

Commune de Saint-Paul d'Espis

Plan de Prévention des Risques naturels de glissements de terrain

Zonage réglementaire
 Planche n°4

Exécutoire
 Le

DOSSIER APPROUVÉ

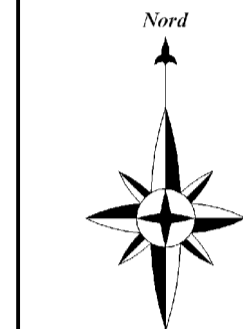
Annexé à l'arrêté préfectoral n° 2010-677 du 18 Mars 2010

VOU L'ÊTRE ANNEXÉ À L'ARRÊTÉ
 PRÉFECTORAL N° 2010-677
 EN DATE DU
 18 MARS 2010
 DDT62 - SRIADD / BPR

Dossier n° 20-82-153-2008/20-186

CETE Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Toulouse

G.E.R.M. Géotechnique - Environnement - Risques Mécaniques des sols et des roches



Février 2010

Echelle : 1 / 10 000

Légende :

ZONE DE PRESCRIPTIONS (zone bleue)

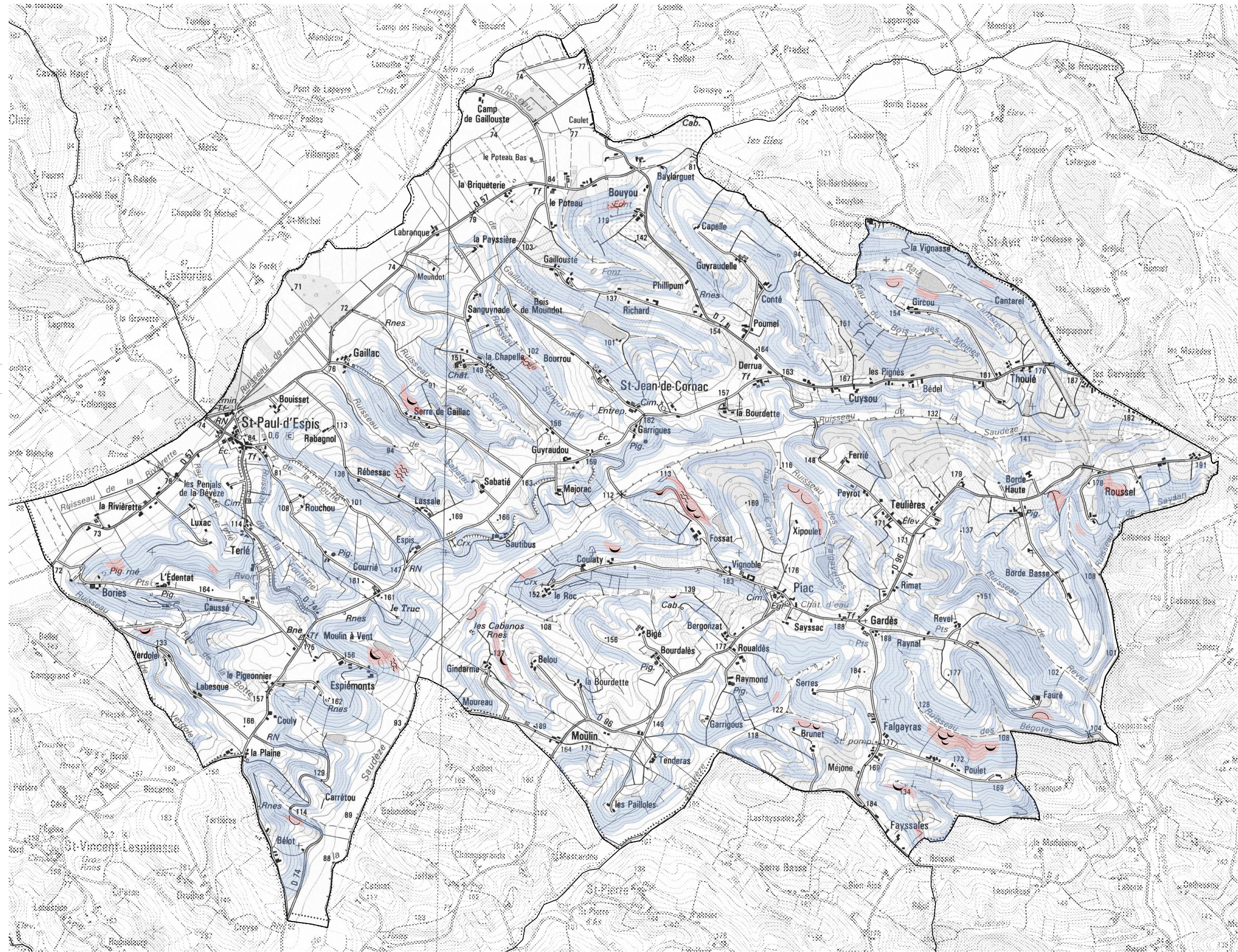
ZONE D'INTERDICTION (zone rouge)

Glissement de terrain

Grand glissement

Glissement supposé

Solifluxion





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DE TARN-ET-GARONNE

Commune de Saint Paul d'Espis

Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles de glissements de terrain

Dossier Approuvé

Annexé à l'Arrêté Préfectoral n° 2010-677 du 18 Mars 2010

Volet 1 – Note de présentation

Exécutoire
Le

Février 2010

VU POUR ETRE ANNEXE A L'ARRETE PREFECTORAL N° 2010-677 EN DATE DU : 18 MARS 2010 DDT 82 – SRIADD / BPR
--

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer

Direction Départementale des Territoires de Tarn-et-Garonne
Service Risques et Ingénierie d'Appui au Développement Durable
Bureau Prévention des Risques

Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Toulouse
Unité G.E.R.M.

