



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction
départementale
des territoires

Aveyron

Service Énergie, Déchets
et Prévention des Risques

Unité
Prévention des Risques

PPR

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES MOUVEMENTS DE TERRAIN (GLISSEMENTS ET CHUTES DE BLOCS)

Commune de Salles la Source

I - Note de présentation

Prescrit par
Arrêté préfectoral
n° 2007-89-3
du 30 mars 2007
Approuvé par
Arrêté préfectoral
n° 2010-117-13
du 27 avril 2010

Dossier d'approbation

**Mars
2010**

Sommaire

1.	AVANT-PROPOS	3
2.	DOSSIER REGLEMENTAIRE	4
3.	MÉTHODE D'APPRÉCIATION DES RISQUES LIÉS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN	5
3.1	ÉTABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE ET CARACTERISATION DES ALEAS	5
3.2	IDENTIFICATION DES ENJEUX	5
3.3	CROISEMENT DES ALEAS ET DES ENJEUX : NOTION DE RISQUE	6
4.	SITUATION – GEOMORPHOLOGIE DE LA COMMUNE DE SALLES-LA-SOURCE	7
5.	CONTEXTE GEOLOGIQUE	9
5.1	DESCRIPTIONS DES FACIES	10
5.1.1	<i>La formation des « grès rouges » du Permien</i>	10
5.1.2	<i>Les formations carbonatées du Secondaire</i>	10
5.1.3	<i>Les formations superficielles du Quaternaire</i>	11
5.2	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	12
6.	TYPLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN	12
6.1	GLISSEMENTS DE TERRAIN	12
6.1.1	<i>Glissements de masse</i>	13
6.1.2	<i>Glissements localisés</i>	13
6.2	COULEES DE BOUE	14
6.3	PHENOMENES DE SOLIFLUXION	14
6.4	CHUTES DE MASSES ROCHEUSES	15
6.5	AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT AU DROIT DE CAVITE SOUTERRAINE	15
6.6	FACTEURS D'INSTABILITE	16
6.7	VULNERABILITE	16
7.	RECENSEMENT DES PHENOMENES D'INSTABILITE SUR LA COMMUNE	17
7.1	GLISSEMENTS DE TERRAIN	17
7.2	GRANDES MASSES GLISSEES (MOUVEMENTS FOSSILES)	19
7.3	CHUTES DE MASSES ROCHEUSES	20
7.3.1	<i>Caractéristiques structurales des falaises</i>	20
7.3.2	<i>Phénomènes observés</i>	23
7.4	EFFONDREMENTS AU DROIT DE CAVITES SOUTERRAINES	25
8.	CARACTERISATION DES ALEAS	26
8.1	DEFINITION	26
8.2	PHENOMENES DE REFERENCE	26
8.3	QUALIFICATION DES ALEAS	26
8.3.1	<i>Notion d'intensité</i>	26
8.3.2	<i>Notion de probabilité d'occurrence et de délai</i>	27
8.3.3	<i>Caractérisation des aléas liés aux glissements de terrain</i>	27
8.3.4	<i>Caractérisation des aléas liés aux chutes de masses rocheuses</i>	28
8.4	LIMITES ET INCERTITUDES DES CARTES D'ALEAS	31
9.	EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES	32
9.1	DEFINITION	32
9.2	METHODOLOGIE	32
9.2.1	<i>Détermination des zones urbanisées et des zones à lotir</i>	32
9.2.2	<i>Détermination des zones d'activités industrielles et commerciales</i>	32
10.	CROISEMENT DES ALEAS ET DES ENJEUX	33
11.	CONCLUSION	34

Liste des figures

FIGURE 1 : COMMUNE DE SALLES-LA-SOURCE – PLAN DE SITUATION	7
FIGURE 2 : SITUATION GEOMORPHOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	8
FIGURE 3 : SCHEMA GEOLOGIQUE	9
FIGURE 4 : GLISSEMENT DE MASSE	13
FIGURE 5 : LOUPE DE GLISSEMENT ELEMENTAIRE	13
FIGURE 6 : COULEE DE BOUE	14
FIGURE 7 : PHENOMENES DE SOLIFLUXION (FLUAGE DES SOLS DE SURFACE)	14
FIGURE 8 : CHUTES DE MASSES ROCHEUSES	15
FIGURE 9 : EFFONDREMENT AU DROIT D'UNE CAVITE SOUTERRAINE	15
FIGURE 10 : ALEA DE PROPAGATION	30
FIGURE 11 : HABITATIONS EXPOSEES A UN ALEA « CHUTES DE MASSES ROCHEUSES » MOYEN OU FORT	33

Liste des annexes

ANNEXE 1 : GLOSSAIRE	36
ANNEXE 2 : SOURCES D'INFORMATION	39
ANNEXE 3 : GUIDES A CARACTERE METHODOLOGIQUE	40

1. AVANT-PROPOS

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 30 mars 2007, le Préfet de l'Aveyron a prescrit par arrêté l'établissement d'un plan de prévention des risques liés aux mouvements de terrain sur la commune de Salles-la-Source (arrêté n° 2007-89-3). Les mouvements étudiés correspondent aux glissements et aux chutes de masses rocheuses (chutes de pierres, chutes de blocs, éboulements). Une analyse informative des effondrements au droit de cavités souterraines d'origine naturelle a de plus été effectuée. Il est important de noter que le P.P.R. ne concerne pas les mouvements liés à l'activité sismique ni les phénomènes de retrait-gonflement des terrains argileux.

Le périmètre mis à l'étude correspond aux limites du territoire communal.

La Direction Départementale de l'Équipement de l'Aveyron, 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.

L'étude des risques s'est appuyée sur une prospection *in situ* menée en juillet 2006 et complétée en février 2007, sur l'examen de photographies aériennes et sur une enquête menée auprès des services de la Mairie.

2. DOSSIER REGLEMENTAIRE

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 SALLES-LA-SOURCE**

3. 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),
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.

3.1 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 corréler 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.

3.2 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 territoires communaux.

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.

3.3 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.

4. SITUATION – GEOMORPHOLOGIE DE LA COMMUNE DE SALLES-LA-SOURCE

La commune de Salles-la-Source est située au nord du département de l'Aveyron, à environ 10 kilomètres au nord-ouest de Rodez. Le territoire communal s'étend principalement sur le Causse Comtal.

Le relief tabulaire du secteur est marqué par des altitudes variant de 611 mètres NGF (point culminant au Puech des Molières) à 285 mètres NGF dans la vallée du Créneau au niveau du Mas. Sur la commune, les dénivelés maxima entre le fond de vallée et la crête des plateaux peuvent atteindre 240 mètres.

Le village de Salles-la-Source est édifié sur un versant sud /sud-ouest au droit d'un important amphithéâtre rocheux (reculée). Les escarpements formant le rebord du causse dominent la quasi-totalité du village.

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

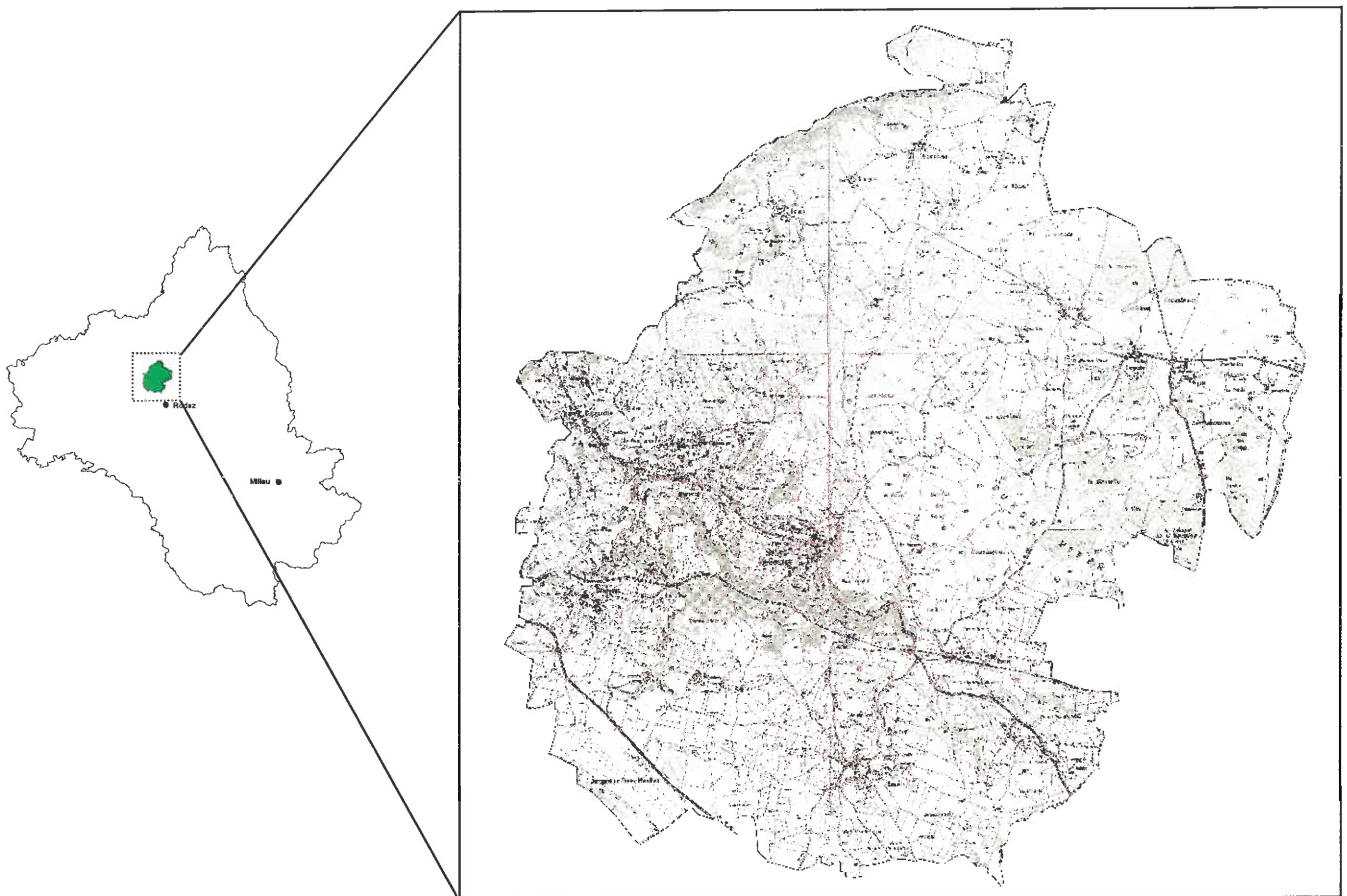


Figure 1 : Commune de Salles-la-Source – Plan de situation
Extrait du SCAN 25 de l'I.G.N.

