe moderne et a permis le dépôt de sédiments marins. Des pressions exercées entre plusieurs plaques tectoniques entraînent la surrection de massifs montagneux : c'est le plissement hercynien (340 à 330 millions d'années). Dans la région, on assiste à la surrection de la Montagne Noire qui entraîne un métamorphisme des couches inférieures et une mise en hauteur des couches sédimentaires, rabotées par l'érosion dès la fin de l'Ere Primaire. Ces pressions tectoniques provoquent une activité magmatique vers 320 à 310 millions d'années.

Au début du Jurassique (203 millions d'années), la mer vient envahir cette région et dépose une quantité considérable de sédiments jusqu'au Portlandien (135 millions d'années). Dans le même temps, on assiste à un bombement de la Montagne Noire via des poussées batholitiques et ainsi à une poursuite du métamorphisme des terrains.

Puis, il y a 50 à 60 millions d'années, pendant l'Ere Tertiaire, la région subit les contrecoups de l'orogénèse pyrénéenne. Les formations très anciennes du Caroux et de l'Espinouse situées en bordure orientale de la Montagne Noire, sont surélevées de façon inégale à l'Ouest tandis qu'elles s'enfoncent à l'Est emmenant avec elles, les formations sédimentaires du Secondaire. On parle ainsi du fossé mésozoïque de Bédarieux où les couches présentent un léger pendage vers l'Est. Ces événements s'accompagnent fin Tertiaire à Quaternaire, d'un volcanisme plutôt de type intrusif pour le secteur. Les tufs présents sur la commune, datés du Quaternaire moyen selon la notice géologique, ne seraient quant à eux que le résultat du démantèlement sur place en milieu lacustre, d'appareils volcaniques plus anciens.

Lamalou-les-Bains se situe ainsi sur le contact entre les formations semi-métamorphisées des Schistes X qui ceignent le dôme gneissique du Massif du Caroux à l'Ouest et les formations sédimentaires du Trias et du Jurassique à l'Est reliées auparavant au plateau du Larzac situé plus au nord vers la ville de Millau. Ces deux ensembles géologiques sont séparés par la faille de Lamalou - Boussargues qui est ponctuée de filons de quartz.

Ensuite au Quaternaire, l'érosion fluviale a continué à démanteler les formations en creusant des vallons qui ont déstabilisé les versants, donnant lieu à de grands glissements de terrain.

Actuellement, les deux versants qui longent la rivière du Bitoulet sont tous deux soumis à des mouvements de masse.

1.2.1.6 Les formations géologiques locales

Le territoire de la commune de Lamalou-les-Bains s'étend de part et d'autre de la vallée du Bitoulet, frontière naturelle entre deux grands ensembles géologiques distincts. Il est traversé à l'Ouest par la faille majeure de « Lamalou-Boussargues » d'orientation Nord-Ouest/Sud-Est qui forme la bordure occidentale et septentrionale du fossé mésozoïque de Bédarieux.

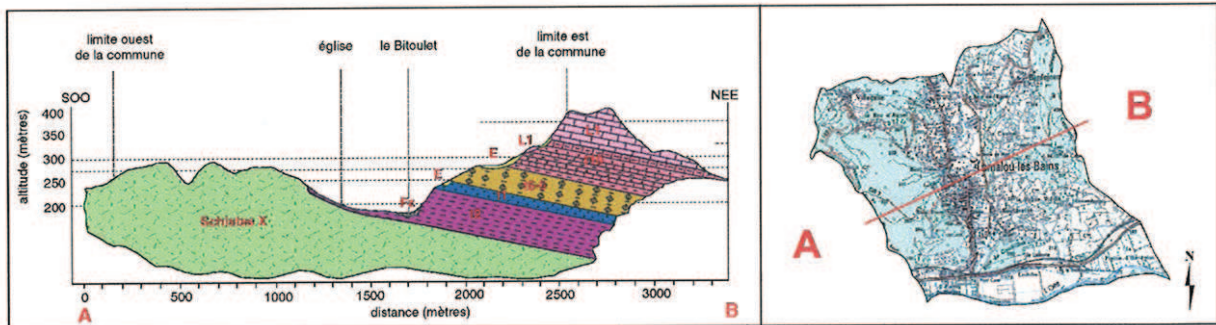
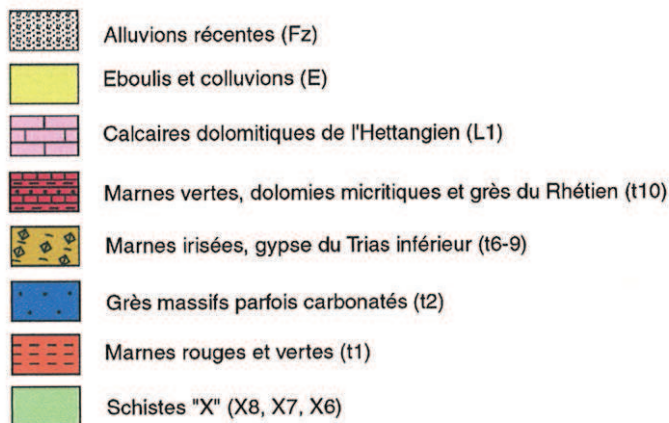


Figure 5 : Coupe géologique d'orientation SOO-NEE (relief exagéré).



Le profil topographique de la coupe géologique ci-jointe a été volontairement accentué dans le but de mettre en évidence les ruptures de pente et les zones plus planes. La coupe géologique met en évidence la distinction entre le versant Ouest concerné par des formations semi métamorphisées (regroupées dans une couleur verte sous l'appellation « schistes X ») et le versant Est intéressé par des formations sédimentaires appartenant au fossé d'effondrement de Bédarieux.

La partie ci-dessous présente les diverses formations en fonction de leur localisation vis-à-vis du Bitoulet.

- En rive droite du Bitoulet :

Un ensemble composé essentiellement de « schistes X » qui ont été divisés en trois formations distinctes à la fois par leur lithologie initiale et leur degré croissant de métamorphisme vers le bas géométrique.

- **Les Micaschistes du col de Madale (X6).** Finement lités, à grain plutôt fin, de couleur gris-brun à patine rouille. Ils se distinguent des **micaschistes de Sénas-Le Cros (X7)** par la présence d'intercalation de dolomies, de quartzites à diopside, de lydiennes et de niveaux graphiteux, ils sont globalement plus feldspathiques et plus altérables.



Photo : Micaschistes du Col de Madale..

- **Les Micaschistes de Sénas-Le Cros (X7).** Renfermant parfois de minces bandes de lits quartziteux d'origine sédimentaire, ces micaschistes peuvent être tantôt hypermicacés, tantôt quartzo-feldspathiques (se présentent alors en bancs massifs).

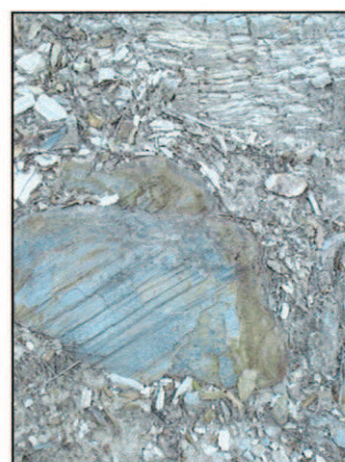


Photo : Micaschistes de Sénas-le-Cros.

- **Les métacinérites de Lamalou (X8).** Roches essentiellement quartzo-feldspathiques, de couleur gris claire à gris bleuté, en rubans parallèles minces très réguliers qui s'altèrent en une poudre de couleur cendrée. L'épaisseur de cet ensemble est de l'ordre de 200 m au nord de Lamalou-les-Bains.



Photo : affleurement de métacinérites de Lamalou.

- En rive gauche du Bitoulet :

Un substratum composé d'un ensemble de terrain d'âge mésozoïque (Trias et jurassique).