Sommaire

1.	AVANT-PROPOS	3
2.	MÉTHODE D'APPRÉCIATION DES RISQUES LIÉS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN	4
2.1	ÉTABLISSEMENT DU DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE ET CARACTERISATION DES ALEAS	4
2.2	IDENTIFICATION DES ENJEUX.....	4
2.3	CROISEMENT DES ALEAS ET DES ENJEUX : NOTION DE RISQUE	5
3.	ENVIRONNEMENT NATUREL.....	6
3.1	CADRE GEOMORPHOLOGIQUE.....	6
3.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
3.3	HYDROGEOLOGIE DES COTEAUX	8
4.	CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES.....	9
4.1	MOLASSES.....	9
4.2	FORMATIONS DE PENTE (RECOUVREMENT)	9
4.3	CONCLUSION.....	9
5.	TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN	10
5.1	DESCRIPTION GENERALE	10
5.1.1	<i>Glissements localisés.....</i>	10
5.1.2	<i>Phénomènes de solifluxion</i>	11
5.1.3	<i>Coulées boueuses</i>	11
5.2	FACTEURS D'INSTABILITE.....	12
5.2.1	<i>Analyse des facteurs naturels d'instabilité relatifs aux glissements de terrain.....</i>	12
5.2.2	<i>Facteurs anthropiques</i>	12
6.	PATHOLOGIES OBSERVEES	13
7.	CARACTERISATION DES ALEAS	14
7.1	DEFINITION.....	14
7.2	PHENOMENES DE REFERENCE	14
7.3	QUALIFICATION DES ALEAS	14
7.4	DETERMINATION DES CRITERES	15
7.5	CARTOGRAPHIE DES ALEAS LIES AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN	18
7.5.1	<i>Lecture des cartes d'aléas</i>	18
7.5.2	<i>Fiabilité des cartes d'aléas</i>	18
8.	EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES	19
8.1	RAPPEL DE LA DEMARCHE ENGAGEE	19
8.2	ENJEUX REPERTORIÉS	19
9.	CONCLUSION.....	20

Liste des figures

- FIGURE 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE
- FIGURE 2 : CARTE GEOLOGIQUE
- FIGURE 3 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UNE LOUPE DE GLISSEMENT ELEMENTAIRE
- FIGURE 4 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UN FLUAGE LENT DES SOLS
- FIGURE 5 : DESCRIPTION SCHEMATIQUE D'UNE COULEE DE BOUE

1. AVANT-PROPOS

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

D'après l'atlas départemental des mouvements de terrain du Tarn-et-Garonne établi par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussée de Toulouse en 2006, les communes de Montastruc, Lamothe-Capdeville, l'Honor-de-Cos, Mirabel, Molières, Puycornet, Montesquieu, Durfort-Lacapelette et Saint-Paul d'Espis apparaissent comme prioritaires au titre de l'information préventive dans le département.

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 17 décembre 2007, la Préfète de Tarn-et-Garonne a prescrit par arrêté l'établissement d'un plan de prévention des risques de **glissements de terrain** sur la commune de Saint-Paul d'Espis (arrêté n° 2136). Il est important de noter que l'étude ne concerne pas les mouvements liés à l'activité sismique, les phénomènes de retrait-gonflement des terrains argileux ni les effondrements au droit de cavités souterraines. Le périmètre mis à l'étude correspond aux limites du territoire communal.

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

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

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

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

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

Le plan de zonage, constituant la cartographie réglementaire du P.P.R, délimite les zones à risques dans lesquelles sont applicables des interdictions, des prescriptions réglementaires homogènes et des mesures de prévention de protection ou de sauvegarde. Associé au règlement, ce plan constitue le fondement de la démarche du P.P.R..

**LE PRESENT DOSSIER CONSTITUE LE « VOLET 1 » RELATIF A LA NOTE
DE PRESENTATION DE LA COMMUNE DE SAINT-PAUL D'ESPIS**

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

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

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

2.1 Établissement du diagnostic géotechnique et caractérisation des aléas

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

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

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

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

L'étape analytique permet de dresser un état des lieux objectif de la zone d'étude à une date donnée
- ➔ L'étape d'interprétation et de synthèse, consistant à confronter et à corréliser les données recueillies pour obtenir, dans chaque zone « homogène » vis-à-vis des critères identifiés lors de l'étape analytique, une hiérarchisation estimée et une délimitation de l'aléa.

2.2 Identification des enjeux

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

Cette démarche a pour double objectif :

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

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

2.3 Croisement des aléas et des enjeux : notion de risque

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

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

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

3. ENVIRONNEMENT NATUREL

3.1 Cadre géomorphologique

La commune de Saint-Paul d’Espis est située en bordure du *Bas-Quercy de Montpezat*, à environ 30 kilomètres à l’ouest / nord-ouest de Montauban. Le territoire communal s’étend essentiellement sur des coteaux molassiques.