La région, s'inscrivant dans la bordure sud du Massif Central, est caractérisée par plusieurs causses jurassiques se développant vers l'est (Causse Comtal et Causse de Séverac). Ces causses ont été découverts par l'érosion fluviale de l'Aveyron et du Lot. Ces cours d'eau drainent respectivement le bassin sud et le bassin nord. Les unités morphologiques délimitant la région sont les massifs primaires du Ségala et du Lézou au sud, le plateau de l'Aubrac au nord et le socle cristallin du Rouergue à l'ouest.

La zone d'étude s'étend exclusivement sur le Causse comtal. Au sein de cette zone, deux grandes divisions se distinguent :

- le Causse Comtal *sensu stricto* au nord, constitué de roches calcaires appartenant au Jurassique moyen,
- le Causse de Souyri au sud, comprenant les séries carbonatées du Jurassique inférieur.

Ces deux divisions ont été mises en place par la faille de Sébazac-Concourès. Leur distribution géographique est représentée sur la figure ci-dessous.

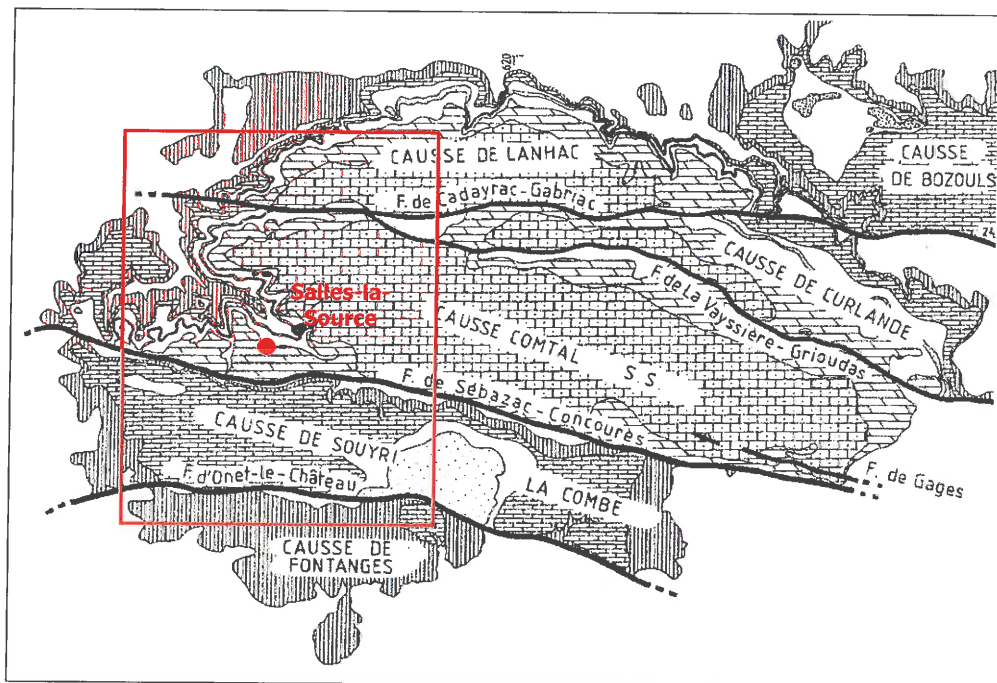


Figure 2 : Situation géomorphologique de la zone d'étude
Source : E.D. Dodge

5. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La commune de Salles-la-Source s'inscrit dans un contexte géologique représenté par trois grands ensembles :

- la formation des « grès rouges » du Permien,
- les formations carbonatées du Secondaire,
- les formations superficielles du Quaternaire correspondant à l'accumulation de matériaux (recouvrement colluvial, éboulis, chaos et encroûtements calcaires) et aux dépôts fluviatiles (alluvions).

Les formations superficielles viennent généralement en recouvrement des séries carbonatées et gréseuses. De ce fait, peu de séries sont visibles à l'affleurement sur les pentes.

D'un point de vue tectonique, les couches ont un pendage très faible voire horizontal. Trois grands accidents de direction est-ouest traversent le secteur de Salles-la-Source.

Les principales formations constituant le substratum sont délimitées sur la carte simplifiée suivante. Ces limites sont précisées plus finement sur les cartes informatives jointes dans le deuxième volet du document.

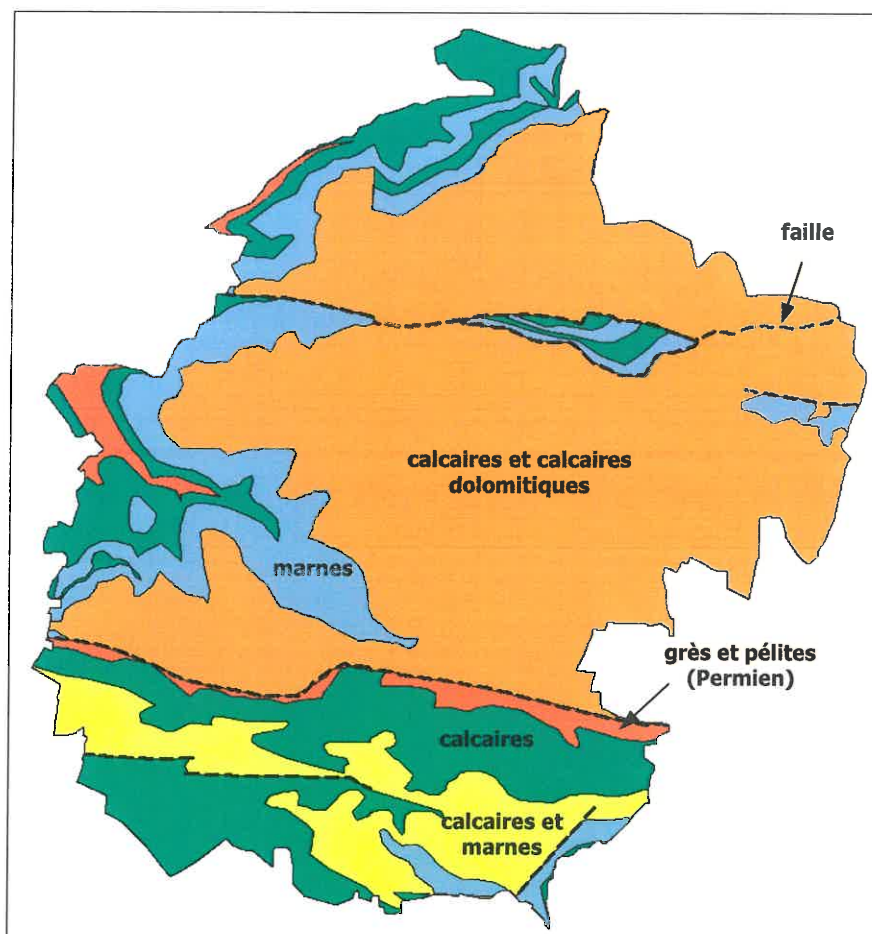


Figure 3 : Schéma géologique

5.1 Descriptions des faciès

5.1.1 La formation des « grès rouges » du Permien

Cette formation basale affleure en fond de vallée et le long de la faille de Seveyrac au sud de la commune. Elle est caractérisée par un faciès dominant de pélites intercalés de corps gréseux. A l'affleurement, elle est visible sur le versant face à la gare de Salles-la-Source et sur le secteur de Cougouse.

5.1.2 Les formations carbonatées du Secondaire

Le substratum régional est représenté par deux séries carbonatées encadrant une importante formation marneuse. Ces faciès appartiennent au Jurassique Inférieur et Moyen - Hettangien à Bathonien -.

- La série carbonatée inférieure : elle se compose des terrains du Carixien à l'Hettangien. La série se retrouve au sud de la commune de Salles-la-Source et dans la vallée formée par la rivière du Créneau. Elle forme également le Causse de Souyri. Plusieurs étages se succèdent :
 - l'Hettangien I_{1,2} est constitué d'une importante épaisseur de dolomies litées pouvant être intercalées de lits de marnes vertes,
 - le Sinémurien I_{3,4} est composé d'une alternance de dolomies et calcaires dans sa partie inférieure et principalement de calcaires oolithiques dans sa partie supérieure. Son épaisseur est de 15 à 20 mètres. On le retrouve en grande partie au niveau du Causse de Souyri,
 - le Carixien I₅ comprend une alternance de bancs de calcaires argileux et de marnes grises. Au sommet de la série, les marnes grises sont dominantes et marquent une transition avec le Domérien. Cet étage a une épaisseur globale de 10 à 12 mètres et marque généralement les replats herbeux de faible pente que l'on peut trouver au niveau de Souyri au sud de la zone d'étude.
- La série marneuse : elle correspond aux terrains du Domérien et du Toarcien. Ils représentent notamment les versants formant la vallée du Créneau. L'épaisseur globale de ces deux étages peut atteindre 120 mètres :
 - le Domérien I_{6a} et le Toarcien I_{7,8} sont composés respectivement de marnes grises à ammonites pyriteuses et de marnes grises micacées. Au sommet des marnes toarciennes, on peut noter la présence d'un horizon d'oolithe ferrugineuse que l'on retrouve seulement au niveau de Lagarde dans le nord-est de la commune. Cet horizon a été exploité au XIX^{ème} siècle comme minerai de fer,
 - ces deux formations sont séparées par le Domérien supérieur I_{6b} constitué par 10 mètres de calcaire roux biodétritique et situé en milieu de pente sur les versants de Salles-la-Source.
- La série carbonatée supérieure : elle forme le rebord du Causse Comtal ; elle est donc marquée par les falaises surplombant notamment Salles-la-Source. Elle comprend les étages du Bathonien et du Bajocien dont l'épaisseur globale est d'environ 80 mètres. Cette formation est touchée par un important processus de dissolution (phénomènes karstiques) :
 - le Bajocien J₁ est constitué par une épaisseur importante de calcaires oolithiques et de calcaires fins,
 - le Bathonien J_{2-2a} est formé par des calcaires sub-lithographiques qui constituent notamment les plateaux du Causse Comtal.

5.1.3 Les formations superficielles du Quaternaire

Ces formations viennent généralement en recouvrement des séries carbonatées et pélitiques. Elles sont de deux types :

- les formations d'accumulation présentes sur les pentes (colluvions, éboulis et tufs),
- les formations alluviales localisées en fond de vallée (alluvions).

Sur la commune de Salles-la-Source, les formations de pente sont de quatre types : les colluvions, les éboulis calcaires, les chaos de blocs, les travertins ou « tufs ».