- **Marnes vertes et rouges du trias inférieur (t1).** Argilites et limons pourpres se désagrégeant en fines écailles ou polyèdres friables très finement micacés, parfois à lits vert clair ou gris. Il s'y intercale des bancs de grès tendre jaune verdâtre brunissant et des rognons, croûtes ou cloisons carbonatés ou rouillés. Cet ensemble atteint une trentaine de mètres.
- **Grès massif du trias inférieur à moyen (t2).** Gros bancs de grès massifs associés à des lits d'argilite sableuse bariolée, parfois grise. Le sommet de cet ensemble qui atteint 25 à 30 m devient dolomitique et peut être surmonté d'un lit massif de dolomie à patine brune.
- **Muschelkalk, trias moyen (t3-5).** Marnes grises à plaquettes carbonatées, finement gréseuses en plaquettes grises jaunâtres cariées, avec des lits minces de grès dolomitique et de dolomie parfois couronnées par un banc de cargneules. L'épaisseur de cet ensemble varie de 5 à 15 m.
- **Marnes irisées et gypse du trias supérieur (t6-9).** Marnes bariolées roses, rougeâtres, vertes ou amas isolés de gypse. La puissance du dépôt, variable, peut atteindre 80 m.
- **Le Rhétien, trias supérieur (t10).** Alternance de marnes vertes, de dolomies micritiques, de grès microconglomératiques et de calcaires dolomitiques rubanés. La puissance de cet ensemble de dépôt est de l'ordre de 50 m.
- **Hettangien inférieur, jurassique inférieur (l1).** Représenté en général par une dolomie saccharoïde souvent un peu rosé en cassure, à patine foncée, subdivisée en quelques gros banc massifs et par des calcaires. La puissance de ce dépôt atteint une vingtaine de mètres vers Lamalou-les-Bains.



Photo : affleurement de marnes vertes et rouges.



Photo : affleurement de grès du Trias.

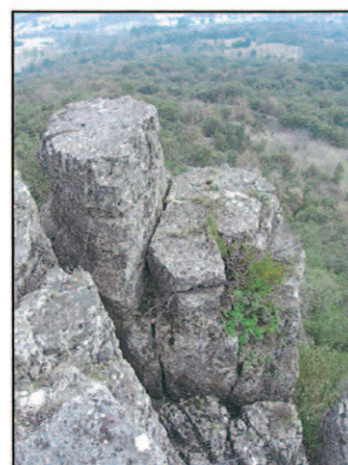


Photo : affleurement de calcaire dolomitique.

Sur ces deux grands ensembles viennent se superposer des terrains de couverture représentés par des formations quaternaires et superficielles. On distingue les dépôts fluviaux de vallée (alluvions anciennes (Fy) et récentes (Fz)) et les dépôts de pente dit gravitaires

que sont les éboulis (E) et les colluvions, non figurés sur la carte mais présents sur l'ensemble des pentes du territoire.

1.2.1.7 Sensibilité des formations aux phénomènes naturels

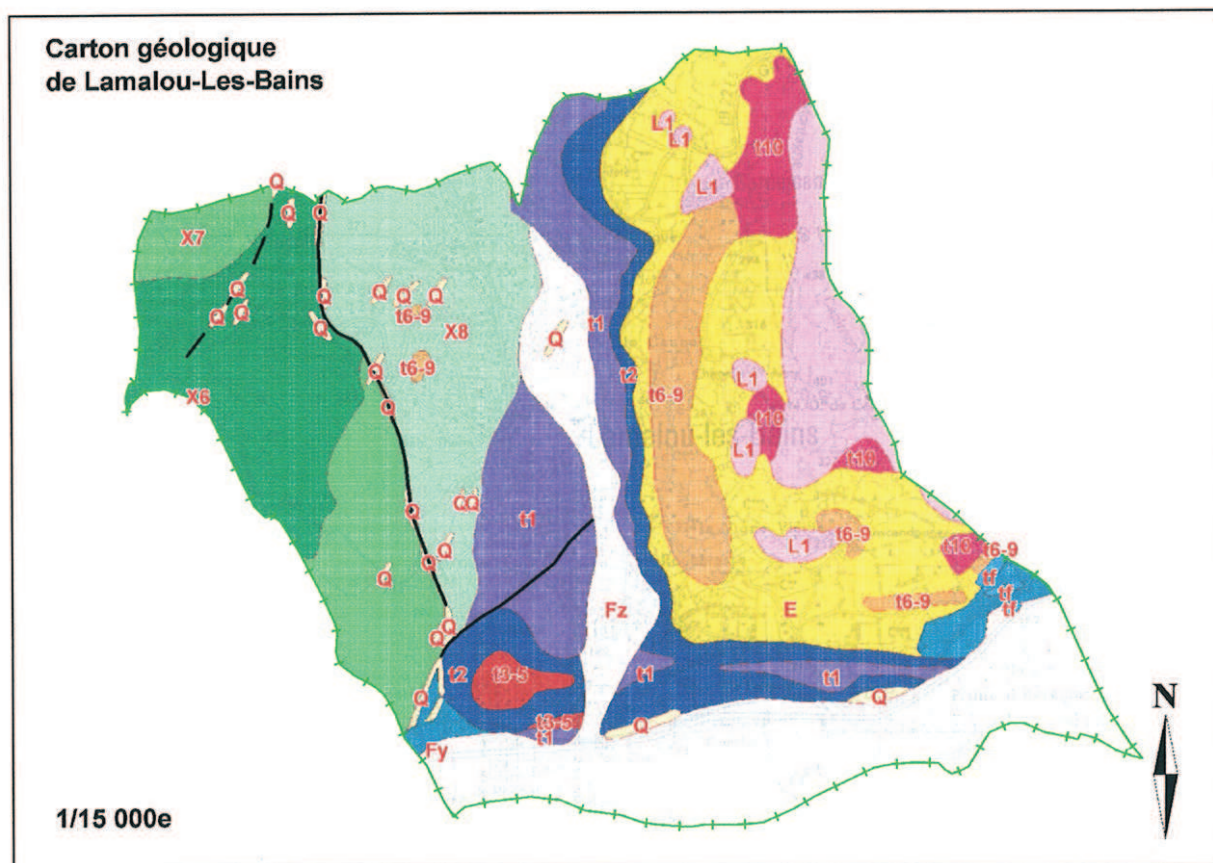


Figure 6 : Carte géologique simplifiée. Issue de la carte géologique de Bédarieux, BRGM.

Légende :

- Fz alluvions récentes
- Fy alluvions anciennes
- C colluvions (blocs avec matrice)
- E éboulis (blocs avec matrice)
- tf tufs resédimentés
- L1 Hettangien inférieur, dolomies saccharoïdes
- t10 Rhétien, marnes vertes, dolomies micritiques et grès
- t6-9 Trias supérieur, marnes irisées, gypse
- t3-5 Muschelkalk, marnes grises à plaquettes carbonnatées
- t2 grès massifs parfois carbonatés
- t1 marnes rouges et vertes
- X8 Métacrinérite de Lamalou
- X8a équivalent de la métacrinérite de Lamalou
- X7 Micaschistes de Senas-Le-Cros
- X6 Micaschistes du Col de Madale
- Q filon de quartz

 limite communale

La survenue d'un mouvement de terrain résulte de la combinaison de plusieurs facteurs d'instabilités. On parle de facteurs permanents ou alors variables dans le temps.

Les facteurs permanents sont très peu variables à l'échelle humaine. Ce sont des facteurs de prédisposition. Ils sont définis par le Laboratoire des Ponts et des Chaussées, comme étant :

- la pesanteur (effet de la gravité);
- l'eau (par son action chimique et mécanique) ;
- **la nature géologique de la formation** et ses caractéristiques mécaniques ;
- la structure des terrains (tectonique, direction et pendage des formations, etc.)
- la pente ;
- le couvert végétal.

Les facteurs variables eux ont un rôle aggravant voire déclenchant. Ce sont :

- les précipitations ;
- la température ;
- les séismes et le volcanisme ;
- l'action de l'Homme.

La connaissance de la nature géologique et des caractéristiques mécaniques des formations peut permettre de dresser une typologie de mouvements de terrain. On insistera sur le fait que ce facteur ne peut pas être pris en compte de façon isolée et que la survenue d'un mouvement de terrain dépend bien de l'association simultanée d'autres facteurs variables et permanents. Le tableau page suivante liste les mouvements de terrain les plus couramment rencontrés au sein des formations géologiques présentes sur Lamalou-Les-Bains. Les définitions des phénomènes seront précisées dans la partie suivante.

Une case cochée d'une croix rouge indique que le type de phénomène correspondant a été identifié au sein de la formation. Tandis qu'une case cochée d'une croix noire indique de façon théorique, la possibilité d'apparition du phénomène correspondant, ceci dans un contexte bien particulier qui n'est pas forcément celui de Lamalou-les-Bains.