Le village de Saint-Paul d’Espis est édifié dans la partie occidentale de la commune, au pied des coteaux dominant la vallée de la Barguelonne.

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

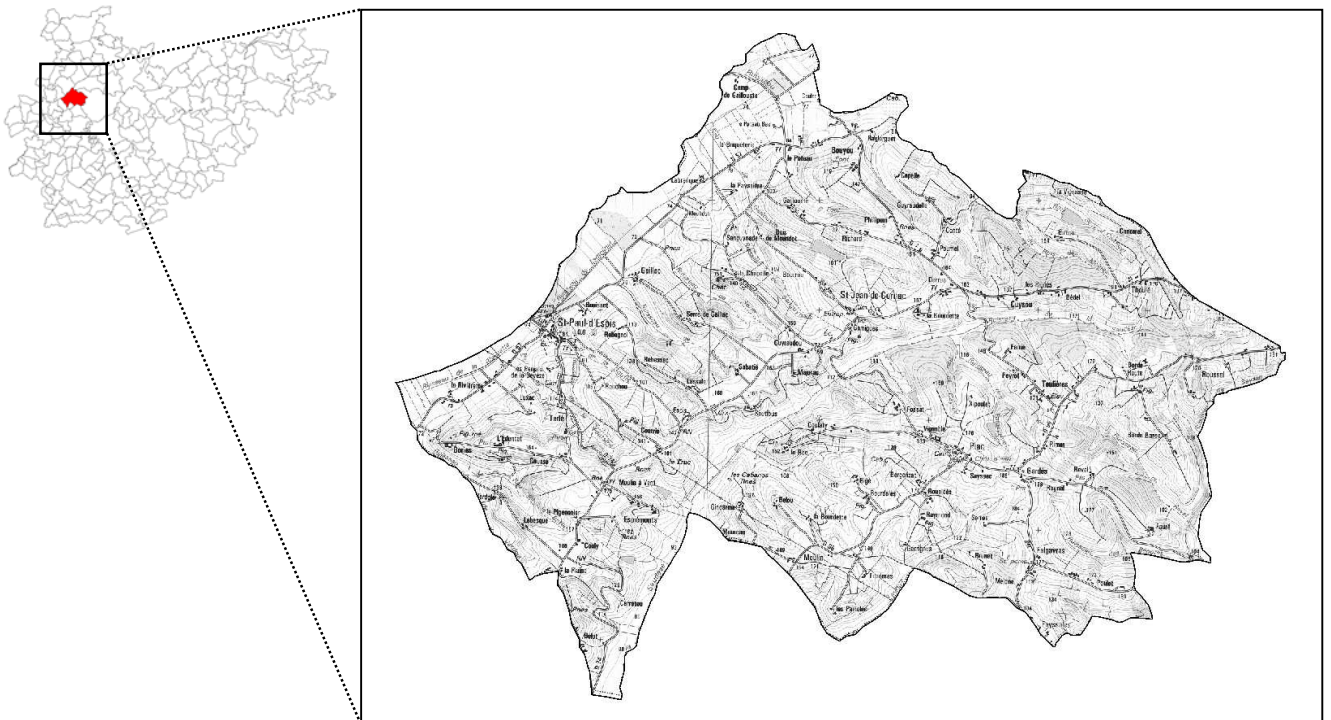


Figure 1 : Situation géographique
Extrait du SCAN 25 de l’I.G.N.

Le relief vallonné des coteaux est marqué par des altitudes variant de 191 mètres NGF (point culminant à l’extrémité est de la commune) à 72 mètres NGF dans la vallée de la Barguelonne. Sur la commune, les dénivelés maxima entre les fonds de vallon et les crêtes de coteaux sont de l’ordre de 90 mètres.

3.2 Contexte géologique

La géologie de la commune s'inscrit dans un schéma régional représenté par deux formations distinctes :

- la Formation Molassique Tertiaire (g_{IAS} , g_{IAi} , m_{IM} et m_{IAM}),
- les formations superficielles alluviales (Fy-z), colluviales et résiduelles recouvrant le substratum molassique respectivement dans les vallées, sur les versants et sur les plateaux ou crêtes.