Les colluvions sont largement représentés sur les versants de nature marneuse. L'origine de ces matériaux est liée au démantèlement des corniches calcaires et à l'altération des marnes sous-jacentes. Les apports de pente sont donc constitués de cailloutis noyés dans une matrice argileuse. La fraction argileuse est généralement dominante et il arrive que la proportion de cailloutis soit relativement faible. Les épaisseurs de cette couche sont très variables mais sont en général plus importantes en pied de versant.

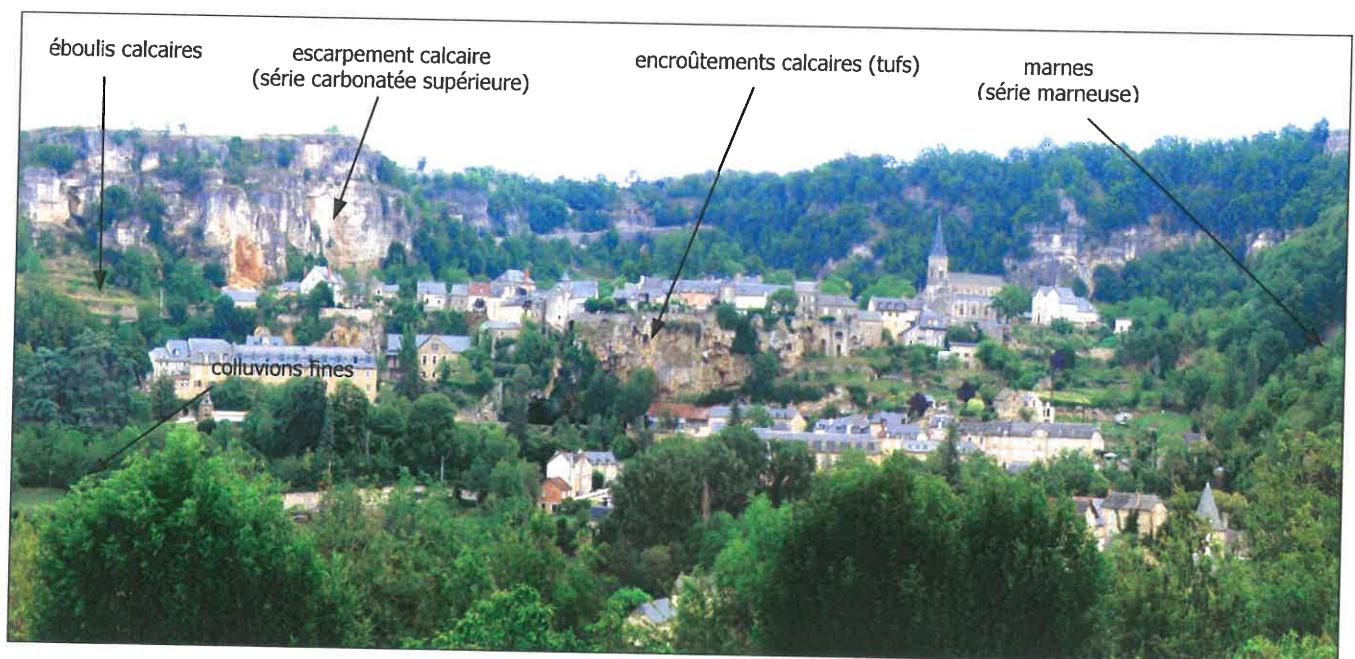
Les éboulis calcaires, présents au pied des corniches, sont issus de la désagrégation des parois calcaires. La taille des éléments est fortement hétérogène (du millimètre au mètre, voire plus dans les cas particuliers). On retrouve de plus dans ces matériaux une légère pollution de limons. Les éboulis forment de larges étendues boisées caractérisées par des pentes supérieures à 25°.

Les chaos de blocs traduisent l'écroulement en masse des corniches sus-jacentes. On peut noter un démantèlement total des corniches sur le versant sud de Salles-la-Source. Les blocs, disposés de manière irrégulière, ont généralement des dimensions importantes.

Les encroûtements calcaires, appelés travertins ou « tufs », se retrouvent au niveau des reculées du Causse Comtal, principalement au village de Salles-la-Source où ils constituent un véritable plateau délimité par des pans de falaises. Ils résultent de la précipitation et du dépôt de carbonates au droit de certaines émergences.

Les formations alluviales sont peu importantes sur le secteur. Elles se situent au fond des vallées. Ce sont généralement des limons d'inondations reposant sur des sables, des graviers et des galets.

La prise de vue ci-dessous illustre l'organisation des terrains sur le versant du village de Salles-la-Source. La coupe page suivante présente de manière synthétique la nature, l'organisation des terrains et les systèmes karstiques.



5.2 Contexte hydrogéologique

Les formations alluviales présentes dans le fond de la vallée du Créneau et de ses affluents constituent un premier type d'aquifère constamment alimenté par les bassins versants. Un second type d'aquifère se retrouve dans les séries carbonatées supérieures et inférieures où les circulations d'eau sont favorisées par les discontinuités des massifs (diaclasses, joints, fractures éventuellement agrandies par dissolution, système karstique, ..) :

- la série supérieure, fortement karstifiée, constitue un réservoir perché. Les émergences sourdent à la base de la formation, au contact des marnes toarciennes imperméables,
- la série carbonatée inférieure est un réservoir de capacité moins importante au niveau du Causse Comtal en raison de sa position stratigraphique. Il est principalement alimenté, dans la vallée de Salles-la-Source, par les eaux de ruissellement ou les eaux provenant des émergences au toit des marnes. Par contre, sur le Causse de Souyri, son importance est développée par un *impluvium* très étendu.

Compte tenu de l'imperméabilité des marnes, les eaux provenant de la série calcaire supérieure s'écoulent superficiellement sur les versants. Les circulations se font préférentiellement dans les terrains de couverture et/ou à l'interface substratum / recouvrement. Les accumulations d'éboulis constituent parfois de petits aquifères ponctuels de faible extension. Les écoulements superficiels se traduisent par l'apparition de sources sur l'ensemble des versants, notamment en partie basse

Enfin, il est important de noter que les systèmes karstiques peuvent être soit actifs, c'est-à-dire accueillant des écoulements pérennes ou réguliers, soumis ainsi à une évolution continue des cavités ; soit fossiles, c'est à dire en position perchée par rapport au précédent système et donc sans écoulements.

6. TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

Référence : extrait du rapport « Atlas départemental des mouvements de terrain – Aveyron », L.R.P.C. Toulouse, juin 2007

Les mouvements de terrain correspondent au déplacement gravitaire de masses déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques. Les phénomènes d'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. Différents critères permettent de classer les mouvements de terrain : le mécanisme de rupture et la cinématique du déplacement des terrains ; la nature des matériaux concernés ; le volume des matériaux déplacés.

Dans la présente note, l'expression « mouvements de terrain » regroupe :

1. les glissements, les coulées de boue et les phénomènes de fluage (solifluxion),
2. les chutes de masses rocheuses (pierres, blocs et éboulements),
3. les affaissements et effondrements au droit de cavités souterraines.

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

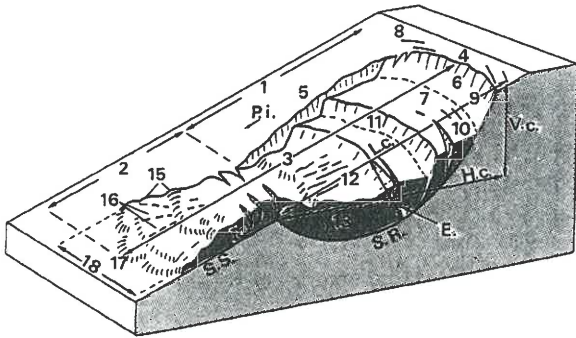
6.1 Glissements de terrain

Trois familles se distinguent :

- les glissements de masses,
- les glissements localisés,
- les coulées boueuses assimilables à des glissements superficiels.

6.1.1 Glissements de masse

Il s'agit de mouvements rotationnels, d'épaisseur plurimétrique (> à 10 mètres). Les surfaces de rupture sont en règle générale circulaires (glissement simple), mais il peut arriver qu'elles soient non circulaires (glissement complexe). Les grands mouvements observables dans le département sont soit des glissements « en escaliers », soit des glissements composés (masse glissée décomposée en une combinaison d'éléments plans et d'éléments courbes). Les masses glissées peuvent être actives, inactives ou à l'état d'équilibre limite.



1 : zone de départ ; 2 : zone d'accumulation ; 3 : longueur de déplacement ; 4 : couronne ; 5 : flanc droit ; 6 : escarpement principal ; 7 : tête ; 8 : fissures de couronne ; 9 : sommet ; 10 : fissures transversales ; 11 : escarpement secondaire ; 12 : zone de fissures longitudinales ; 13 : corps principal ; 14 : pied ; 15 : bourrelets ; 16 : fissures radiales ; 17 : pointe ; 18 : front
Lc : longueur de la surface de rupture ; **Hc** : composante horizontale de Lc ; **Vc** : composante verticale de Lc ;

E : épaisseur maximale ; *Pi* : pente initiale ; *Ss* : surface de séparation ; *Sr* : surface de rupture

Figure 4 : Glissement de masse (d'après D.J. Varnes)

6.1.2 Glissements localisés

Les glissements localisés sont les phénomènes les plus répandus dans le département. 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 surface de rupture sont généralement situées aux interfaces (couverture / substratum par exemple).

Comme précédemment, les glissements localisés peuvent être actifs, inactifs ou à l'état d'équilibre limite. La figure ci-après décrit schématiquement le mécanisme de rupture d'une loupe de glissement élémentaire.

