



SOL CONCEPT

Agence Durance : Rue Louis Auguste Blanqui - ZA les Blâches Gombert
04160 CHÂTEAU ARNOUX / Tél : 04 92 32 12 18 - Fax : 04 92 32 11 25
Ag. Drôme & s. social : La Cour - 26310 MISCON / Tél : 04 75 21 51 20

solconcept@wanadoo.fr
www.solconcept.fr

ETAT FRANÇAIS
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
Représenté par la DDT du 04
BP 211
04002 DIGNE LES BAINS CEDEX

Date : 9 novembre 2012

Affaire : PPR - Roumoules

N. Ref. : 4503

Cadre de la mission : PPRP mouvements de terrains, séisme et inondation

Service instructeur : DDT 04



Approuvé par arrêté préfectoral n°2014344-0008 du 10 décembre 2014

Diffusion : DDT 04 1 exemplaire
Commune de Roumoules 1 exemplaire

Nombre de pages : 77 + annexes



TABLE DES MATIERES

1. Aspects réglementaires	5
<i>1.1. Raisons de la prescription du PPR.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2. Objet du PPR.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3. Procédure d'élaboration du PPR</i>	<i>6</i>
<i>1.4. Périmètre d'étude et contenu du PPR.....</i>	<i>7</i>
<i>1.5. Opposabilité.....</i>	<i>8</i>
2. Présentation de la commune de ROUMOULES	9
<i>2.1. Localisation.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2. Topographie</i>	<i>9</i>
<i>2.3. Réseau hydrographique (voir carte thématique)</i>	<i>10</i>
<i>2.4. Géologie de la commune (voir carte thématique).....</i>	<i>10</i>
<i>2.5. Géomorphologie.....</i>	<i>15</i>
<i>2.6. Démographie, habitat et occupation du sol.....</i>	<i>16</i>
<i>2.7. Climatologie</i>	<i>18</i>
<i>2.8. Histoire de la commune</i>	<i>19</i>
3. Démarche d'étude	21
4. Les risques naturels	22
<i>4.1. Généralités</i>	<i>22</i>
<i>4.2. Prise en compte des aléas</i>	<i>23</i>
<i>4.3. Définition des aléas.....</i>	<i>24</i>
4.3.1. L'intensité d'un phénomène.....	24
4.3.2. La fréquence d'un phénomène	24
5. Phénomènes naturels déjà connus sur la commune.....	25
6. Données des études antérieures	25
7. Les mouvements de terrain	34
<i>7.1. Données générales</i>	<i>34</i>
7.1.1. Description	34
7.1.2. La qualification de l'aléa mouvement de terrain	35
7.1.3. Méthodologie employée sur la commune de Roumoules.....	38
<i>7.2. Les glissements de terrain sur la commune de Roumoules.....</i>	<i>40</i>
<i>7.3. Les effondrements.....</i>	<i>41</i>
<i>7.4. Les chutes de pierres ou de blocs</i>	<i>41</i>
<i>7.5. Le ravinement</i>	<i>41</i>
8. L'aléa inondation	42
<i>8.1. Base de l'étude</i>	<i>42</i>
<i>8.2. Qualification de l'aléa inondation</i>	<i>46</i>
<i>8.3. Les sites les plus exposés.....</i>	<i>48</i>
9. Aléa sismique	50
10. Aléa retrait - gonflement	51
<i>10.1. Formations argileuses et marneuses.....</i>	<i>52</i>
<i>10.2. Hydrogéologie</i>	<i>55</i>
<i>10.3. Description des phénomènes et de leurs conséquences.....</i>	<i>56</i>
<i>10.4. Sinistres observés dans le département</i>	<i>66</i>
<i>10.5. Description de la méthodologie d'établissement du PPR gonflement-retrait.....</i>	<i>66</i>
11. Présentation des différentes cartes	68
<i>11.1. Carte géologique</i>	<i>68</i>