Formations géologiques/phénomènes identifiés et potentiels	Glissement de terrain circulaire plus ou moins profond, au sein de la formation	Glissement plan, au sein de la formation et entre plusieurs formations différentes	Glissement circulaire, entre plusieurs formations différentes,	Coulée de boue au sein de la formation	Chute de pierres, de blocs, éboulement, au sein de la formation	Affaissement, au sein de la formation	Effondrement, au sein de la formation	Retrait gonflement, au sein de la formation
E, Eboulis à matrice assez peu abondante sur pente forte	X	x		x	X	x		x
Fz, alluvions récentes	x			x		x		x
Fy, alluvions anciennes	x			x		x		x
L1, Hettangien inférieur : dolomies saccharoïdes, calcaires		x	X (si superposition sur des formations tendres et plastiques, par exemple)		X	x (si karst)	x (si karst)	
t10, Rhétien, alternances de marnes vertes; dolomies micritiques et grès	X	x		x	x	x		x
t6-9, Trias supérieur : marnes irisées, gypse	X			x		x	X	x
t3-5, Muschelkalk, marnes grises à plaquettes carbonatées	x			x		x		x
t2, grès massifs parfois carbonatés		x	x		X			
t1, marnes rouges et vertes	X			X		x		x
x8, Métacrinérites de Lamalou et leur équivalent	x	x			x		X	
x7, Micaschistes de Senas-Le Cros	x	x			x		X	
x6, Micaschistes du Col de Madale	x	x			x		X	

1.2.3 Le contexte économique et humain

La commune de Lamalou-les-Bains de par son contexte géologique et hydrogéologique exerce une activité liée au thermalisme depuis 300 ans (1er établissement thermal inauguré en 1709). Depuis la commune a étendue son activité dans le domaine de la santé (rééducation fonctionnelle, traumatologie) et elle est aujourd'hui reconnue comme étant une ville très médicalisée. Ceci implique de fortes variations de population allant de 2156 (noyau permanent) à 10 000 habitants.

Aujourd'hui le secteur de développement privilégié est le tourisme. Le tertiaire représente donc 80% de l'activité de la commune.

La population permanente a tendance à décroître depuis 20 ans.

1.3 Typologie des phénomènes étudiés

Sont présentés ici les phénomènes étudiés et clairement identifiés sur la zone d'étude.

Les glissements de terrain

Un glissement de terrain est un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs surfaces de rupture. Ce déplacement entraîne généralement une déformation plus ou moins prononcée des terrains de surface. Les déplacements sont de type gravitaire et se produisent selon la ligne de plus grande pente.

Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels.

Un glissement se déclenche lors de la conjonction de facteurs favorables, parmi lesquels : une forte pente, une infiltration d'eau, une importante couverture de nature argileuse, un substratum imperméable (argiles, marnes).

Les glissements de terrain peuvent être de plusieurs types.

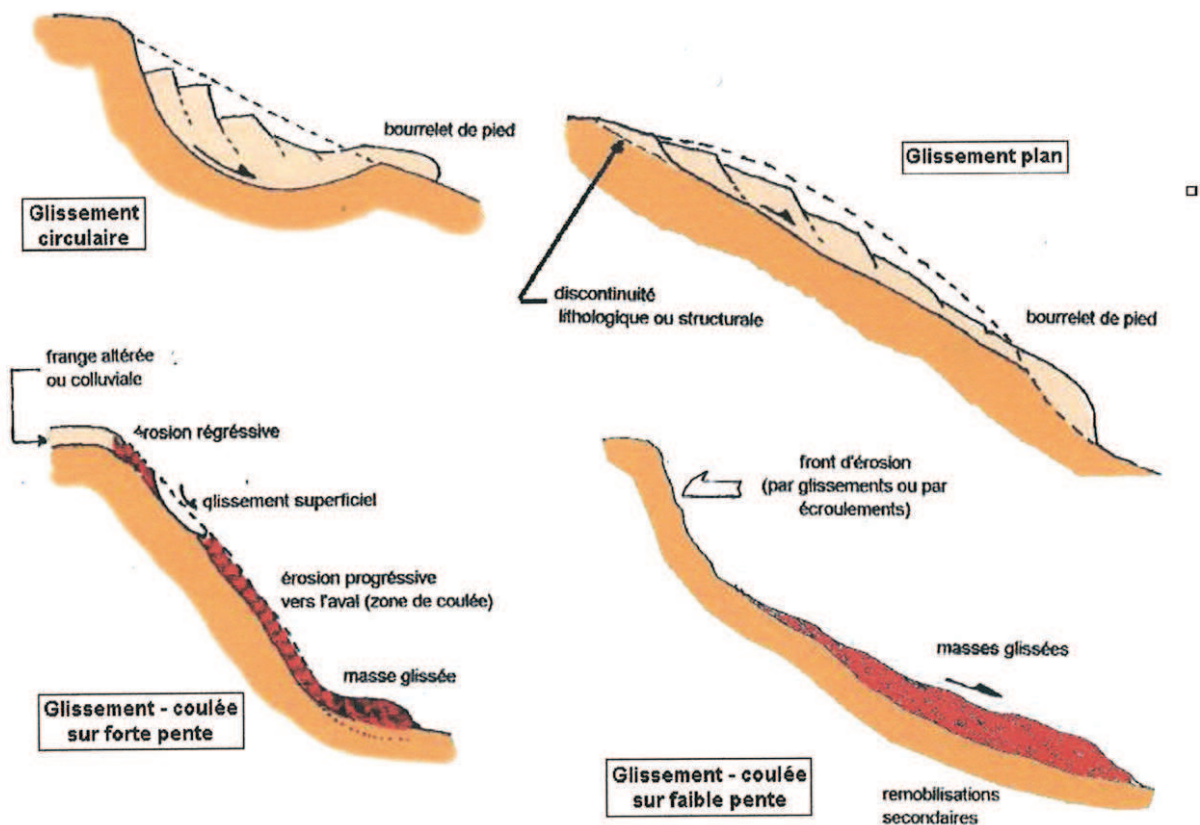


Figure 7 : Schéma de principe des différents types de glissements (BRGM).

- glissement circulaire : le glissement de terrain possède un plan de glissement circulaire. On parle aussi de glissement rotationnel.

- glissement plan : la surface de rupture peut être un joint de strate, un plan de faille, une surface de schistosité ou de foliation, une interface entre colluvion ou éboulis et substratum. Il peut se produire ainsi aussi bien dans des formations meubles que rocheuses.

- glissement - coulée : le phénomène se produit dans des formations qui ont la capacité de perdre leur cohésion plus facilement en cas d'imbibation en eau. Il touche des formations superficielles à forte teneur en argiles.

- glissement de masse : l'affaissement de formations tendres sous le poids de formations rocheuses sus-jacentes, peut donner lieu à des glissements en masse. Ce phénomène est à l'origine des paquets glissés.

- fluage : c'est un mouvement lent et généralisé de matériaux plastiques sur une faible pente qui résulte d'une déformation gravitaire continue d'une masse de terrain non limitée par une surface de rupture clairement identifiée. Ce risque d'apparition rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large en sommet de berge. Il fait également courir aux constructions existantes un risque de destruction partielle ou complète.

Dans le cadre de cette étude, on utilisera la notion de glissement de terrain comme un terme générique recouvrant des glissements de tout type ainsi que le phénomène de fluage. En effet cette manifestation représente les mêmes contraintes vis à vis des constructions.

Celles-ci pourront être soumises à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement, ou encore à leur affaissement. Ces efforts peuvent entraîner la ruine de ces constructions.

Ce risque d'apparition rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large en sommet de berge. Il fait également courir aux constructions existantes un risque de destruction partielle ou complète.

Les chutes de blocs éboulements

Les chutes de pierres et / ou de blocs correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux sur la surface topographique provenant de zones rocheuses escarpées et fracturées, de pentes raides ou de zones d'éboulis instables. On parlera de pierres lorsque leur volume unitaire ne dépasse pas le décimètre-cube et de blocs pour les éléments rocheux de volume supérieur.

S'il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles, il est très difficile de définir la fréquence d'apparition de ces phénomènes. Par ailleurs, les trajectoires suivies par ces masses rocheuses ne correspondent pas forcément à la ligne de plus grande pente. Elles prennent souvent la forme de rebonds mais ces masses peuvent également rouler sur le versant et avoir des trajectoires particulières.