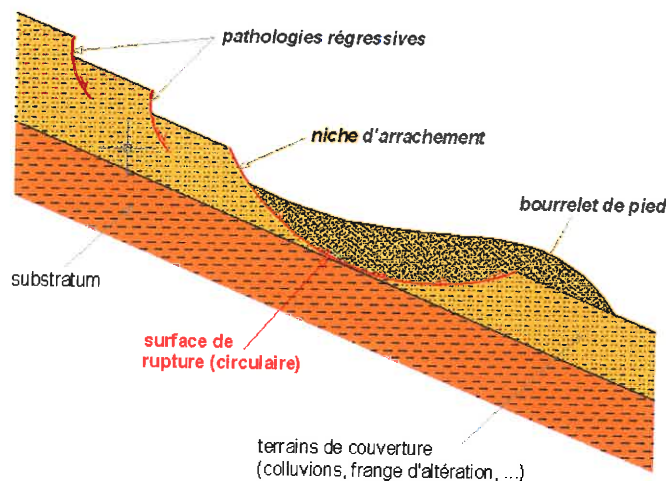


Figure 5 : Loupe de glissement élémentaire

6.2 Coulées de boue

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

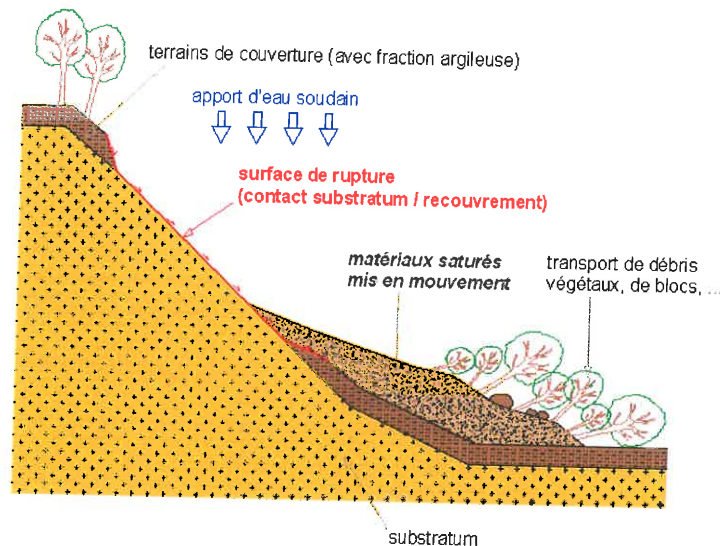


Figure 6 : Coulée de boue

6.3 Phénomènes de solifluxion

Les phénomènes de solifluxion correspondent aux déformations de la couverture argileuse sous l'effet de la gravité. Ils traduisent l'écoulement lent et visqueux d'un sol gorgé d'eau sur une pente. Les plans de glissement sont généralement situés à l'interface substratum sain / recouvrement. La superficie des sols glissés peut atteindre plusieurs centaines de mètres carrés. Ces déformations se traduisent par des figures morphologiques caractéristiques, tel que les moutonnements. Compte tenu du caractère superficiel du phénomène, seuls les mouvements récents sont visibles.

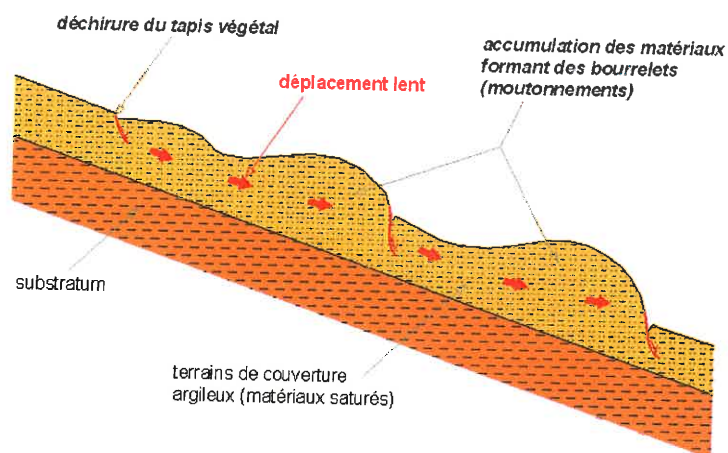


Figure 7 : Phénomènes de solifluxion (fluage des sols de surface)

6.4 Chutes de masses rocheuses

Dans le domaine rocheux, les masses prédecoupées 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).

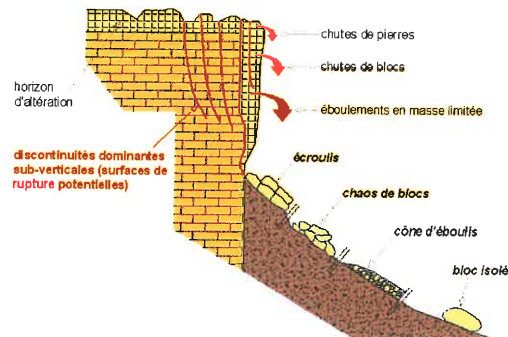


Figure 8 : Chutes de masses rocheuses

- 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 rassembler dans un enchevêtrement formant chaos. Enfin, les « écoulements de masse » concernent des panneaux entiers voire des compartiments effondrés ayant partiellement conservé leur structure.

6.5 Affaissement et effondrement 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.

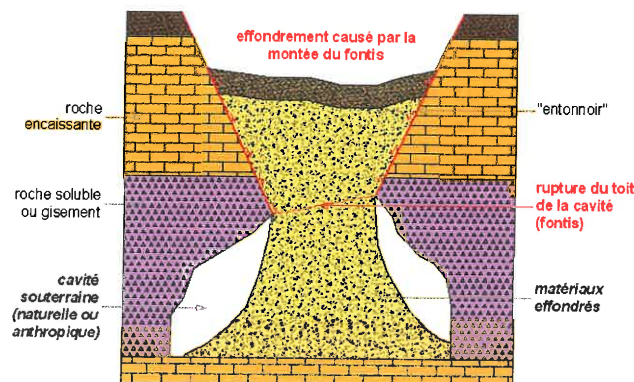


Figure 9 : Effondrement au droit d'une cavité souterraine

6.6 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.

6.7 Vulnérabilité

Suivant l'ampleur et la dynamique du phénomène, les mouvements de terrain peuvent présenter un caractère de danger pour les vies humaines et pour les biens.

Sur les versants, les glissements de terrain présentent surtout un danger pour les biens existants. En effet, la cinématique des phénomènes est souvent lente et permet l'évacuation des populations exposées dès la manifestation de signes annonciateurs (sauf dans le cas de la rupture d'un ouvrage confortatif où les vitesses de déplacement sont élevées). Le risque « humain » est donc très faible. Sur les flancs abrupts et dans les fonds de thalwegs, les phénomènes de coulées boueuses susceptibles de se manifester à la suite de fortes pluies peuvent mettre en péril la sécurité des personnes et des biens.

Au pied des parois rocheuses, les éboulements et les chutes de blocs présentent quasi-systématiquement un danger pour les personnes et les biens du fait de la soudaineté de la rupture et de la rapidité de la propagation des masses mises en mouvement. Le caractère imprévisible des effondrements au droit de cavités souterraines rend le phénomène tout aussi dangereux que les éboulements.

7. RECENSEMENT DES PHENOMENES D'INSTABILITE SUR LA COMMUNE

Les prospections *in situ*, constituant la base du diagnostic géotechnique, ont été menées en juillet 2006 et complétées en février 2007. Au préalable des reconnaissances de terrain, une analyse de photographies aériennes (I.G.N., mission de 1992) a été effectuée. Les données obtenues ont été vérifiées et confirmées par l'examen sur le terrain des traces d'anciens mouvements et par l'observation d'indices actuels. Parallèlement à ces travaux, une enquête a été menée auprès de la mairie et des riverains. Les témoignages oraux ainsi recueillis ont constitué une précieuse source d'information sur les événements passés et actuels

Les cartes informatives, dressées au 1 / 15 000^{ème} sur un fond de plan topographique, sont jointes dans le volet 2 (cartes « glissements » et « chutes de masses rocheuses »). Ces cartes repèrent et qualifient l'ensemble des instabilités relevées. En plus des phénomènes naturels d'instabilité, les cartes font 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, ...

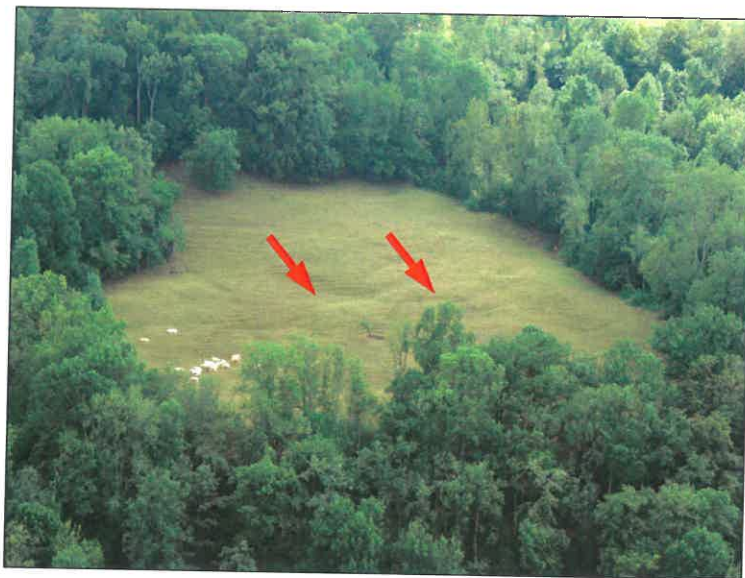
La carte relative aux effondrements au droit de cavités souterraines est fournie dans une note spécifique à cette problématique. Cette note constitue une pièce complémentaire de la présente étude.

7.1 Glissements de terrain

Les versants argilo-marneux de la vallée du Créneau et des vallées secondaires présentent de nombreux signes d'instabilité. Les mouvements, répartis sur l'ensemble du territoire communal, concernent surtout les fortes pentes à caractère humide.

Le phénomène le plus répandu est le fluage des sols de surface (solifluxion). Des moutonnements traduisant un déplacement lent des terrains de couverture ont été constatés dans de nombreux secteurs, notamment sur le versant faisant face aux villages de Salles-la-Source et de Saint-Laurent, au lieu dit « Puech de Mas », dans des combes au nord et à l'est de Seveyrac, au dessus du hameau de Limagne et sur les pentes en contrebas du village de Solsac.

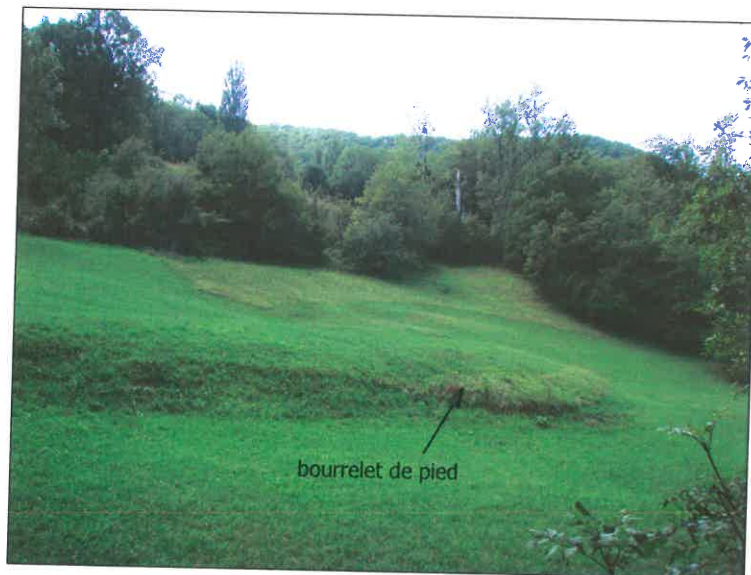
On notera que pour ce type de mouvement, seuls les plus récents sont visibles étant donné le caractère superficiel du phénomène.