<i>11.2. Carte des phénomènes naturels et des indices morphologiques</i>	<i>68</i>
<i>11.3. Carte des pentes</i>	<i>68</i>
<i>11.4. Carte hydrologique</i>	<i>69</i>
<i>11.5. Cartes des aléas</i>	<i>69</i>
11.5.1. Aléas mouvements de terrain	69
11.5.2. Aléas inondation.....	70
12. Enjeux et vulnérabilité.....	70
12.1.1. Présentation générale	70
12.1.2. Zones urbanisées	71
12.1.3. Habitat lâche	71
12.1.4. Zone artisanale	72
12.1.5. Zones naturelles	73
12.1.6. Zones agricoles.....	73
12.1.7. Zones à urbaniser	73
12.1.8. Patrimoine	74
12.1.9. Voies de circulations structurantes.....	74
12.1.10. Equipements et établissements sensibles	74
12.1.11. Vulnérabilité des enjeux.....	75
13. Propositions de mesures de prévention.....	75
<i>13.1. Maîtrise des eaux de ruissellement.....</i>	<i>75</i>
<i>13.2. Débroussaillage.....</i>	<i>76</i>
<i>13.3. Pont du ravin de Béard.....</i>	<i>76</i>

1. Aspects réglementaires

1.1. Raisons de la prescription du PPR

Les plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (P.P.R.) ont été institués par la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt et à la prévention des risques majeurs, abrogée par la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Leur contenu et leur procédure d'élaboration ont été fixés par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005.

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurances garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurances dommage et à leur extension couvrant les pertes d'exploitation.

En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescriptions fixées par le PPR, leur non respect pouvant entraîner une suspension de la garantie dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les PPR sont établis par l'Etat et ont valeur de servitude d'utilité publique. Ils sont opposables à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol. Les documents d'urbanisme (Plan d'Occupation des Sols, PLU) doivent respecter leur disposition et les présenter en annexe. Par ailleurs, les constructions, ouvrages, cultures et plantations existant antérieurement à la publication du PPR peuvent être soumis à l'obligation de réalisation de mesures de protection.

Les PPR traduisent l'exposition aux risques de la commune dans l'état actuel et sont susceptibles d'être révisés si cette exposition devait être sensiblement modifiée à la suite de travaux de prévention de grande envergure.

Les PPR ont pour objectifs une meilleure protection des biens et des personnes et une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes naturels.

1.2. Objet du PPR

Les PPR ont pour objet, en tant que besoin (Article 66 de la loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 et du code de l'environnement L 562-1) :

- de délimiter des zones exposées aux risques en fonction de leur nature et de leur intensité. Dans ces zones, les constructions ou aménagements peuvent être interdits ou admis avec prescriptions.

- de délimiter des zones non directement exposées aux risques, mais dans lesquelles toute construction ou aménagement pourrait aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde incombant aux collectivités publiques et aux particuliers.

- de définir les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions ou ouvrages existants devant être prises par les propriétaires exploitants ou utilisateurs concernés.

1.3. Procédure d'élaboration du PPR

Elle résulte du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005. L'état est compétent pour l'élaboration et la mise en œuvre du PPR.

La procédure comprend les phases suivantes :

1. Le Préfet prescrit par arrêté la mise à l'étude du PPR et détermine le périmètre concerné, ainsi que la nature des risques pris en compte. Cet arrêté est notifié aux maires des communes dont le territoire est inclus dans le périmètre. Le projet de plan est établi sous la conduite d'un service déconcentré de l'Etat désigné par l'arrêté de prescription.

Pour le PPR de Roumoules, il s'agit de la DDT 04.

Le projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles est soumis à l'avis des conseils municipaux des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable.

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

Le projet de plan est soumis par le Préfet à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R 123-1 à 23 du code de l'environnement.

A l'issue de ces consultations, le plan éventuellement modifié pour tenir compte des avis recueillis est approuvé par arrêté préfectoral. Cet arrêté fait l'objet d'une mention au Recueil des Actes Administratifs de l'Etat dans le département, ainsi que dans deux journaux régionaux ou locaux diffusés dans le département. Une copie de l'arrêté est affichée dans chaque mairie sur le territoire de laquelle le plan est applicable pendant un mois au minimum. Le plan approuvé par le Préfet est tenu à disposition du public en préfecture et dans chaque mairie concernée. Le PPR est annexé au POS ou au PLU (article L126.1 du code de l'urbanisme).