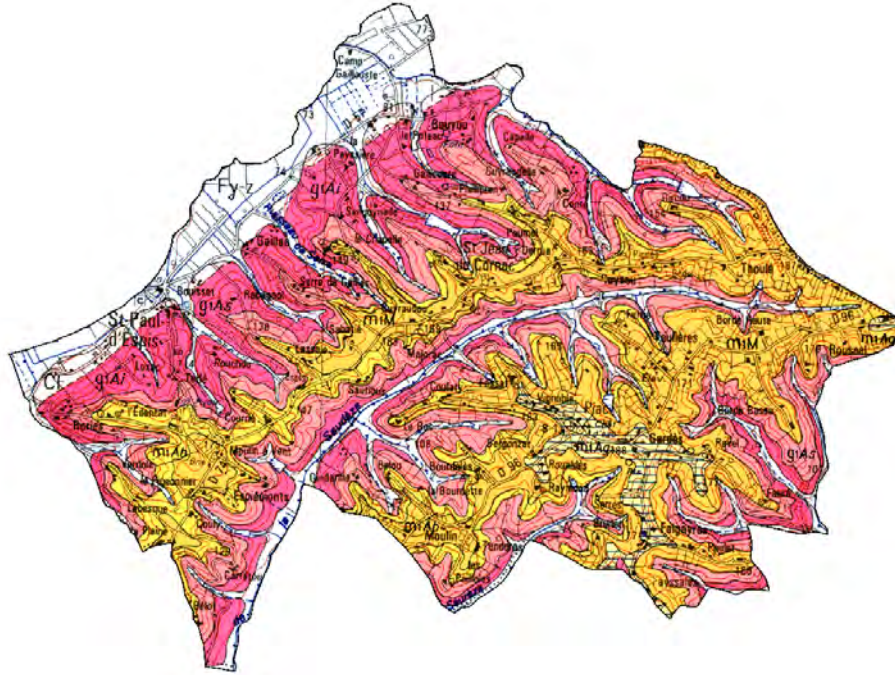


Figure 2 : Carte géologique
Extrait du SCAN GEOL du B.R.G.M.

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

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

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

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

3.3 Hydrogéologie des coteaux

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

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

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

4. CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES

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

4.1 Molasses

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

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

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

4.2 Formations de pente (recouvrement)

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

4.3 Conclusion

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

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

	Formations de pente et frange d'altération	Substratum molassique sain
<i>Poids volumique :</i>	18 kN.m ⁻³	21 kN.m ⁻¹
<i>Angle de frottement :</i>	15 à 20°	25 à 35°
<i>Cohésion effective :</i>	0 à 5 kPa	5 à 35 kPa

5. TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

5.1 Description générale

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

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

- les **glissements localisés** (loupe de glissement et glissement plan),
- les **phénomènes de solifluxion**,
- les glissements superficiels assimilables à des **coulées boueuses**.

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

5.1.1 Glissements localisés

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

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

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

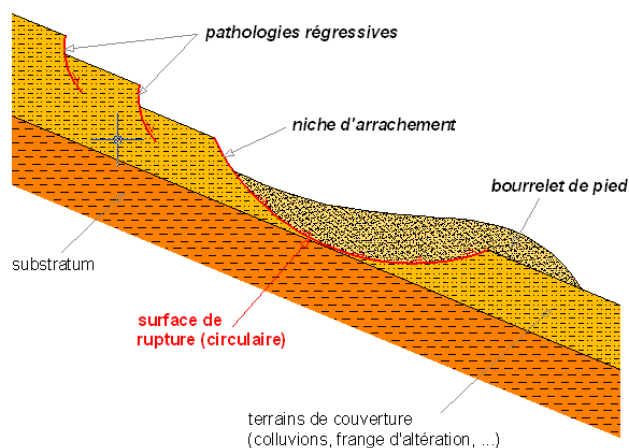


Figure 3 : Description schématique d'une loupe de glissement élémentaire

5.1.2 Phénomènes de solifluxion

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

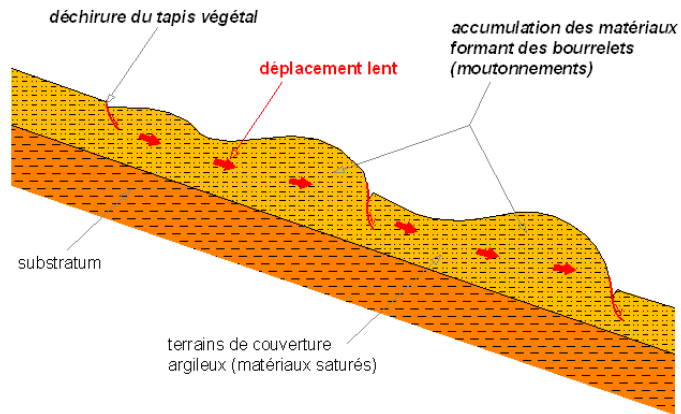


Figure 4 : Description schématique d'un fluage lent des sols

5.1.3 Coulées boueuses

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

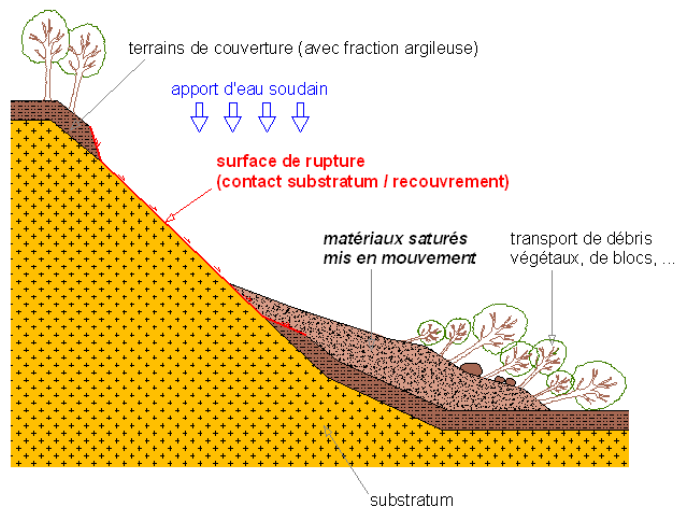


Figure 5 : Description schématique d'une coulée de boue

5.2 Facteurs d'instabilité

La manifestation d'un glissement de terrain traduit un contexte géotechnique défavorable. Les principaux facteurs intervenant dans la stabilité des pentes sont :

- la présence d'eau (nappe, circulations d'eau ponctuelles...),
- les caractéristiques mécaniques des terrains (cohésion, angle de frottement, densité),
- la géométrie des terrains (épaisseur du recouvrement notamment),
- la pente des versants.