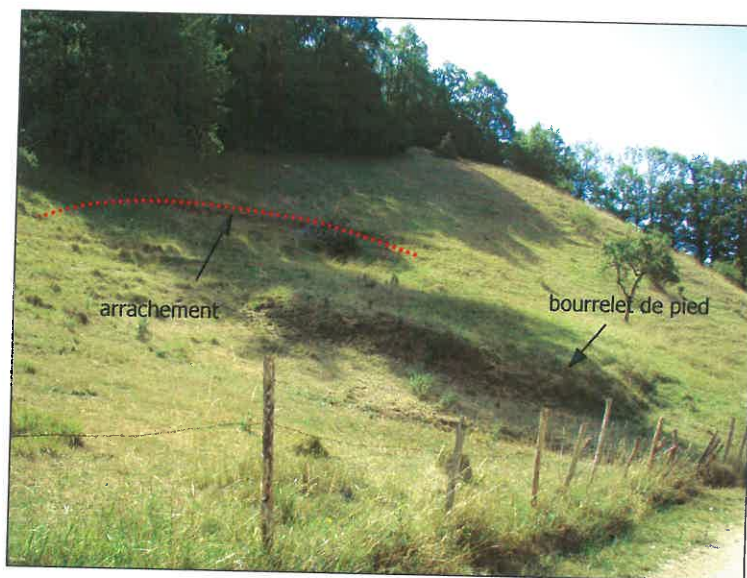
Lieu-dit « Bourrande », à proximité de la grotte de Bouche Rolland
Fluage / glissement superficiel

Sur la commune, des glissements circulaires ou plans caractéristiques ont de plus été observées, les principaux étant situés de part et d'autre du Créneau au sud-ouest de Saint-Laurent, sur le versant entre Le Monteil et Larroque, au dessus de Sainte-Austremoine et sur la route départementale 901 (section entre la source de Picardie et la centrale hydroélectrique).

Il s'agit de phénomènes actifs entraînant un important remaniement des terrains en surface.

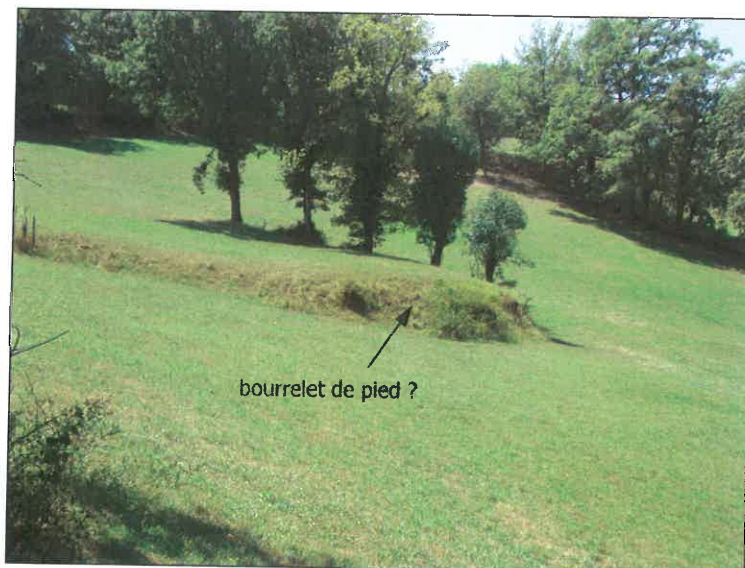


Lieu-dit « Montredon »
Loupe de glissement



Pente au sud de Larroque
Loupe de glissement

Enfin, les reconnaissances de terrains ont permis d'identifier de nombreuses pentes d'aspect douteux, c'est à dire présentant une morphologie accidentée ou remaniée pouvant correspondre aux cicatrices d'anciens mouvements.



*Versant sous la voie ferrée, en face du village de Salles-la-Source
Glissement supposé*

7.2 Grandes masses glissées (mouvements fossiles)

Le versant faisant face aux villages de Salles-la-Source et Saint-Laurent est caractérisé par une morphologie atypique. La partie sommitale forme un large cirque circonscrit par des escarpements rocheux très fracturés. Sous ces escarpements, le versant se développe de manière irrégulière en dégageant des pentes plus ou moins fortes.

Cette morphologie particulière pourrait correspondre aux vestiges d'un grand mouvement fossile, la partie sommitale constituant l'escarpement principal du glissement. La présence d'affleurements totalement désorganisés dans la partie médiane de la pente favorise l'hypothèse d'un ancien glissement. De plus, les décollements visibles au pied des escarpements rocheux en crête pourraient correspondre à une décompression du massif, signe d'une certaine activité.

En face, au niveau du village de Saint-Laurent, la présence d'un ancien grand glissement est plus nette. Les bords du mouvement sont marqués par des talus rocheux et un chaos de blocs forme le corps du glissement.



*Versant sous la voie ferrée, en face du village de Salles-la-Source
Glissement supposé*

7.3 Chutes de masses rocheuses

7.3.1 Caractéristiques structurales des falaises

Sur la commune, trois types de falaise ont été recensés : les falaises massives, les falaises découpées et les falaises fracturées ou désorganisées. À ces trois types de falaises, il a été associé deux autres différenciations de massif rocheux : les affleurements et les chandelles.

7.3.1.1 Falaises massives

L'allure massive des falaises est donnée par une certaine régularité de la crête. Les parois sont de hauteur variable et peuvent former de simples affleurements. On distingue néanmoins la stratigraphie sub-horizontale constituée de bancs réguliers dont les joints peuvent s'être détériorés par l'altération superficielle. Peu diaclasées, les parois ne comportent pas de surplombs importants ni de masses fortement sous-cavées.

Il est important de noter que les falaises massives sont peu représentées sur la commune de Salles-la-Source.



Secteur de Saint-Laurent
Maisons adossées à des falaises massives

7.3.1.2 Falaises découpées

Les falaises découpées se développent essentiellement dans les formations du Bajocien mais aussi du Bathonien. Le démantèlement des crêtes, la fissuration, les diaclases verticales et l'ouverture des joints de stratification provoquent des découpages du rocher engendrant des instabilités potentielles. Ces instabilités se présentent sous des formes variées : écailles, blocs, ensembles de panneaux, chandelles, compartiments et dièdres de dimensions diverses pouvant atteindre plusieurs centaines de mètre cubes.

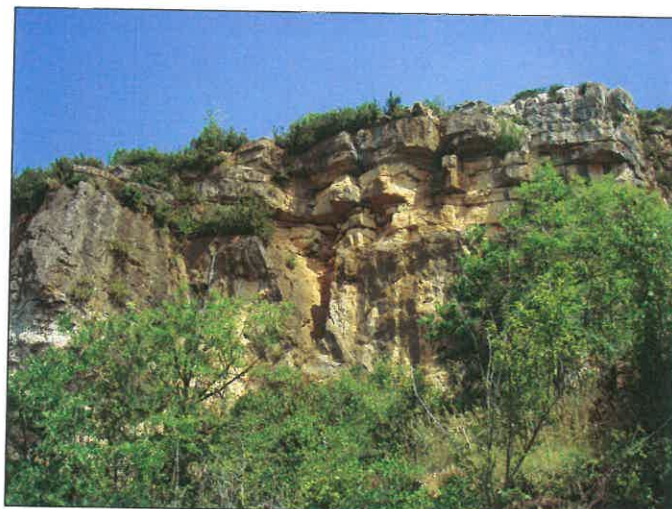


Village de Salles-la-Source, secteur du cimetière
Falaises découpées

7.3.1.3 Falaises fracturées

Les falaises fracturées sont issues des formations calcaires du Bajocien inférieur et du Domérien. On retrouve également ce type de paroi au niveau des encroûtements calcaires (travertins ou « tufs ») déposés dans les reculées du Causse Comtal. Les falaises et les crêtes, très irrégulières, présentent des masses très découpées. Leur agencement, souvent anarchique, engendre des instabilités de conglomérat de blocs. Des cavités et des surplombs accentuent le caractère désorganisé et imprévisible de ces falaises.

Enfin, les travertins ont la particularité de présenter à l'affleurement un aspect « carié », autrement dit caverneux et fragile. Toutefois, dans la masse, ces matériaux apparaissent plutôt compacts.



Secteur de Saint-Laurent
Falaises fracturées (surplomb en crête)



*Cascade de Salles-la-Source,
Falaises de travertin (« tuf »)*

7.3.1.4 Affleurements rocheux

Cette classification recense :

- les pointements et bancs rocheux affleurant sur les versants,
- les talus routiers terrassés dans le rocher.

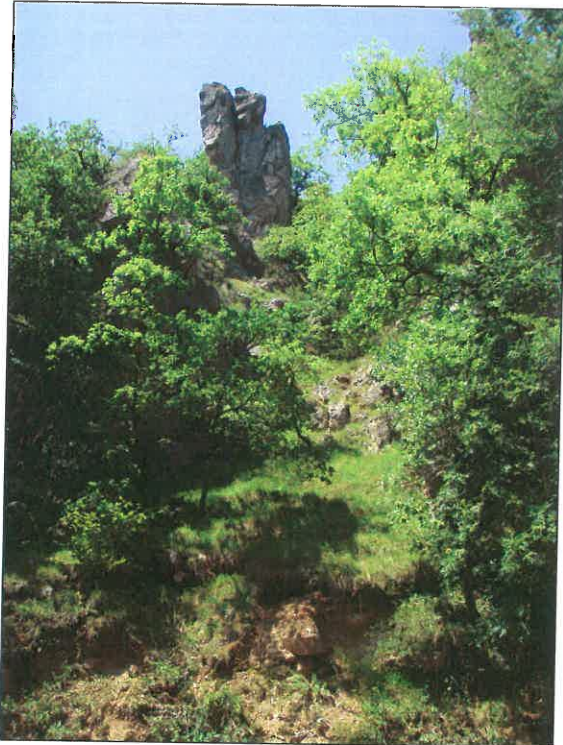
Les instabilités pour l'ensemble de ces affleurements varient des chutes pierres (talus routiers) aux chutes de blocs de plusieurs mètres cubes.



*Hameau de Foncoussergue
Nombreux affleurements rocheux*

7.3.1.5 Chandelles

Souvent isolées des barres rocheuses, par exemple celles rencontrées le long la R.D. 901 au sud-est de Salles-la-Source, les chandelles appartiennent néanmoins aux ensembles des falaises découpées. Elles ont été distinguées en raison de leur plus grande vulnérabilité (toutes les faces sont érodables). En plus des décollements d'écaille, de part leur forme en colonne, elles peuvent subir un basculement ou une rupture de pied.