Un plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être modifié, au vu de l'évolution du risque ou de sa connaissance, totalement ou partiellement selon la même procédure et dans les mêmes conditions que son élaboration initiale (articles 1 à 7 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n° 2005-3 du 4 janvier 2005).

1.4. Périmètre d'étude et contenu du PPR

Le périmètre d'étude couvre l'ensemble de la commune, soit 2604 ha environ.

La commune peut s'inscrire dans un rectangle de 8 km de longueur du nord au sud et de 6.5 km de largeur d'est en ouest.

Le dossier comprend :

1. Le présent **rapport de présentation** qui indique le secteur géographique concerné par l'étude, les spécificités des phénomènes naturels pris en compte (mouvements de terrains – inondation - séisme) et leurs conséquences possibles sur l'activité et les biens dans la commune compte-tenu de l'état des connaissances.

2. Le **plan de zonage**, leurs document graphique délimitant :

- les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru ;

- les zones non directement exposées aux risques mais où les aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.

Ces zones sont communément classées de la façon suivante :

- zones très exposées : rouges ;
- zones moyennement exposées : bleues ;
- zones faiblement exposées : blanches.

3. Le **règlement**. Il détermine en considérant les risques, les conditions d'occupation ou d'utilisation du sol dans les zones rouges et bleues. Le règlement de zone bleue énumère les mesures destinées à prévenir ou à atténuer les risques. Elles sont applicables aux biens et activités existants à la date de publication du PPR, ainsi qu'aux biens et activités futures. Ces mesures peuvent être rendues obligatoires dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence. En outre, les travaux de mise en conformité avec les prescriptions de zone rouge ou bleue du PPR ne peuvent avoir un coût supérieur à 10% de la valeur vénale du bien concerné à la date d'approbation du Plan.

4. Une **annexe**, constituée par :

- les documents cartographiques annexes :

- des cartes informatives lithologiques, hydrogéologiques, des pentes, des études antérieures et des phénomènes naturels ;
- la carte des aléas mouvements de terrain ;
- la carte des aléas inondation ;
- la carte des enjeux et de vulnérabilité.

Les cartes informatives et les cartes des aléas sont des documents destinés à expliquer le plan de zonage réglementaire. Ils ne présentent aucun caractère réglementaire et ne sont pas opposables aux tiers. En revanche, ils décrivent les phénomènes susceptibles de se manifester sur la commune et permettent de mieux appréhender la démarche qui aboutit au plan de zonage réglementaire.

- la législation, textes et décrets applicables pour le PPR.

1.5. Opposabilité

Le PPR est opposable aux tiers dès l'exécution de la dernière mesure de publicité de l'acte l'ayant approuvé.

Les zones bleues et rouges définies par le PPR, ainsi que les mesures et prescriptions qui s'y rattachent valent servitudes d'utilité publique (malgré toute indication contraire du POS ou du PLU s'il existe) et sont opposables à toute personne publique ou privée.

Dans les communes dotées d'un POS ou d'un PLU, les dispositions du PPR doivent figurer en annexe de ce document. En cas de carence, le Préfet peut, après mise en demeure, les annexer d'office (art. L 126-1 du code de l'urbanisme).

En l'absence de POS ou de PLU, les prescriptions du PPR prévalent sur les dispositions des règles générales d'urbanisme ayant un caractère supplétif.

Dans tous les cas, les dispositions du PPR doivent être respectées pour la délivrance des autorisations d'utilisation du sol (permis de construire, permis d'aménager,...)

2. Présentation de la commune de ROUMOULES

2.1. Localisation

La commune de Roumoules est située entre les villages de Riez à l'ouest, de Moustiers Sainte Marie à l'est, de Puimoisson au nord et de Sainte Croix de Verdon au sud.