Les valeurs atteintes par les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et ont donc un pouvoir destructeur important. Compte tenu de ce pouvoir destructeur, les constructions seront soumises à un effort de poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, leur ruine totale. Lorsque ces chutes atteignent un volume de plusieurs centaines de mètres-cube on parle d'éboulements.

Les écroulements désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (par exemple l'écroulement du Mont Granier à Chambéry) et peuvent mobiliser plusieurs milliers, dizaines de milliers, voire plusieurs millions de mètres cube de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont plus rien à voir avec les chutes de blocs isolés (les masses s'écoulant sur le terrain à la manière d'un fluide). Les zones concernées par ces phénomènes subissent une destruction totale.

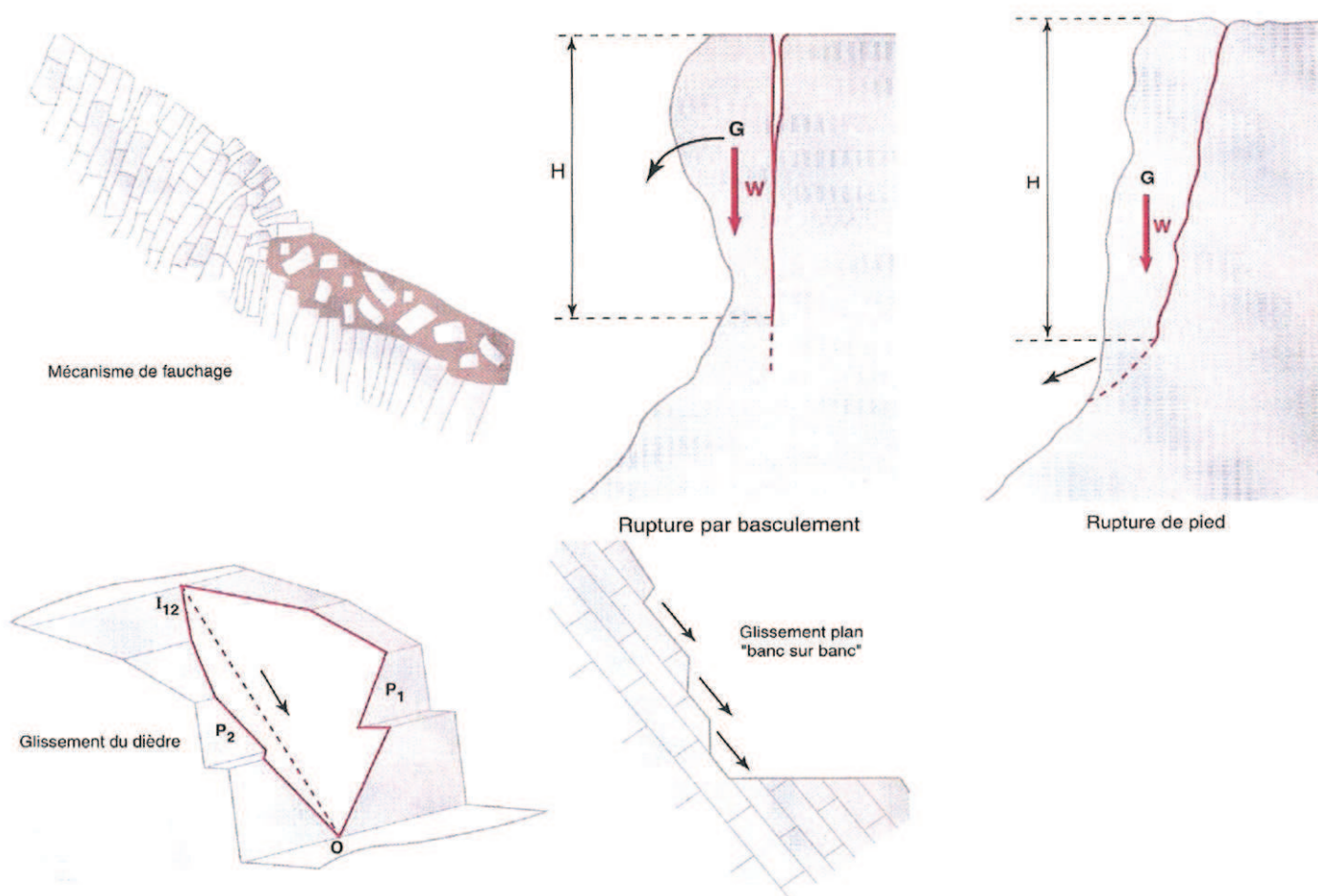


Figure 8 : Schémas présentant les principaux mécanismes à l'origine de chutes de blocs.

Les affaissements et effondrements

Un affaissement est une déformation souple, sans rupture et progressive de la surface du sol se traduisant par une dépression en forme de cuvette, généralement à fond plat et bords fléchis en « S ». La composante verticale du mouvement est prépondérante et la structure des terrains est conservée. Des efforts de flexion, de traction et de cisaillement et des tassements différentiels préjudiciables aux structures peuvent se manifester dans les zones de bordure. Dans certains cas, les affaissements peuvent être le signe annonciateur d'effondrements.

Les effondrements sont des mouvements gravitaires à composante essentiellement verticale, qui se produisent de façon plus ou moins brutale et spontanée. Mais contrairement au phénomène d'affaissement, les terrains sont déstructurés. Ils résultent de la rupture des appuis ou du toit d'une cavité souterraine préexistante naturelle ou non. Cette rupture initiale se propage verticalement jusqu'en surface en y déterminant l'ouverture d'une excavation grossièrement cylindrique, dont les dimensions dépendent du volume du vide, de sa profondeur, de la nature géologique du sol et du mode de rupture. Selon ce mode, l'effondrement de surface peut être ponctuel ou généralisé s'il concerne des surfaces importantes (plusieurs hectares). Dans le premier cas, il s'agit du phénomène de fontis dont le diamètre est généralement inférieur à 50 m, et qui s'élargit avec le temps par éboulements successifs des parois. Sur Lamalou-les-Bains on a pu observer plusieurs effondrements dus à l'exploitation souterraine d'une veine de gypse.

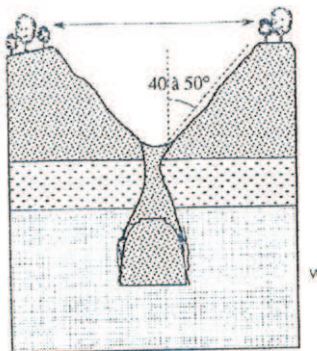


Figure 10 : Schéma d'un fontis.

Source : « Manuel de mécanique des roches, tome 2 : les applications » - Comité français de mécanique des roches, coord. P. Duffaut.



Figure 11 : Photo d'un fontis observé dans le secteur de Roucarasse

La suffosion correspond à un phénomène d'entraînement des particules fines par le jeu des circulations d'eau souterraines dans des chenaux d'écoulements préférentiels. Elle peut conduire à la formation d'affaissements, de dépressions voir d'effondrements. Ce mécanisme se manifeste dans les formations géologiques superficielles (éboulis anciens, alluvions, moraines) lorsque celles-ci sont formées de grains de tailles variées (ex : blocs, galets, sables, limons, argiles).

Ce phénomène n'a pas été observé sur la commune.



Figure 9 : Exemple de phénomène de suffosion.

Le retrait gonflement des terrains argileux

Le retrait par dessiccation des sols argileux lors d'une sécheresse prononcée et/ou durable produit des déformations de la surface du sol appelées tassements différentiels. Ils peuvent être suivis de phénomènes de gonflement au fur et à mesure du rétablissement des conditions hydrogéologiques initiales ou, plus rarement, de phénomènes de fluage avec ramollissement.

La lenteur et la faible amplitude des déformations rendent ces phénomènes sans danger pour l'homme, mais les dégâts aux constructions individuelles et ouvrages fondés superficiellement peuvent être très importants.



Figure 12 : Schéma de principe du retrait gonflement argileux. Source BRGM.



Figure 13 : Désordres liés au retrait gonflement des argiles.
Source : extrait de Sécheresse et construction ; guide de prévention, 1993.