R.D. 901 - Secteur entre le viaduc SNCF et Salles-la-Source
Chandelles isolées

7.3.2 Phénomènes observés

7.3.2.1 Chutes de blocs et éboulements en masse limitée

Ces phénomènes 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. Les «écroulis» de grosses masses concernent des panneaux entiers voire des compartiments effondrés ayant partiellement conservé leur structure d'origine. Enfin, on notera que les cicatrices observées sur les falaises sources peuvent déterminer les zones de départ. Une direction probable de propagation peut alors être estimée.

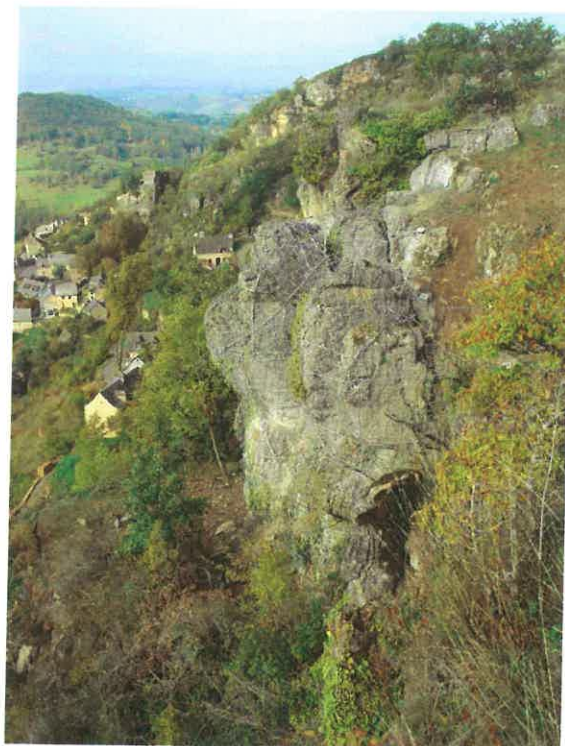
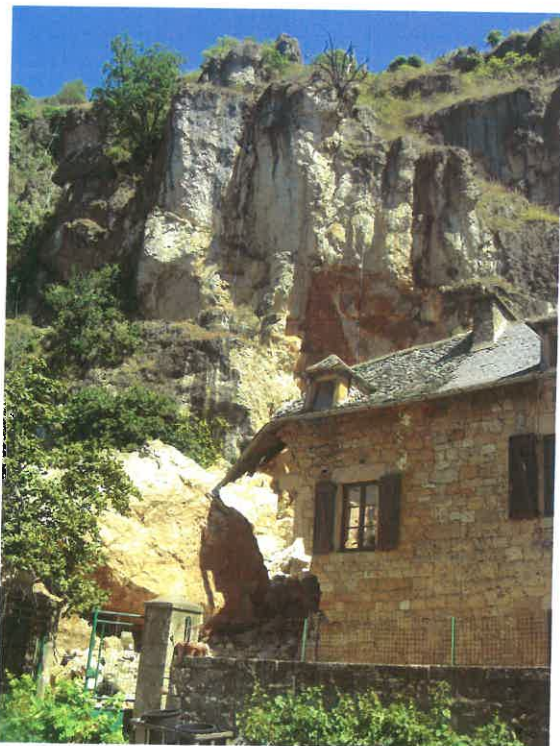
L'examen des versants et des pentes en contrebas des falaises est parfois contrarié par la présence d'un couvert végétal dense. On notera que le développement de la végétation assure un obstacle bénéfique limitant la propagation des blocs sur les versants.

7.3.2.2 Évènements marquants

L'histoire de Salles-la-Source est marquée par un éboulement tragique ayant entraîné la mort de sept personnes et la destruction de plusieurs habitations. Il s'agit de l'écroulement d'un massif de tufs survenu au hameau de Laroque en 1522.

Des évènements plus récents ont fait ressortir la vulnérabilité de certaines zones urbanisées situées en pied de falaises (villages de Salles-la source et de Saint-Laurent).

- À la suite de l'éboulement survenu le 23 juin 2005 sur la partie haute du village de Salles-la-Source, des travaux de purges, de clouage et d'emmaillotement ont permis une mise en sécurité partielle du site menacé.



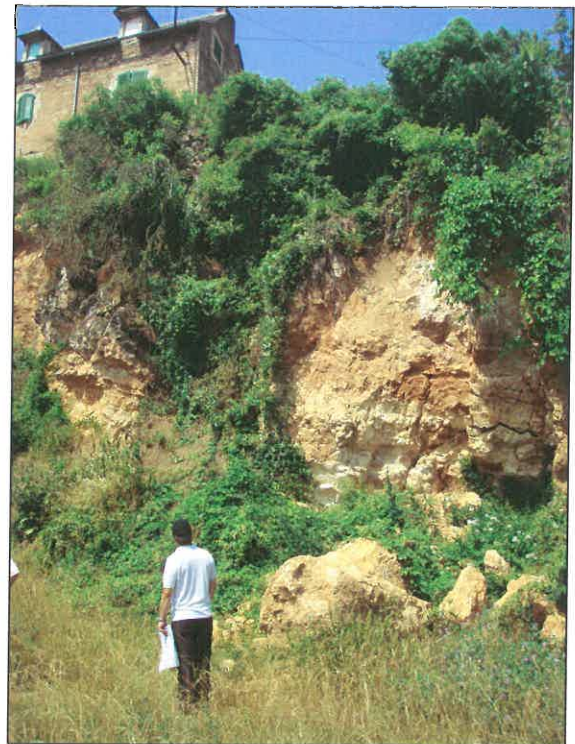
Partie haute du village de Salles-la-Source
Éboulement survenu en juin 2005 et travaux de mise en sécurité

- En août 2007, un bloc inférieur à $0,5 \text{ m}^3$ a terminé sa course dans l'annexe d'une maison au sud du cimetière de Salles-la-Source.
- En septembre 2007, un bloc d'environ $0,5 \text{ m}^3$ s'est détaché d'une paroi rocheuse très découpée surplombant une zone d'habitations récentes. Le bloc s'est propagé dans le jardin d'une habitation et s'est arrêté à la hauteur du mur de façade arrière (secteur du Monteil).
- En avril 1997, un talus constitué de travertins s'est localement écroulé, entraînant l'affaissement de la route située en crête (hameau du Monteil).

Les évènements précédents ainsi que d'autres phénomènes observés sont illustrés sur les photographies suivantes.



Village de Salles-la-Source - Secteur du cimetière
Bloc ayant atteint l'annexe de la maison (août 2007)



Hameau du Monteil
Instabilité d'une paroi de travertin (avril 1997)



Hameau du Puech
Chute récente de blocs de volume supérieur à 5 m³

7.4 Effondrements au droit de cavités souterraines

Cette problématique est traitée dans une note spécifique constituant une pièce complémentaire de la présente étude.

8. 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.

Les cartes d'aléas constituent le document définitif de l'évaluation scientifique des risques de mouvements de terrain. Ces cartes, dressées au 1 / 15 000^{ème} sur un fond de plan topographique, sont jointes dans le volet 2 (cartes « glissements » et « chutes de masses rocheuses »). Elles indiquent :

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

8.1 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 suivant :

- 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.

8.2 Phénomènes de référence

Les phénomènes de référence pris en compte dans le cadre de l'évaluation des risques naturels de mouvements de terrain sur la commune de Salles-la-Source sont :

- les glissements de terrain (loupes, glissements plans, solifluxions, coulées),
- les chutes de masses rocheuses.

Étant donné le caractère très particulier des effondrements au droit de cavités naturelles, cette problématique a fait l'objet d'une évaluation particulière. Cette analyse est proposée dans une note complémentaire jointe au dossier P.P.R..

8.3 Qualification des aléas

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 basée sur la probabilité d'occurrence des éboulements et sur le délai dans lequel ils peuvent se manifester.

8.3.1 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>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ glissement de masse (glissement profond) ▪ coulée de boue ▪ éboulements rocheux (> 100 m³) 	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 ▪ chute de blocs (1 dm³ à 100 m³) 	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 ▪ chute de pierres (< 1 dm³) 	D'un coût modéré et ne dépassant pas le cadre de la parcelle (généralement à maîtrise d'ouvrage individuelle)

8.3.2 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.

8.3.3 Caractérisation des aléas liés aux glissements de terrain

L'évaluation des aléas liés aux glissements de terrain s'est basée sur :

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

La quantification de l'aléa n'a donc pas pris en compte le couvert végétal ni la présence d'éventuels dispositifs confortatifs ou drainants ayant été mis en œuvre pour stabiliser une zone (efficacité des dispositifs non évaluée).

La carte d'aléas fait apparaître des zones stables, des zones potentiellement instables et des zones instables. La hiérarchisation de ces zones a été établie de la manière suivante.






➔ Dans le cas où des phénomènes d'instabilité ont été constatés (zone instable) :

- de l'intensité et de l'activité du mouvement (appréciées sur la base des observations visuelles),
- des indices hydrogéologiques relevés.

→ Dans le cas où il n'existe pas d'indices de mouvement (zone stable et potentiellement instable) :

- du contexte géologique, apprécié à partir des observations de terrains,
- des indices morphologiques, appréciés à partir des reconnaissances de terrain et de l'analyse des photographies aériennes,
- des indices hydrogéologiques relevés sur le terrain,
- de la pente du versant déterminée à partir de la carte I.G.N. au 1 / 25 000^{ème}.

Ces éléments sont représentés synthétiquement sur la grille ci-après suivant la hiérarchisation des aléas proposée en début de chapitre.

⇒ Aléa considéré comme nul :	- Zone stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable	
⇒ Aléa très faible :	- Zone supposée stable, caractérisée par une situation géotechnique favorable mais pouvant évoluer par le biais d'une intervention anthropique ou à la suite de conditions pluviométriques exceptionnelles	
⇒ Aléa faible :	- Zone actuellement stable mais restant sensible aux mouvements de terrain - Zone incertaine dont la stabilité est difficilement appréciable	
⇒ Aléa moyen :	- Zone potentiellement instable - Zone instable affectée par des mouvements actuels ou passés de faible intensité	
⇒ Aléa fort :	- Zone instable affectée par des mouvements d'intensité modérée à élevée	

8.3.4 Caractérisation des aléas liés aux chutes de masses rocheuses

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.

8.3.4.1 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 (1 dm³),
- 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 (m³),
- 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 (<1dm ³)	Aléa très faible à faible	Aléa très faible à faible	/
Modéré Chutes de blocs (< 100 m ³)	Aléa très faible à faible	Aléa moyen	Aléa fort
Élevé Éboulements (> 100 m ³)	/	Aléa fort	Aléa fort

8.3.4.2 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.