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

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

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

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

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

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

- les pentes inférieures à 10° sont naturellement stables,
- de 10 à 20°, la stabilité dépend des caractéristiques du recouvrement et de la présence d'eau :
 - des signes topographiques suspects ont été constatés sur des pentes comprises entre 10 et 15°,
 - des loupes de glissement et des signes d'instabilité sont observables sur des pentes supérieures à 15°,
- au delà de 20°, les versants peuvent être considérés comme très sensibles.

5.2.2 Facteurs anthropiques

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

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

6. PATHOLOGIES OBSERVEES

Les prospections *in situ*, constituant la base du diagnostic géotechnique, ont été menées en octobre 2007. Une carte informative au 1 / 10 000^{ème}, jointe dans le volet 2, repère et qualifie l'ensemble des instabilités relevées.

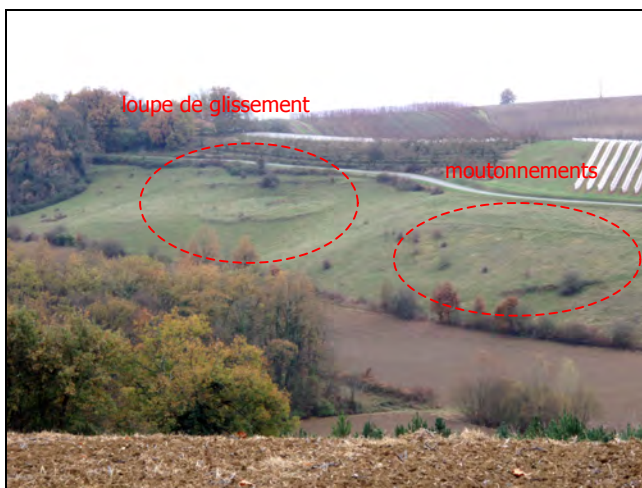
En plus des phénomènes naturels d'instabilité, la carte fait apparaître les indices hydrogéologiques et les caractéristiques géomorphologiques marquantes.

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

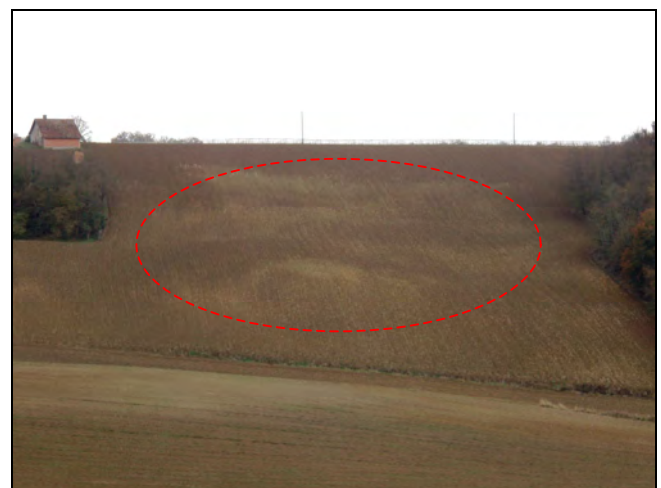
Les versants de la commune de Saint-Paul d'Espis présentent de nombreux signes d'instabilité. Les mouvements sont répartis sur l'ensemble du territoire.

Les principales observations sont détaillées ci-après.

- Les loupes et les glissements plans représentent les phénomènes les plus répandus. Il s'agit de mouvements superficiels d'extension relativement limitée. Les phénomènes les plus marquants ont été observés aux lieux-dits « Verdole », « Espiémont », « les Cabanos », « Serre de Gaillac », « Coulaty », « Fossat », « Moulin à vent », « Brunet » et « Poulet » (cf. clichés suivants).
- Des moutonnements traduisant un déplacement lent des terrains de couverture (phénomène de fluage) ont été constatés aux lieux-dits « Rébessac » et « la Chapelle ». Il est important de noter que pour ce type de mouvement, seuls les plus récents sont visibles étant donné le caractère superficiel du phénomène.
- La présence ponctuelle de blocs au pied des corniches calcaires a été observée fréquemment dans la partie ouest du territoire communal.
- 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.



Lieu dit « Fossat » (en contrebas de la voie communale)
Glissement et solifluxion



Lieu dit « Rébessac »
Moutonnements

7. CARACTERISATION DES ALEAS

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

7.1 Définition

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

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

7.2 Phénomènes de référence

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

- les glissements de terrain (glissements de masse, loupes de glissement et glissements plans),
- les mouvements superficiels type solifluxion,
- les coulées boueuses.