2 PHÉNOMÈNES NATURELS HISTORIQUES ET OBSERVÉS

La carte de localisation des phénomènes naturels restituée sur fond topographique la nature des phénomènes naturels observés ainsi que les dates des principaux événements connus. Ce recensement objectif, ne présente que les manifestations certaines de phénomènes qui peuvent être :

- des événements historiquement connus : ils ont été identifiés lors de l'analyse des archives ou lors des enquêtes de terrain. Il s'agit d'une liste non exhaustive de phénomènes marquants qui peuvent être datés (même approximativement) et pour lesquels des informations suffisamment précises concernant les conditions d'apparition ou le déroulement de l'incident ont pu être récoltées.
- des observations de surface repérées lors des reconnaissances de terrain (moutonnement, loupe de glissements de terrain, dommages aux ouvrages, aux constructions...) ou par photo-interprétation.

Ce recensement est donc élaboré grâce à une reconnaissance géomorphologique du territoire, par la synthèse des documents recueillis et par enquête auprès de la municipalité et des riverains.

L'objectif est de recenser et de représenter de manière claire et synthétique les instabilités connues (historicité et observations) au moment de la réalisation du document.

Les phénomènes suivants ont été observés sur le territoire de la commune de Lamalou-les-Bains :

Phénomènes	Symbole, Indice	Définitions
Glissement de terrain	G	Ce terme générique inclut les glissements circulaires avec arrachement ainsi que les phénomènes de fluage.
Chute de blocs, éboulement	Eb	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres 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 de masse (ou en très grande masse, au-delà de 1 million de m ³).
Affaissements ; effondrement.	E	Evolution de cavités souterraines avec des manifestations en surface lente et progressive (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement) ; celles issues de l'activité minière (P.P.R. Minier) ne sont pas étudiées dans le cadre de cette étude.

2.1 Les arrêtés de Catastrophes Naturelles

Aucun arrêté de catastrophe naturelle n'a été pris sur la commune concernant des mouvements de terrain au sens strict, que ce soient des glissements ou des chutes de blocs. Seules les inondations ont fait l'objet de telle mesure. En revanche, on constate dans la liste des arrêtés existants, la présence de phénomènes de coulée de boue à plusieurs reprises. Ces événements sont rappelés à titre indicatif parce qu'ils correspondent à des épisodes météorologiques favorables à l'apparition de phénomènes de mouvements de terrain.

Type de catastrophe	Date de l'évènement	Date de l'arrêté	Date de parution au JO
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 13/10 au 17/10/1986	27/01/1987	14/02/1987
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 09/10 au 10/10/1987	25/01/1988	20/02/1988
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 09/11 au 09/11/1988	20/04/1989	13/05/1989
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 26/09 au 30/09/1992	06/11/1992	18/11/1992
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 15/12 au 18/12/1995	02/02/1996	03/02/1996
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 28/01 au 30/01/1996	03/04/1996	17/04/1996
Inondation – par crue, par ruissellement et coulée de boue	du 16/12 au 19/12/1997	09/04/1998	23/04/1998

1.1 Les glissements de terrain

➤ Les glissements en amont du Centre Hospitalier Paul Coste Floret, versant de l'Usclade :

Ces événements majeurs se sont produits sur le versant de l'Usclade, relief collinéaire qui ceinture le massif du Caroux.

Contexte météorologique :

Ces événements se sont produits suite à des périodes hivernales particulièrement pluvieuses. Pour le dernier événement de janvier 2006, le week-end du 29 et du 30 a été marqué par de fortes chutes de neige et de pluie. Pour les glissements de l'hiver 1995/1996, la fin de l'année et le mois de janvier ont été concernés par d'importantes précipitations, et particulièrement en automne de façon forte et soutenue.

Contexte géologique :

D'après la carte géologique, le secteur est concerné par des formations du Trias inférieur et moyen. Des marnes et argilites pourpres et vertes sont présentes sur une hauteur de 30 à 40 mètres ainsi que des grès siliceux massifs associés à des lits d'argilites sableuses, avec un sommet parfois dolomitique. Un sondage carotté réalisé en bordure nord du glissement par la société SIMECSOL, révèle la présence d'un matériel marneux plus ou moins altéré selon la profondeur mais aussi d'un petit lit de gypse à huit mètres vis à vis du terrain naturel. Les terrains en place associés à d'autres facteurs d'instabilité présentent une susceptibilité assez élevée aux glissements de terrains.



Photo : Glissement aval de l'Usclade, front de glissement butant contre le pavillon Leroy.

Historique et description des événements :

Le glissement originel s'est produit en décembre 1969 suite à un décaissement de six mètres de haut entrepris lors de la construction du pavillon Leroy annexé au centre hospitalier Paul Coste Floret. Ce glissement de terrain s'est accompagné d'une coulée de boue qui a envahi le rez-de-chaussée et le premier étage de l'établissement alors en construction. La hauteur de la niche d'arrachement a été estimée à deux mètres. Entre 1987 et 1995, des extensions de la façade ouest du pavillon ont été réalisées ainsi qu'un mur de confortement de deux mètres de haut en pied de versant.



Photo : Glissement aval de l'Usclade, présence de masses stratifiées dans le glissement issues du substratum.

Puis au cours de l'hiver 1995/1996, les terrains ont été remis en mouvement et sont arrivés de nouveau jusqu'au premier étage de l'établissement. Le front du glissement a atteint la voie d'accès aux locaux techniques bousculant sur son passage le mur de confortement. De nouveau en 1998, le phénomène a été réactivé, ainsi qu'en 2003. Le glissement est

accompagné de coulées de boue diffuses qui ont atteint la route. Enfin en janvier 2006, les terrains ont encore glissé par régression de la niche d'arrachement. Le front du glissement est venu buter contre le bâtiment occupé par la piscine causant des fissurations ; il s'est aussi étendu jusqu'à la voie d'accès aux locaux techniques sur 1,5 à 2 mètres d'épaisseur au maximum. Le volume déplacé a été estimé entre 600 et 700 mètres cube.

Situation actuelle :

Des talus secondaires sont visibles au sein du corps du glissement. Ils se présentent sous la forme de masses rocheuses imposantes, susceptibles de se remettre en mouvement en cas d'intempéries. Ces affleurements sont à quelques dizaines de mètres du pavillon Leroy. Début mai, les matériaux encombrant la route et butant contre l'établissement, n'ont toujours pas été évacués sous peine de favoriser une accélération néfaste du mouvement des terrains.

➤ Le glissement en aval des réservoirs

Un vallon se localise en aval des réservoirs d'eau potable de la ville. Il débouche dans le collecteur communal d'eau pluviale de l'avenue Clémenceau. Il recueille les eaux de ruissellement en temps de pluie et sert de chenal d'évacuation lors de la vidange des réservoirs.

Contexte géologique et géomorphologique :

D'après la carte géologique, les formations marneuses et de grès citées précédemment, sont également présentes sur ce secteur. Le talweg est encaissé et encombré de pins déracinés. Les terrains environnants sont susceptibles de glisser.

Historique et description des phénomènes :

Le premier évènement connu date de janvier 1996. Il fait suite à un automne marqué par des précipitations continues et soutenues qui ont fortement humecté les sols. Les eaux de ruissellement ont été concentrées dans le talweg du ravin. Elles ont abouti à la formation d'une coulée boueuse dont l'essentiel des matériaux associés à des pins arrachés, a été déposé en amont du chemin d'accès aux locaux techniques. L'entrée avaloir du collecteur d'eau a été ensevelie sous trois mètres de dépôt. Les eaux essorées des boues se sont écoulées par l'avenue Clémenceau. Si les précipitations ont été fortes au cours de cet hiver, une vidange des réservoirs effectuée en octobre 1995, a également pu favoriser les instabilités. Enfin, les réservoirs aurait fait l'objet de fuites entre 2002 et 2003.



Photo : Glissement amont de l'Usclade, talweg chaotique encombré d'arbres déracinés.

➤ Entrée Ouest de Bardejean :

Les traces d'un glissement de talus dans les argiles à intercalations gréseuses du Trias supérieur, sont présentes sur ce secteur. Afin de protéger la route départementale n°225, un enrochement a été réalisé. Le glissement semble stabilisé. Notons tout de même que l'effondrement d'une terrasse en amont du glissement libère quelques petits blocs et des pierres pouvant atteindre la route.