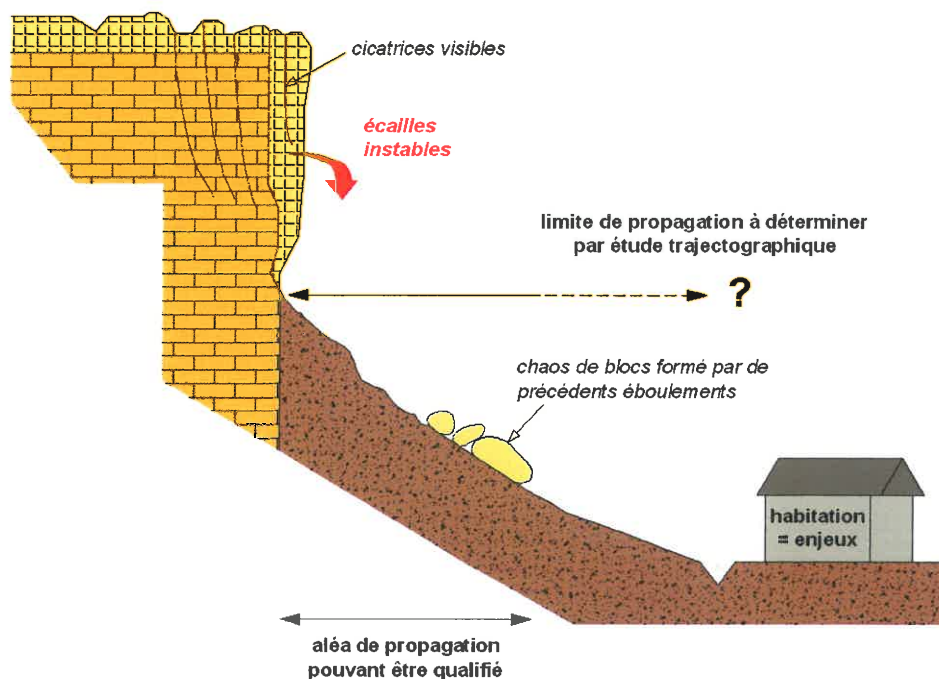


Figure 10 : Aléa de propagation

8.3.4.3 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.

8.3.4.4 Sectorisation par ensembles homogènes

Des zones homogènes comportant des types de mouvements prévisibles très proches ont été identifiées sur la commune. Pour chaque zone ainsi définie, un secteur « référence » a été étudié plus spécifiquement afin de permettre l'établissement d'une unique grille de qualification de l'aléa.

Si un même secteur est soumis à deux aléas – rupture et propagation –, de niveaux différents (faible, moyen ou fort), la carte représente l'aléa résultant le plus défavorable. Dans certains cas, si l'aléa de niveau inférieur peut apporter une information particulière, une « fenêtre » peut l'indiquer ponctuellement sur la carte.

8.4 Limites et incertitudes 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 ». Enfin, 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. Les conclusions de ces études pourront amener à une nouvelle qualification de l'aléa.

9. EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES

9.1 Définition

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.. 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. 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,
- de l'interprétation des documents d'urbanisme existants et opposables à la date de l'étude (Plan Local d'Urbanisme du 26 novembre 2000, dernière modification le 29 janvier 2002).

Les enjeux répertoriés sur la commune sont représentés sur une carte jointe dans le volet 2 du dossier (fond de plan I.G.N. au 1 / 15 000^{ème}, identique aux cartes précédentes).

9.2 Méthodologie

Les principaux enjeux identifiés dans le cadre de l'étude P.P.R. sur la commune de Salles-la-Source correspondent aux zones urbanisées et d'urbanisation future.

9.2.1 Détermination des zones urbanisées et des zones à lotir

La détermination de ces zones a suivi la démarche suivante :

- Délimitation des hameaux et/ou villages comportant le ou les éléments suivants :
 - zones UA (zones urbaines, bourg ancien) et UB (zones urbaines, extension récente des bourgs),
 - zones NA (zones à lotir pour l'habitat, zones destinées à l'urbanisation),
 - une église.
- Ajouts des hameaux de Bennac, Gare de Salles-la-Source, les Aiguillous, Peyrinhac / Trinquès, Cassanhettes, Le Monteil / Montredon, Laroque, Mernac, Alseroque, Limagne, Le Mas, Ronne, Ferrals, caserne de Ferrals, Limouze Bas et la Vayssière (délimitation des hameaux effectuée par la Mairie).
- Ajout des zones NB (zones peu équipées où peut être admis un habitat dispersé) comprenant des habitations dans la continuité des zones urbanisées. Pour améliorer la précision de l'information, la BD topo de l'I.G.N. qui permet de visualiser les constructions les plus récentes, non reportées sur l'actuel PLU, a été utilisée.
- Ajout des habitations situées en zones NC (zone agricole) et NCh (secteur où les changements de destination des bâtiments existants sont autorisés), lorsque celles-ci se trouvent à proximité immédiate des zones précédentes (UA, UB et NB).

Il est important de noter que dans le cas des zones NB et NC, la délimitation de la zone a été réalisée le plus près possible des habitations et ne prend pas en compte la totalité de la zone.

9.2.2 Détermination des zones d'activités industrielles et commerciales

La zone de l'aérodrome et la zone constructible située à proximité de la gare de Salle-la-Source ont été délimitées à partir du zonage du Plan Local d'Urbanisme.

10. CROISEMENT DES ALEAS ET DES ENJEUX

Les aléas liés aux mouvements de terrain couvrent la quasi-totalité des versants et escarpements formant les flancs des vallées. Les aléas liés aux glissements de terrain concernent les pentes argilo-marneuses et les aléas liés aux chutes de masses rocheuses intéressent les corniches calcaires et les pentes d'éboulis sous-jacentes.

Ces secteurs relativement préservés accueillent localement des espaces urbanisés. La plupart des ces espaces est exposée à un aléa faible ou très faible. Toutefois, quelques habitations, regroupées principalement dans les villages de Salles-la-Source et de Saint-Laurent, sont exposées à un aléa moyen ou fort (maisons adossées à la falaise). Il s'agit d'un aléa lié aux chutes de masses rocheuses pouvant présenter un danger réel pour les biens et surtout pour les personnes si les habitations sont occupées de manière permanente.

Les secteurs d'habitation exposés à un aléa « chutes de masses rocheuses » moyen et fort sont repérés sur l'extrait de carte suivant (cercle rouge et vert).

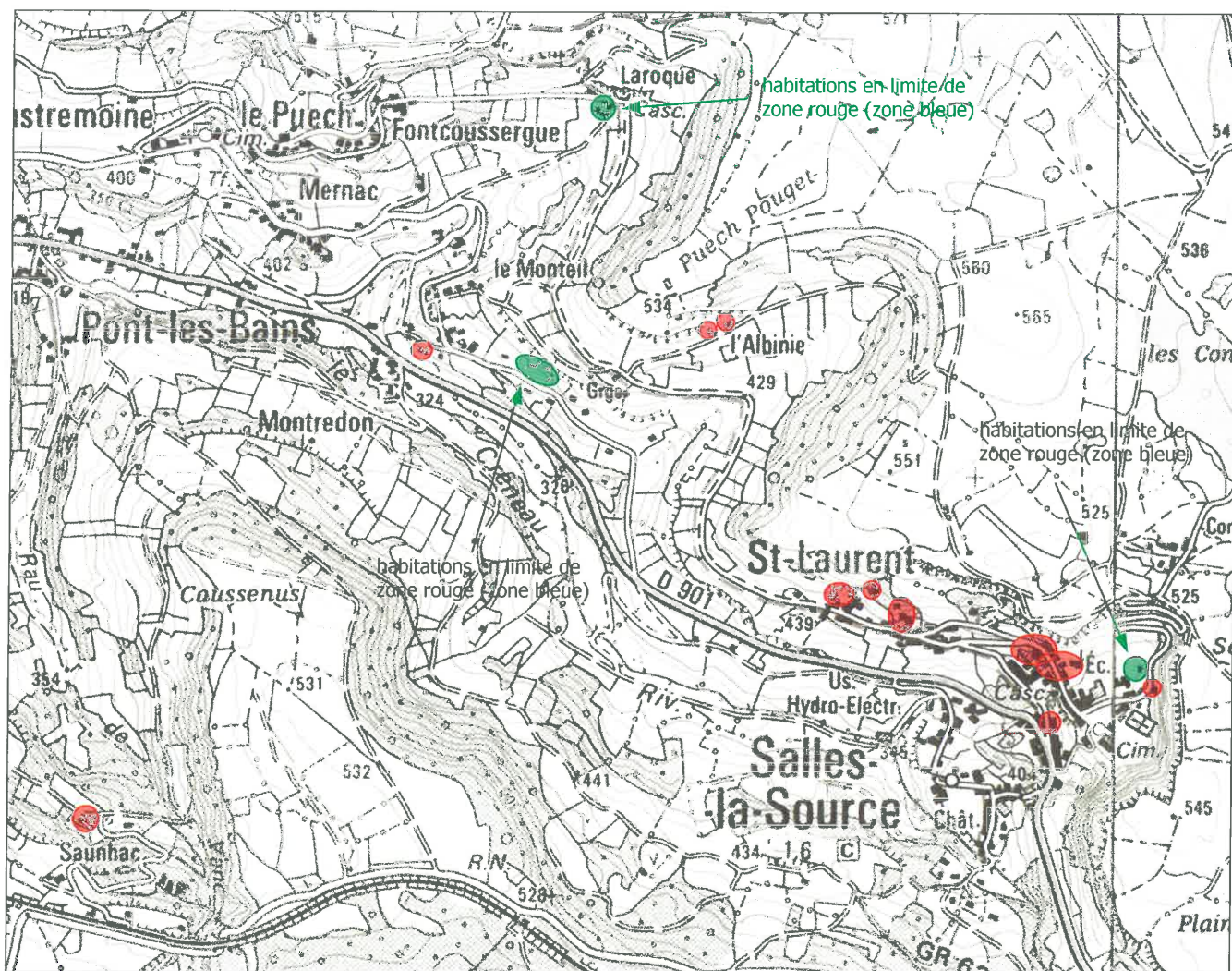


Figure 11 : Bâtiments exposés à un aléa « chutes de masses rocheuses » moyen ou fort

Dans les secteurs identifiés, il est fortement recommandé d'engager une étude spécifique. Cette étude devra entre autre évaluer la vulnérabilité des habitations exposées et définir les possibilités de traitement pour garantir la sécurité des bâtiments (protection ou renforcement des façades et des toitures exposées, mise en œuvre de piège à cailloux, ...)