7.3 Qualification des aléas

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

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

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

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

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

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

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

7.4 Détermination des critères

L'évaluation des aléas s'est basée sur :

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

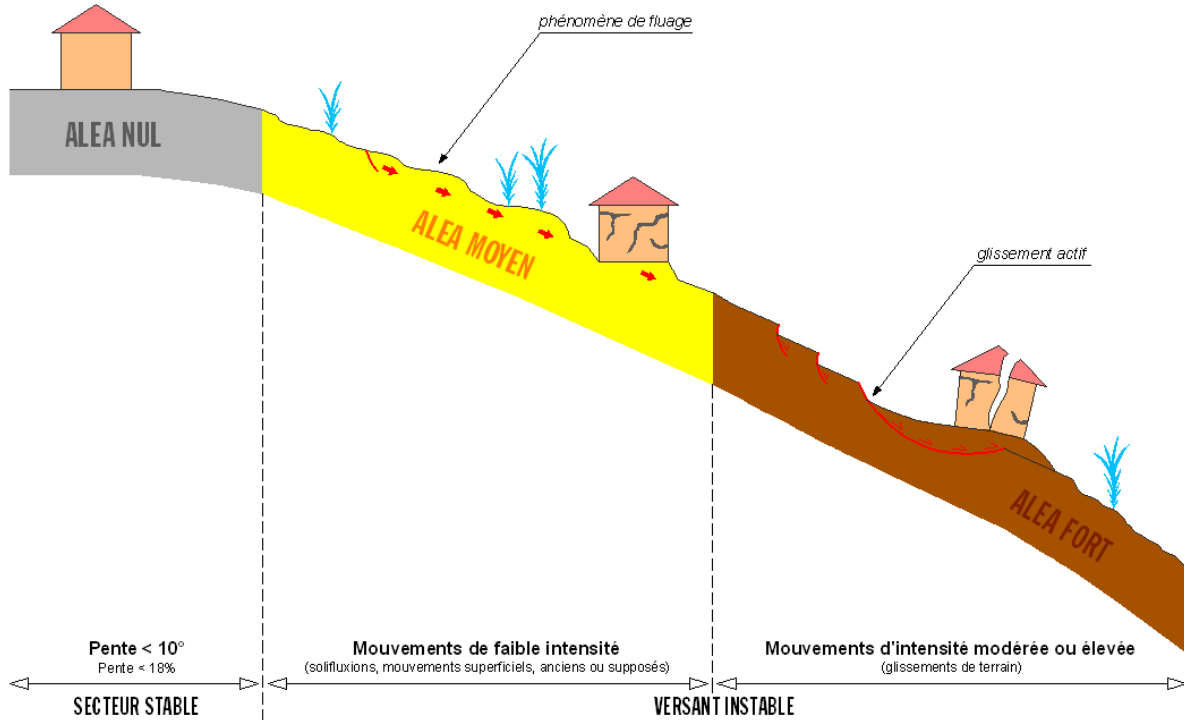
On notera que l'aléa a été délimité sans tenir compte de la présence d'ouvrages de protection ou de dispositifs drainants ayant été mis en œuvre pour stabiliser une zone.

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

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

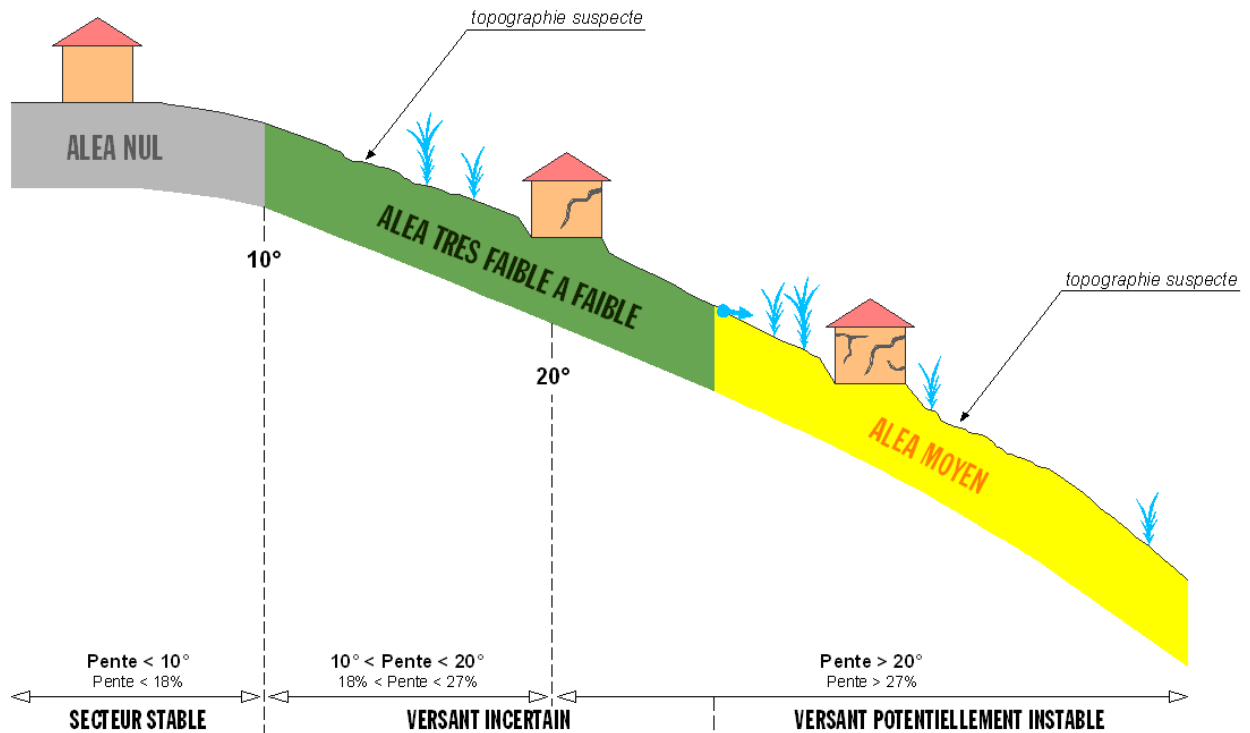
Par conséquent, la cartographie et la hiérarchisation des aléas ont été établies en prenant en compte les critères généraux suivants :