➤ Lieu dit du Saut de l'Egue

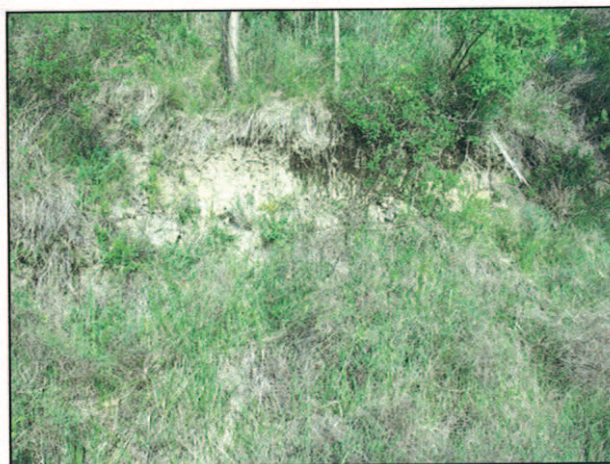
Aval du gîte du Mas d'Eole : en 2005, un glissement de talus s'est produit, engendrant la réalisation d'un enrochement de 9 mètres de long et de 3 mètres de haut. Il est en partie la conséquence d'une mauvaise gestion des eaux pluviales.

➤ Lieu dit du Saut de l'Egue

Amont du gîte du Mas d'Eole : en 1975, un glissement dans des terrains de couverture s'est produit suite aux terrassements entrepris lors de la construction du gîte. Une mauvaise gestion des eaux pluviales est ici aussi partiellement en cause dans l'activation du phénomène.

➤ Lamalou-le-Bas

Chemin des Thermes : un glissement de moins de 10 mètres de large est localisé en amont du chemin des Thermes. Au regard de l'affaissement des terrains au-dessus du décrochement, il y a une forte présomption pour que le glissement se réactive, par effet de régression, ceci à court terme.



➤ Chemin rural de Bardejan

Lieu dit du Causse : ce petit glissement de terrain semble être le résultat direct de la divagation d'une source en amont du chemin associé à une lithologie morphogène. En effet, un sondage effectué à proximité du site indique des terrains argileux fortement plastiques (Rapport ANTEA 1997).

Photo : Chemin de Bardejan, vue de la niche d'arrachement.

➤ Lieu dit du Saut de l'Egue

RD 22E5 : un glissement de talus a donné lieu à la réalisation d'enrochement. Il s'est produit à la suite d'intempéries, ceci dans un contexte de mauvaise gestion des eaux pluviales.

➤ Les anciens glissements de terrain ou paquets glissés :

→ Talus topographique du versant Est : les formes du relief et l'étude de la géologie mettent en évidence des anciens glissements de terrain du quaternaire, facilement identifiables sur le versant Est dans la zone d'éboulis et de colluvions. Les calcaires dolomitiques de l'Hettangien reposent sur les formations moins résistantes et plus plastiques des marno-calcaires et argiles du Trias supérieur. Ces dernières s'affaissent et fluent sous le poids des calcaires, en un mouvement circulaire. Sur le talus, la présence de masses et de blocs calcaires localisés à des étages géologiques qui ne correspondent pas à celui de la formation, permet de confirmer la présence de ces paquets glissés, actuellement stabilisés.

1.2 Les chutes de pierres, de blocs et éboulements

En situation d'escarpement, les masses rocheuses de l'Hettangien et du Trias ainsi que les schistes, prédécoupés par la gélifraction (alternance de gel/dégel) et la thermoclastie, par la végétation, parfois par la tectonique, puis altérés par la dissolution pour les calcaires par exemple, peuvent donner lieu à des phénomènes locaux de chutes de pierres, de blocs ou de gros blocs (volume supérieur à 1m³), voire d'éboulement (définitions, cf partie 1.3.2 en page 17).

➤ Les chutes de blocs en amont du boulevard de Mourcairol

Un escarpement de grès du Trias inférieur longe le boulevard de Mourcairol. Au niveau du pont du Bitoulet, le site bien visible de la route, est exposé aux chutes de blocs.

Contexte géologique :

Les roches qui surplombent la route sont des grès du Trias inférieur, d'après la carte géologique. Ces derniers reposent sur les formations marneuses du Trias inférieur. La paroi présente une fracturation importante accentuée par la végétation en tête de l'escarpement.

Interventions sur le site :

En 1996, une étude du cabinet ANTEA a mis en évidence l'instabilité d'un pan rocheux d'une cinquantaine de mètres cube, à proximité d'une habitation. En mars 1996, une purge à l'explosif a été réalisée supprimant ainsi la menace la plus élevée à court terme. Une tranchée d'une profondeur de 1,50 mètres environ a été creusée à proximité de la maison et un grillage a été posé pour protéger la route. La commune a ainsi bien intégré le risque. Néanmoins, la réalisation de sondage de reconnaissance en paroi en 1996 a confirmé la fragilité du site et notamment celle du secteur jouxtant la purge à l'explosif.



Photo : Boulevard de Mourcairol, pan menaçant à purger.



Photo : Boulevard de Mourcairol, habitation en contrebas de l'escarpement, *a priori* non menacée.

➤ Les chutes de blocs au niveau de l'escarpement de Capimont

Le pied de l'escarpement est parsemé de blocs pluridécimétriques et métriques. Les plus gros sont issus des chandelles (on parle aussi de pinacles ou d'aiguilles) qui se désolidarisent de la paroi rocheuse et qui par appel au vide, finissent par se détacher et chuter.

Le reste est produit par la fragmentation en plusieurs blocs de ces chandelles lorsqu'elles atteignent le sol ou directement par simple détachement de blocs et de pierres des masses rocheuses. Il n'est pas à exclure que des blocs déjà tombés puissent se remettre en mouvement si la pente locale est supérieure à 33°, si la végétation est absente et si la géométrie du bloc se prête à une remobilisation, ceci dans un contexte météorologique particulier. Sur le secteur de Capimont, les blocs sont arrêtés dans des aires où la pente est beaucoup plus faible. Ils ne vont pas au-delà du chemin de Ressades, hormis dans la zone sud de l'escarpement où quelques blocs d'environ 100 litres ont été observés sur le bord du chemin de Bardejan.



Photo : Chemin de Bardejan, bloc d'environ 100 litres.

➤ Lieu dit de Caubel

Boulevard de Mourcairol : les blocs de grès libérés par l'affleurement de 2 à 4 mètres peuvent atteindre un volume de 500 litres. Une maison se trouve directement menacée par ces derniers.

➤ Bois de Coubillou

La falaise de grès produit des petits blocs qui menacent la route de Roucarasse en aval.

➤ Lamalou-le-Bas

Un éboulement non récent s'est produit dans un affleurement de grès plus ou moins quartzifié et fracturés. La remobilisation des blocs ne semble *a priori* pas possible au regard de leur agencement et de la topographie. En revanche, la présence d'un banc rocheux fracturé en position d'escarpement sur les marnes du Trias pourrait constituer une menace.

➤ Lieu dit du Saut de l'Egue

A l'amont du gîte du Mas d'Eole : combinés à un phénomène de glissement des terrains superficiels marneux et argileux et d'un remblais, ce secteur est sujet à des chutes de blocs et de pierres par régression du talus et par apparition locale du substratum. L'éboulement est régulière et donne des blocs pouvant atteindre 500 litres. Le propriétaire du gîte directement menacé par ces phénomènes, a réalisé lui-même des aménagements multiples de protection mais sous dimensionnés.



➤ Lieu dit du Saut de l'Egue

Epingle de la RD 908 : des chutes régulières de blocs se produisent sur un escarpement de grès, haut de 10 à 20 mètres. La présence d'anciennes terrasses permet parfois le piégeage des blocs. La dégradation de celles-ci peut conduire à la remise en mouvement de certains.

Photo : Epingle de la RD 908, un bloc de grès de 100 litres en équilibre sur une ancienne terrasse agricole.

➤ Amont de la RD 908

Bois de Coubillou : le petit escarpement de grès qui surplombe la route départementale, produit des petits blocs piégés par le fossé longeant la chaussée.