11. CONCLUSION

Le diagnostic géotechnique, constituant la première étape de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques de mouvements 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 et des falaises calcaires de la commune.

La connaissance de l'environnement géotechnique a permis de qualifier et de caractériser les aléas liés aux glissements et aux chutes de masses rocheuses. Cette approche a consisté à évaluer la prédisposition des versants et des escarpements 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.

Étant donné le caractère très particulier des effondrements au droit de cavités naturelles, cette problématique a fait l'objet d'une évaluation particulière. Cette analyse est proposée dans une note complémentaire jointe au dossier P.P.R..

Le recensement des enjeux a été réalisé conjointement par le Laboratoire et par la mairie de Salles-la-Source. 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.

Enfin, il est important de noter que de nombreuses habitations adossées aux falaises, regroupées principalement dans les villages de Salles-la-Source et de Saint-Laurent, sont exposées à un aléa « chutes de masses rocheuses » moyen ou fort. Ces phénomènes peuvent présenter un caractère de danger pour les vies humaines. Aussi, il est fortement recommandé d'étudier la vulnérabilité des habitations exposées. Ce type d'étude sort du cadre du Plan de Prévention des Risques.

ANNEXES

- ANNEXE A : Glossaire
- ANNEXE B : Sources d'information
- ANNEXE C : Guides à caractère méthodologique

ANNEXE A : Glossaire

Affleurement	Partie d'une formation géologique visible en surface
Aléa	<p>Le mot « aléa » vient du latin <i>alea</i> 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</p> <p><i>Termes spécifiques au domaine rocheux :</i></p> <p>Aléa de rupture : même définition que la précédente</p> <p>Aléa de propagation : recouvre toute la problématique de la zone couverte par le cheminement des blocs issus de la rupture</p> <p>Aléa résultant : correspond à la résultante des aléas de rupture et de propagation</p>
Aquifère	Terrain poreux et perméable contenant une nappe d'eau souterraine
Anthropique	Dû à l'intervention de l'homme
Bassin de risque	Secteur géographique concerné par la présence de risques naturels dans lequel s'inscrit le ou les périmètres d'étude du P.P.R.
Caractéristiques géomécaniques	Ensemble des propriétés mécaniques caractérisant un sol ou une roche. Les principaux paramètres géomécaniques correspondent à la cohésion, à l'angle de frottement et à la densité du matériau
Cinématique	Dans le cas d'un mouvement de terrain, paramètre caractérisant la vitesse (ou soudaineté) de la rupture : rupture rapide, lente, progressive, ... avec ou sans signes prémonitoires
Chaos de blocs	Enchevêtrement et amas de blocs détachés des massifs calcaires
Colluvions	Sol constitué de dépôts de pente relativement fins ayant subi un faible transport
Couple « probabilité /délai »	Dans le cadre de la qualification des aléas d'éboulement rocheux, notions qualitatives indissociables ayant pour objet de caractériser la probabilité d'occurrence d'un phénomène d'instabilité dans un délai donné
Diaclase	Cassure naturelle plus ou moins plane d'un massif rocheux sans déplacement des parties séparées
Diagenèse	Ensemble des processus conduisant à la transformation d'un dépôt sédimentaire en roche sédimentaire « solide »
Discontinuités	Ensemble des cassures ou interruptions délimitant des masses rocheuses
Éluvions	Sols d'altération en place ayant subi un lessivage
Enjeux	Dans le bassin de risques, personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, ..., présents et à venir, susceptibles d'être affectés par un phénomènes naturels et d'en subir les préjudices ou les dommages
Épandage	Dans le cas d'une coulée de boue, étalement et entassement des matériaux glissés en pied de versant
Escarpeement	Versant à forte pente, vestige de l'érosion fluviale, assurant la transition entre les coteaux molassiques et les plaines alluviales
Extrados	Surface extérieure convexe d'un méandre (contraire : intrados)
Faciès	Catégorie dans laquelle une roche peut être rangée en fonction de sa composition, de sa structure, de son origine, ...

Formations superficielles	Terme général désignant les dépôts récents (d'origine alluviale, colluviale, morainique,...) recouvrant sur des épaisseurs variables le substratum
Fractures	Cassure naturelle avec ou sans déplacement séparant deux compartiments rocheux
Géomorphologie	Étude descriptive et explicative des formes du relief
Géotechnique	Ensemble des applications des connaissances concernant les propriétés des sols, des roches et des ensembles géologiques, notamment en vue de la construction de routes, d'ouvrages d'art, de bâtiments...
Intensité	Expression de la violence ou de l'importance d'un phénomène d'instabilité, mesurée à partir de paramètres physiques (volume de matériaux mis en jeu, dynamique, ...). L'intensité des mouvements de terrain permet de plus d'évaluer leur dommageabilité vis-à-vis des constructions et leur gravité vis-à-vis des vies humaines
Interface	Surface séparant deux milieux (ou formations géologiques) caractérisés par des propriétés physiques différentes
Interfluve	Surface comprise entre deux thalwegs voisins et comprenant deux versants appartenant à deux vallées différentes
Lithologie	Nature de la roche constitutive d'un massif géologique
Molasses	Roches sédimentaires composées de faciès argileux, marneux, gréseux, sableux, parfois calcaire voire conglomératiques. Ces terrains sont issus du démantèlement de la chaîne pyrénéenne au <i>Stampien</i> (-30 millions d'années) et constituent dans la région la Formation Molassique
Nappe phréatique	Nappe d'eau souterraine libre, peu profonde et accessible aux puits habituels
Nappe captive	Nappe d'eau souterraine « emprisonnée » entre deux couches de terrains imperméables
Occurrence	Circonstance fortuite
Orogenèse	Processus de déformation de l'écorce terrestre conduisant à la formation de relief et notamment de chaîne montagneuse
Pendage	Inclinaison des couches géologiques par rapport au plan horizontal
Phénomène d'instabilité	Mouvement de terrain, potentiel ou avéré, correspondant au déplacement gravitaire de masses déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (ou anthropique) représenté par les glissements de terrain, les phénomènes de solifluxion, les coulées boueuses et les chutes de masses rocheuses (chutes de pierres et de blocs, éboulement de masse)
Photo-interprétation	Méthode permettant d'apprécier, entre-autre, l'environnement géologique et géomorphologique d'un territoire à partir de photographies aériennes (les photographies sont observées par couple au moyen d'un stéréoscope ce qui permet d'obtenir une vision en relief de la zone étudiée)
Risque naturel	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/ou 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 » d'une carte d'aléas et d'une carte d'enjeux. Conventionnellement, trois niveaux de risque se distinguent dans un P.P.R. : le risque considéré comme nul (couleur blanche), le risque moyen (couleur bleue) et le risque fort (couleur rouge)
Solifluxions	Sur un versant, déformation de la couverture sous l'effet de la gravité. Ces phénomènes

traduisent un déplacement lent sur une pente de sols généralement argileux et gorgés d'eau

Structurale	Étude des caractéristiques tectoniques d'un ensemble de terrains ou d'un massif (déformation, accidents marquants, faille, réseau de diaclases, ...)
Subsidence	Enfoncement progressif, sur une période assez longue, du fond d'un bassin sédimentaire
Substratum	Vaste ensemble de terrains « anciens » sur lesquels reposent des formations superficielles plus récentes
Thalweg	Ligne reliant les points bas du fond d'une vallée ou d'un vallon
Trajectographie	Étude de la propagation d'un bloc à partir d'une modélisation de la falaise et du versant sous-jacent
Vulnérabilité	Au sens large, exprime le niveau de conséquence prévisible d'un phénomène naturel d'instabilité sur un enjeu en prenant en compte le caractère de danger pour les vies humaines. Le nombre et le temps de séjour des personnes dans la zone exposée caractérisent donc la vulnérabilité d'un bien

ANNEXE B : Bibliographie - Sources d'information

Bibliographie

- Hydrogéologie des aquifères karstiques du Causse Comtal
E.D. Dodge, décembre 1983 (thèse de doctorat)
- Étude hydrogéologique du Causse Comtal
GéoAquitaine, novembre 2005
- Dossier de demande d'extension d'une carrière de roches calcaires – Lieu dit « Puech Hiver »
Soderef, avril 2000
- Étude géotechnique – Le Monteil, effondrement partiel d'un chemin communal
Géobilan, décembre 1997
- Diagnostic géotechnique – Affaissement quartier Saint-Laurent,
Simecsol, plusieurs missions réparties entre décembre 2000 et décembre 2003
- Recensement des instabilités de chaussée préalable à la réalisation d'études géotechniques sur la R.D. 901
Conseil Général de l'Aveyron, Direction des Routes et Infrastructures, juillet 2006
- Comptes-rendus d'exploration et cartographies des réseaux souterrains de Salles-la-Source
Spéléologues
- Éléments pour le plan de prévention des risques naturels (risques liés aux cavités souterraines et autres phénomènes karstiques)
Claude Mugnier, décembre 2006

Sources d'information

- Mairie de Salles-la-Source
- Direction Départementale de l'Équipement de l'Aveyron, Service Aménagement du Territoire et Prévention des Risques
- Conseil général de l'Aveyron, Direction des Routes et Infrastructures
- M. Bernard Bertrand de Coignac
- Société Nationale des Chemins de Fer (S.N.C.F.), District de Rodez
- Archives départementales

ANNEXE C : Guides à caractère méthodologique

- Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles
Guide général
MATE / MELT
La Documentation Française – 1997
- Plan de Prévention des Risques naturels (P.P.R.)
Risques mouvements de terrain
Guide méthodologique
MATE / MELT
La Documentation Française – 1999
- Plan de Prévention des Risques naturels (P.P.R.)
Recueil des démarches d'information et de communication lors de l'élaboration des P.P.R.
MATE – Juillet 2000
- Collection Environnement – Les risques naturels
Caractérisation et cartographie de l'aléa dû aux mouvements de terrain
MATE / LCPC – 2000
- Collection Environnement – Les risques naturels
Évaluation des aléas liés aux cavités souterraines
MATE / LCPC – 2002
- Collection Environnement – Les risques naturels
L'utilisation de la photo-interprétation dans l'établissement des PPR liés aux mouvements de terrain
MATE / LCPC – 1999
- Collection Environnement – Les risques naturels
Parades contres les instabilités rocheuses
MATE / LCPC – 2001
- Textes relatifs à la prévention des risques majeurs
Recueil des textes fondateurs – 1^{ère} édition, janvier 2001
MATE – 2001
- Jurisprudence, prévention des risques naturels
Jurisprudence commentée – 1^{ère} édition, juillet 2000
MATE – 2000
- Les documents – Risques majeurs
Guide juridique de la prévention des risques majeurs
M.E.D.D.