1. Versant présentant des signes d'instabilité



<p>➤ Aléa considéré comme nul :</p>	<p>- secteur stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable ➔ <i>plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 10° (< 18 %)</i></p>	
<p>➤ Aléa moyen :</p>	<p>- secteur affecté par des mouvements de faible intensité (phénomènes de solifluxion) - secteur affecté par des mouvements anciens ou supposés</p>	
<p>➤ Aléa fort :</p>	<p>- secteur instable affecté par des mouvements actifs d'intensité modérée à élevée</p>	

2. Versant ne présentant pas des signes d'instabilité



<p>➤ Aléa considéré comme nul :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur stable, ne présentant pas de signes d'instabilité et située dans un environnement géomorphologique favorable ➔ <i>plaine et crêtes de coteaux caractérisés par une pente inférieure à 10° (< 18%)</i> 	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-color: #cccccc;"></div>
<p>➤ Aléa très faible à faible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur incertain dont la stabilité est difficilement appréciable - secteur actuellement stable, ne présentant pas de signes d'instabilité mais pouvant évoluer par le biais d'une intervention anthropique ou à la suite de conditions pluviométriques exceptionnelles ➔ <i>versants caractérisés par une pente supérieure à 10° (> 18%)</i> 	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-color: #90ee90;"></div>
<p>➤ Aléa moyen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - secteur fortement exposé à des mouvements de terrain ➔ <i>versants caractérisés par une pente supérieure à 20° (> 37%) avec une topographie suspecte</i> 	<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 20px; background-color: #ffff00;"></div>

7.5 Cartographie des aléas liés aux glissements de terrain

7.5.1 Lecture des cartes d'aléas

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

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

Les aléas sont représentés par un code couleur (gradation croissante des couleurs suivant le niveau d'aléa).

7.5.2 Fiabilité des cartes d'aléas

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

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

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

8. EVALUATION DES ENJEUX ASSOCIES

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

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

Les principaux enjeux correspondent aux :

- Espaces urbanisés ou à vocation d'urbanisation :
 - centre urbain et zone d'habitation dense,
 - zone d'habitat dispersé,
 - zone d'activité,
 - zone d'extension.
- Infrastructure et équipement de services et de secours :
 - voies de circulation,
 - établissements recevant du public,
 - infrastructure sportive et de loisirs,
 - équipements sensibles.
- Espaces naturels, agricoles ou forestiers.

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

8.1 Rappel de la démarche engagée

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

- d'une enquête menée auprès des responsables de la commune,
- de l'interprétation des documents d'urbanisme existants et opposables à la date de l'enquête.

8.2 Enjeux répertoriés

Les enjeux répertoriés sur la commune de Saint-Paul d'Espis sont synthétisés sur une carte jointe dans le volet 2 du dossier (fond de plan I.G.N. au 1 / 10 000^{ème}, identique aux cartes précédentes).

Il est important de noter que très peu d'habitations, regroupées ou dispersées sur l'ensemble du territoire communal, sont exposées à un aléa « mouvements de terrain ». Celui-ci reste faible dans tous les cas.

9. CONCLUSION

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

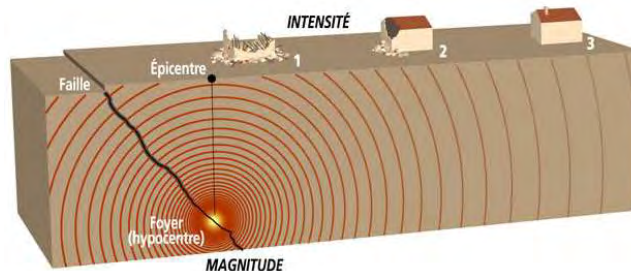
La connaissance de l'environnement géotechnique a permis de qualifier et de caractériser les aléas liés aux glissements de terrain. Cette approche a consisté à évaluer la prédisposition d'une pente à un phénomène d'instabilité. Sur la commune, les aléas forts correspondent aux zones instables ou très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

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

Le risque sismique

Qu'est ce qu'un séisme ?

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



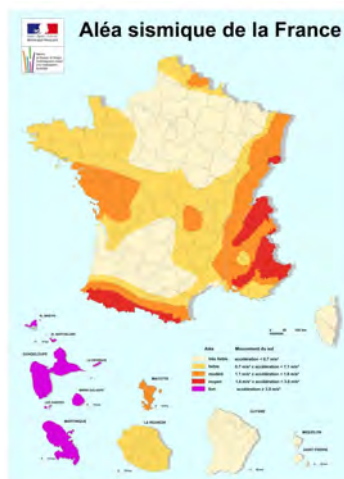
La gestion du risque

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

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

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

Le risque sismique en France



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

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

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

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

Le risque sismique dans le département du TARN et GARONNE

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

Le risque lié au gaz radon

Source : IRSN – Septembre 2018

Qu'est-ce que le radon ?