2.4 Les effondrements :

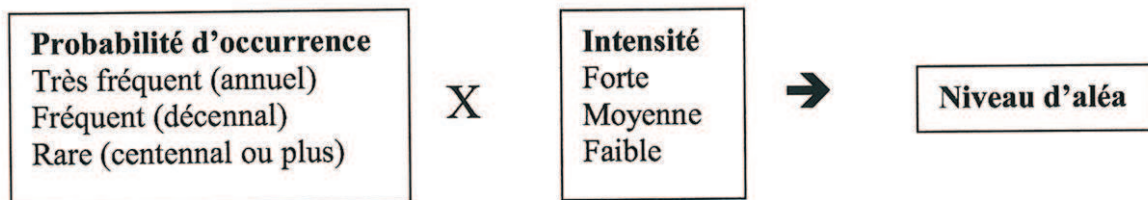
→ Lieu dit de Lescandoune : cet effondrement d'une vingtaine de mètres de diamètre en surface, s'est produit dans le SE de la commune, sur d'anciennes terres viticoles. Il s'agit d'un fontis résultant de la rupture du toit de la carrière souterraine d'une exploitation de gypse. Le vide remonte alors dans les terrains meubles qui dominent l'horizon de gypse.

3 EVALUATION ET CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA

3.1 La notion d'aléa

Le guide méthodologique des PPR édité par le ministère de l'équipement définit l'aléa comme suit :

« Le niveau d'aléa se caractérise par la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'intensité donnée ».



Les phénomènes naturels qualifiés de « non répétitifs » tels que les mouvements de terrain sont traditionnellement opposés aux phénomènes dits « répétitifs » tels que les inondations ou les avalanches. La détermination de la probabilité d'occurrence d'un glissement de terrain est en effet délicate à estimer. On préfère donc évoquer les facteurs de prédisposition d'un site à produire un événement donné dans un délai retenu. Une telle prédisposition peut être estimée en analysant la géologie, la topographie, les conditions hydrogéologiques...

Il s'agit d'une démarche dite d'expert, basée sur une approche naturaliste qui ne nécessite aucune étude particulière de type sondage géologique, étude trajectographique de propagation... Le travail consiste donc à faire la synthèse de l'état des connaissances au jour de la réalisation du document et de les compiler avec des observations de surface.

D'autres facteurs, dits déclenchants, sont également pris en compte. Ainsi la nature de l'occupation du sol joue un rôle important vis-à-vis des mouvements de terrain. La présence d'une couverture végétale jouera un rôle de stabilisation du sol dans certains cas. Elle pourra, au contraire, augmenter le risque de déchaussement de blocs dans les secteurs pentus à dominante rocheuse. L'activité sismique représente également un facteur de déclenchement des déplacements gravitaires.

Qualifier la prédisposition d'un site à un phénomène donné permet de préciser ses limites et contribue à la réalisation de la carte d'aléa. Mais le niveau d'aléa final retenu est également lié à l'intensité prévisible de ce phénomène. Celle-ci fait référence aux dommages prévisibles sur une construction ou au coût des mesures de prévention et de sauvegarde nécessaires pour se prémunir du phénomène.

INTENSITÉ	DÉGÂTS MATÉRIELS	COÛT DES MESURES DE PRÉVENTION	EXEMPLES
Forte	Destruction	Impossible ou difficile techniquement ; très coûteuse dépassant largement le cadre de la parcelle	Stabilisation d'un glissement de terrain important, confortement d'un pan de falaise instable.
Moyenne	Réparations possibles ou destruction	Supportable financièrement par un groupe restreint de propriétaires (immeuble collectif, petit lotissement)	Comblement d'une cavité souterraine.
Faible	Dommages sur construction	Coût assumé par un propriétaire individuel (montant maximum de 15% de la valeur vénale du bien immobilier).	Purges de quelques blocs instables en falaise.

Figure 14 : Tableau présentant l'échelle conventionnelle d'intensité (source : Guide méthodologique mouvements de terrain).

L'évaluation de l'aléa reste en partie subjective puisqu'elle fait appel à l'appréciation de l'expert chargé de l'étude. Des grilles de caractérisation des différents aléas ont donc été définies par les services déconcentrés de l'Etat avec une hiérarchisation en niveau ou degré.

3.2 Grilles de caractérisation des aléas

1.3.1 L'aléa glissement de terrain

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

- nature géologique,
- pente plus ou moins forte du terrain,
- présence plus ou moins importante d'indices de mouvements (niches d'arrachements, bourrelets, ondulations),
- présence d'eau.

De nombreuses zones, dans lesquelles aucun phénomène actif n'a été décelé sont décrites comme étant exposées à un aléa faible - voire moyen - de mouvements de terrain. Le zonage traduit un contexte topographique ou géologique dans lequel une modification des conditions actuelles peut se traduire par l'apparition de nombreux phénomènes. Ce type de terrain est qualifié de sensible ou prédisposé.

Le facteur déclenchant peut être :

- d'origine naturelle comme de fortes pluies jusqu'au phénomène centennal qui entraînent une augmentation des pressions interstitielles insupportables pour le terrain, un séisme ou l'affouillement de berges par un ruisseau,
- d'origine anthropique suite à des travaux, par exemple surcharge en tête d'un talus ou d'un versant déjà instable, décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice, mauvaise gestion des eaux.

La classification est la suivante :

Aléa	Indice	Critères	Exemples de formations géologiques sensibles
Fort	G3	- Glissements actifs dans toutes pentes avec nombreux indices de mouvements (niches d'arrachements, fissures, bourrelets, arbres basculés, rétention d'eau dans les contre-pentes, traces d'humidité) et dégâts au bâti et /ou aux axes de communication. - Auréoles 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 15m). - Zone d'épandage des coulées boueuses. - Glissements anciens ayant entraîné de fortes perturbations du terrain. - Berges des torrents encaissées qui peuvent être le lieu d'instabilités de terrain lors de crues.	- Couvertures d'altération des marnes, calcaires argileux et des schistes très altérés. - Moraines argileuses. - Argile glacio-lacustre. - Molasse argileuse.
Moyen	G2	- 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 mouvements (indices estompés). - Topographie légèrement déformée (mamelonnée liée à du fluage). - Glissement ancien de grande ampleur actuellement inactif à peu actif. - Glissement actif mais lent de grande ampleur dans les pentes faibles (<20% ou inférieure à l'angle de frottement interne des matériaux du terrain instable) sans indice important en surface.	- Couverture d'altération des marnes, calcaires argileux et des schistes. - Moraine argileuse peu épaisse. - Molasse sablo-argileuse. - Eboulis argileux anciens. - Argile glacio-lacustre.
Faible	G1	- Glissements potentiels (pas d'indice de mouvement) dans des pentes moyennes à faibles (de l'ordre de 10 à 30%) sur lesquelles un aménagement (terrassment, surcharge.....) risque d'entraîner des désordres compte tenu de la nature géologique du site.	- Pellicule d'altération des marnes, calcaires argileux et schistes. - Moraine argileuse peu épaisse. - Molasse sablo-argileuse - Argile litée.

1.3.2 L'aléa chute de pierres et de blocs, éboulement

Les critères de classification des aléas, en l'absence d'étude spécifique, sont les suivants :

Aléa	Indice	Critères
Fort	Eb3	- Zones exposées à des éboulements en masse, à des chutes fréquentes de blocs ou de pierres avec indices d'activité (éboulis vifs, zone de départ fracturée, falaise, affleurement rocheux), - Zones d'impacts, - Auréole de sécurité autour de ces zones (amont et aval), - Bande de terrain en plaine au pied des falaises, des versants rocheux et des éboulis (largeur à déterminer, en général plusieurs dizaines de mètres).
Moyen	Eb2	- Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes (quelques blocs instables dans la zone de départ), - Zones exposées à des chutes de blocs et de pierres isolées, peu fréquentes, issues d'affleurements de hauteur limitée (10-20m), - Zones situées à l'aval des zones d'aléa fort, - Pente raide dans versant boisé avec rocher sub-affleurant sur pente > 70%, - Remise en mouvement possible de blocs éboulés et provisoirement stabilisés dans le versant sur pente > 70%.
Faible	Eb1	- Zones d'extension maximale supposée des chutes de blocs ou de pierres (partie terminale des trajectoires), - Pente moyenne boisée parsemée de blocs isolés, apparemment stabilisés (ex : blocs erratiques) - Zones de chutes de petites pierres.

1.3.3 L'aléa affaissement, effondrement et suffosion

Le tableau ci-dessous présente les critères de caractérisation de l'aléa affaissement.