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

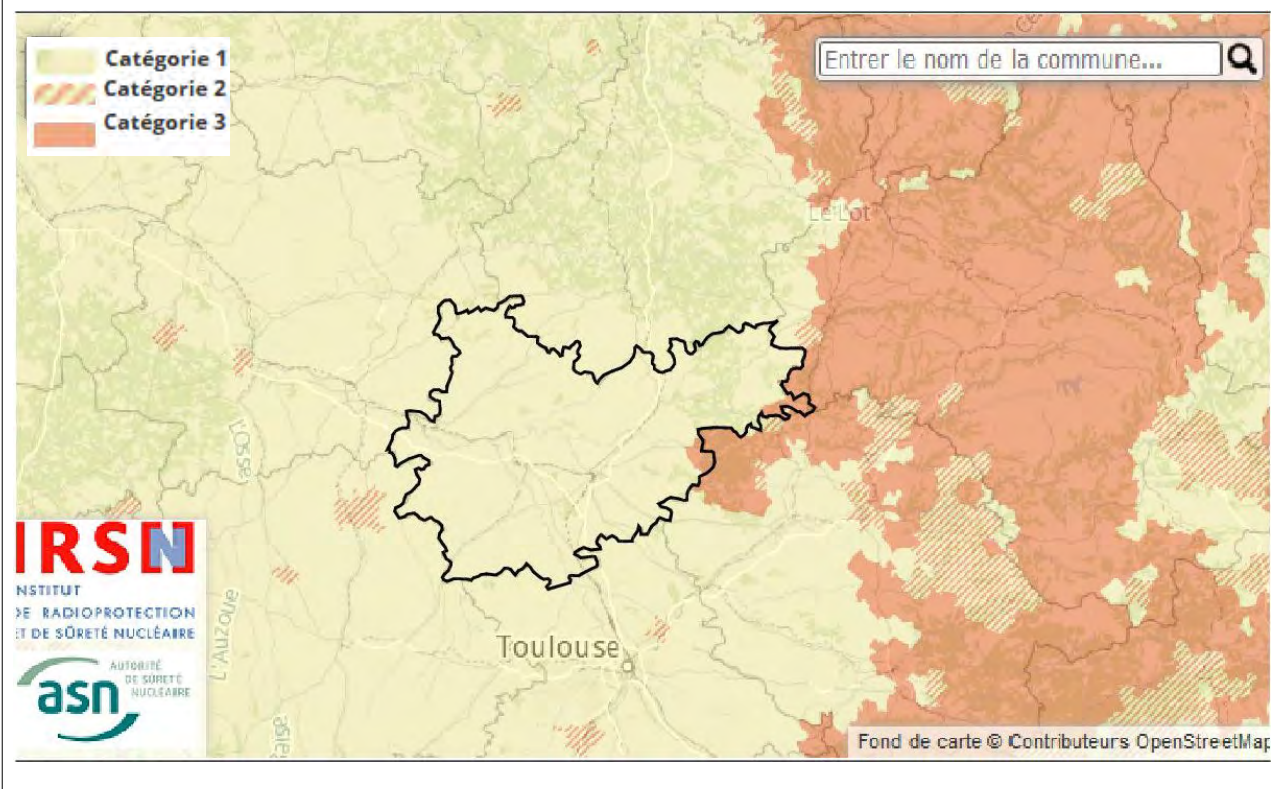
En se désintégrant, il forme des descendants solides, eux-mêmes radioactifs. Ces descendants peuvent se fixer sur les aérosols de l'air et, une fois inhalés, se déposer le long des voies respiratoires en provoquant leur irradiation.

Quel est le potentiel radon de ma commune ?

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

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

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



Pourquoi s'en préoccuper ?

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

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

Où trouve-t-on du radon ?

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

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

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

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

Quelles sont les zones les plus concernées ?

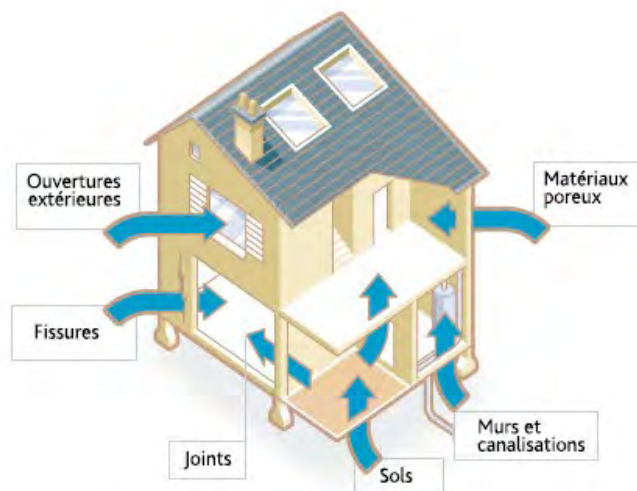
Les zones les plus concernées correspondent aux formations géologiques naturellement les plus riches en uranium. Elles sont localisées sur les grands massifs granitiques (Massif armoricain, Massif central, Corse, Vosges, etc.) ainsi que sur certains grès et schistes noirs.

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

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

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

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



Voies d'entrée du radon dans une maison :

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

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

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

Pour savoir plus : www.irsn.fr

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

Notes :

1- Becquerel par mètre cube (Bq/m³) : 1 Bq correspond à une désintégration par seconde. Le Bq/m³ (ou Bq.m⁻³) est l'unité de mesure de la concentration en radon dans l'air.