Aléa	Indice	Critères
Fort	E3	- zones d'effondrements existants. - Zones exposées à des effondrements brutaux de cavités souterraines naturelles (présence de fractures en surface) - Présence de gypse affleurant ou sub-affleurant sans indice d'effondrement. - Zones exposées à des effondrements brutaux de galeries minières (présence de fractures en surface ou faiblesse de voûtes reconnues) - Anciennes galeries..... abandonnées avec circulation d'eau.
Moyen	E2	- Zone de galeries..... en l'absence d'indice de mouvement en surface. - Affleurements de terrain susceptibles de subir des effondrements en l'absence d'indice (sauf gypse) de mouvement en surface. - Affaissement local (dépression topographique souple). - Zone d'extension possible mais non reconnue de galerie.
Faible	E1	- Zone de galeries.... Reconnues (type d'exploitation, profondeur, dimensions connues), sans évolution prévisible, rendant possible l'urbanisation. - Suffosion dans les plaines alluviales et dans les dépôts glacio-lacustres à granulométrie étendue. - Zone à argile sensible au retrait et au gonflement.

La présente étude n'est un PPR d'effondrement de cavités souterraines liées à la présence d'anciennes carrières. Une telle étude implique des investigations supplémentaires non prévue dans le cadre de cette mission.

Toutefois la présence d'une zone clairement exploitée et soumise à des fontis bien identifiés nous a conduit à afficher le phénomène de la manière suivante :

- les zones actives sur lesquelles des fontis sont venus à jour sont classées en aléa fort,
- une bande de sécurité autour de ces effondrement est notée en aléa fort,.
- une zone susceptible d'avoir été exploitée a été classée en aléa moyen (proximité avec des effondrements reconnus, nature géologique du sous-sol favorable à l'exploitation).

1.3.4 L'aléa retrait gonflement des argiles

La cartographie des aléas liés au retrait gonflement des argiles est issue du travail réalisé à l'échelle du département par le BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière).

Tout d'abord, une carte de susceptibilité a été réalisée sur la base de critères purement physiques, à partir des cartes géologiques du département au 1/50 000^{ème}. On a pris en compte :

- la nature de la formation géologique, avec en particulier la proportion des matériaux argileux ainsi que leur épaisseur et leur continuité ;
- la composition minéralogique de ces matériaux argileux et la quantité des minéraux gonflants ;
- et le comportement géotechnique du matériel, mis en évidence par des essais en laboratoire.

Une note de susceptibilité a été établie pour chaque formation.

Ces informations ont ensuite été croisées avec les sinistres recensés sur le département. Pour cela les informations issues des demandes de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle, les expertises post-sinistres, ainsi qu'une enquête effectuée auprès des communes reconnues en état de catastrophe naturelle (ou ayant introduit une demande pour 2003) ont été exploitées. Il a été défini une densité de sinistres causés par le phénomène de retrait et de gonflement des argiles rapportée à 100 Km² de surface d'affleurement réellement urbanisée.

Le degré d'aléa final est donc issu de la note de susceptibilité et de la densité de sinistres, sur les 44 formations argileuses identifiées dans le département. La carte départementale ainsi obtenue laisse apparaître des zones où *a priori* l'aléa est vu comme négligeable, faible, moyen ou fort. L'échelle de validité est celle de la donnée de base utilisée, soit le 1/50 000^{ème}.

3.3 Description de la carte des aléas

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

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

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

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

Remarques :

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

4 LES PRINCIPAUX ENJEUX

4.1 Méthode et sources d'information

L'analyse des enjeux est une étape essentielle de la réalisation du PPR. Elle doit permettre la compréhension du territoire à travers les éléments suivants :

- composition du milieu naturel,
- gestion et implantation anthropique sur le territoire,
- mise en évidence des bâtiments nécessaires à la gestion de crise et au retour à la normale, de ceux susceptibles de recevoir du public et des établissements publics et scolaires.

L'ensemble de ces informations est réuni suite à la synthèse des documents suivants :

- photographies aériennes,
- ortho-photographies de l'IGN,,
- carte IGN (1/25000°),
- rapport « l'environnement naturel du territoire, état initial de l'environnement », version provisoire, janvier 2005, fourni par la mairie,
- plan de ville de Lamalou-les-Bains,
- dossier de presse de l'office du tourisme,
- carte d'urbanisation future (1/5000°).

4.2 Les principaux enjeux

L'analyse des enjeux met en évidence les catégories suivantes :

- Bâtiments stratégiques et nécessaires à la gestion de crise :
 - hôpital,
 - maison de retraite, centres de rééducation fonctionnelle, établissements thermaux, maisons de repos, maisons d'accueil spécialisées,
 - poste de police,
 - bâtiment de service pouvant accueillir du public (mairie, école, lieu de culte, poste...).
- Les zones urbanisées et les projets d'urbanisations:
 - zones d'habitations dense et dispersées,
 - zone d'activités,
 - patrimoine historique,
 - Zones d'urbanisation projetées.
- Zones non urbanisées exploitées ou non :
 - zones agricoles,
 - zones de garrigues.
- Zones touristique et de loisir :
 - terrain de camping,
 - zone dédiée aux loisirs (golf, terrain de foot, piscine, terrain de pétanque..).
- voies de circulation :
 - Routes nationales, départementales et voie communales.
- Energie :
 - Lignes électriques.

4.3 La carte des enjeux

La carte des enjeux illustre les catégories présentées dans le paragraphe précédent sur un fond topographique au 1/5000^e.

5 PRINCIPES D'ELABORATION DU PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

Le plan de zonage réglementaire traduit la carte d'aléas en terme de mesures de prévention ou d'interdiction à mettre en œuvre. Il résulte d'une concertation entre les collectivités et les services instructeurs. L'analyse des aléas et des enjeux permet d'appréhender et d'évaluer le risque pour les personnes et les biens.

Sont donc distingués les espaces urbanisés et les zones naturelles ou agricoles. Le principe étant de ne pas augmenter la vulnérabilité dans les zones exposées, les aménagements en zone d'aléas fort sont interdits de façon systématique (zone rouge). Ils peuvent être envisagés exceptionnellement dans les zones d'aléa moyen dans les zones à enjeu fort lorsque les phénomènes sont jugés compatibles et qu'il existe des solutions techniques économiquement réalisables (le plus souvent le coût des études et travaux à réaliser ne peut être assumés que par une collectivité ou un groupement de propriétaires). Enfin les aménagements sont permis dans les zones d'aléas faibles sous réserve du respect des mesures détaillées dans le règlement.

Phénomène naturel	Niveau d'aléa	Espaces urbanisés	Zones naturelles ou agricoles
Glissement de terrain, Eboulement, Chutes de blocs	Aléa fort	Rouge	Rouge
	Aléa moyen	Bleu foncé	Rouge
	Aléa faible	Bleu clair	Bleu clair
Effondrement	Aléa fort	Rouge	Rouge
	Aléa moyen	Sans objet	Rouge
	Aléa faible	Sans objet	
Retrait gonflement des argiles	Aléa fort	Sans objet	
	Aléa moyen	Bleu clair	
	Aléa faible		
Aléa nul ou considéré comme négligeable, venant s'ajouter au risque sismique		Non colorées	Non colorées

Cas particulier de l'aléa retrait gonflement des argiles :

Ce phénomène n'implique pas d'interdiction d'occupation du sol. La traduction de la carte d'aléa retrait-gonflement en zonage réglementaire résulte d'une méthodologie établie par le département des Deux-Sèvres.

Une bande de sécurité de 50 mètres de largeur a été intégrée aux limites de la carte départementale d'aléa, afin de tenir compte de l'imprécision des contours définis à petite échelle.

A l'instar de l'hétérogénéité de certaines formations géologiques et de la différence d'échelle, la transcription de la carte d'aléa départementale en un plan de zonage communal, peut entraîner localement des divergences. Ainsi seule une étude géotechnique à la parcelle peut permettre d'établir un diagnostic fiable et définitif quant au degré d'exposition réel au phénomène de retrait et de gonflement des argiles. En l'absence d'une généralisation de telles études, la retranscription de la carte départementale d'aléa a été jugé comme étant le meilleur compromis coût/efficacité pour établir des P.P.R en fonction des données actuellement disponibles. Un choix qui se justifie par le fait que les prescriptions mises en œuvre dans le cadre du PPR sont simples et peu coûteuses, même lorsque l'aléa a été défini comme fort.