Roumoules est située à 27 km à l'est de Manosque et à 30 km au sud de Digne les Bains, chef lieu du département des Alpes de Haute Provence et arrondissement de rattachement de Roumoules.

Roumoules appartient au territoire du Parc National du Verdon, et fait partie du canton de Riez.

2.2. Topographie

La commune est située entre les altitudes 545 m et 783 m. Son altitude moyenne est de 664 m.

Le territoire de la commune est totalement inscrit dans l'unité géographique du plateau de Valensole, où elle est positionnée en zone SE.

Le relief de la commune est induit par le réseau hydrographique qui entaille le plateau, traçant ainsi des saignées en proportion des bassins versants des cours d'eau.

Les principaux « reliefs » se trouvent ainsi en rive droite et en rive gauche du cours d'eau le plus important, le Colostre.

2.3. Réseau hydrographique (voir carte thématique)

L'ensemble de la commune est drainé par le Colostre et ses affluents.

Le Colostre traverse la commune dans sa partie ouest, ce qui déséquilibre les proportions entre ses affluents rive droite et rive gauche, lesquels sont plus nombreux et plus importants.

Les plus importants sont :

Rive droite

- Ravin de Farnet

Rive gauche

- Ravin de Grand Vallon
- Ravin de Valvachèress
- Ravin de Brige
- Ravin de Béard
- Ravin de Peyrouvier
- Ravin de Soubeirane
- Ravin d'Aigues Bonne, qui possède lui-même comme affluent les ravins de Bourras, de Bouteille et des Galades.

2.4. Géologie de la commune (voir carte thématique)

D'un point de vue structural, la commune appartient à la formation de Digne - Valensole, vaste remplissage détritique d'un bassin s'étant créé au Mio-Pliocène, accompagné de subsidence.

Le plateau est bordé entre 3 et 5 km plus à l'est par l'unité de Moustiers, qui serait légèrement chevauchante sur la formation de Digne - Valensole.

L'unité de Moustiers est formée principalement de calcaires jurassiques datant d'environ 140 millions d'années, tandis que la formation de Digne Valensole daterait entre 5 et 2 millions d'années.

L'épaisseur des terrains de la formation de Valensole est donnée bibliographiquement entre 300 et 500 m au niveau de la commune.

Il est intéressant de noter que les terrains de la formation de Digne Valensole proviennent en partie du démantèlement des reliefs de l'unité de Moustiers.

En particulier, on trouve en limite NE de la commune des tufs appartenant à l'unité de Ségries, correspondant à des dépôts calcaires liés à des émergences de sources en provenance des falaises jurassiques situées plus à l'est.

En bordure est du plateau, celui-ci est recouvert de pédiments plio-quadernaires, formés de cailloutis consolidés de plus en plus épais vers la bordure du plateau.

Cette formation d'origine principalement cryoclastique, proviendrait de périodes froides du Quaternaire et pourrait atteindre 20 m d'épaisseur.

D'un point de vue stratigraphique,

La série de Valensole comporte différents faciès, liés aux modes de dépôts et à leur succession dans le temps.

On peut distinguer ainsi sur le territoire de la commune.

Mio-Pliocène

(*mp*) - Formation marno-conglomératique ocre (série de Valensole indifférenciée).

Il s'agit de marnes et argiles rouges, jaunes à ocres, en couches métriques.

Les coupes montrent fréquemment des paleo-sols intercalés dans la série, correspondant à des phases sans dépôt.

Les marnes et argiles peuvent être ravinées par des niveaux de conglomérats correspondant à des remplissages de chenaux aujourd'hui consolidés (paléo-vallons).

On trouve cette formation masquée sous ses propres produits d'érosion et d'altération sur les flancs des vallons (ravin des Plaines, ravin de Valvachères, ravin de Béard, ravin de Soubeirane (ou Soubeyane), ravin d'Aigues Bonne).

Colluvions
superficielles

Poudingues altérés



Photo n° 1 : Coupe dans les poudingues de la formation de Digne – Valensole, altérés avec galets fantômes



Photo n° 2 :
Affleurements de poudingues dans le lotissement du Parc des Ecoliers

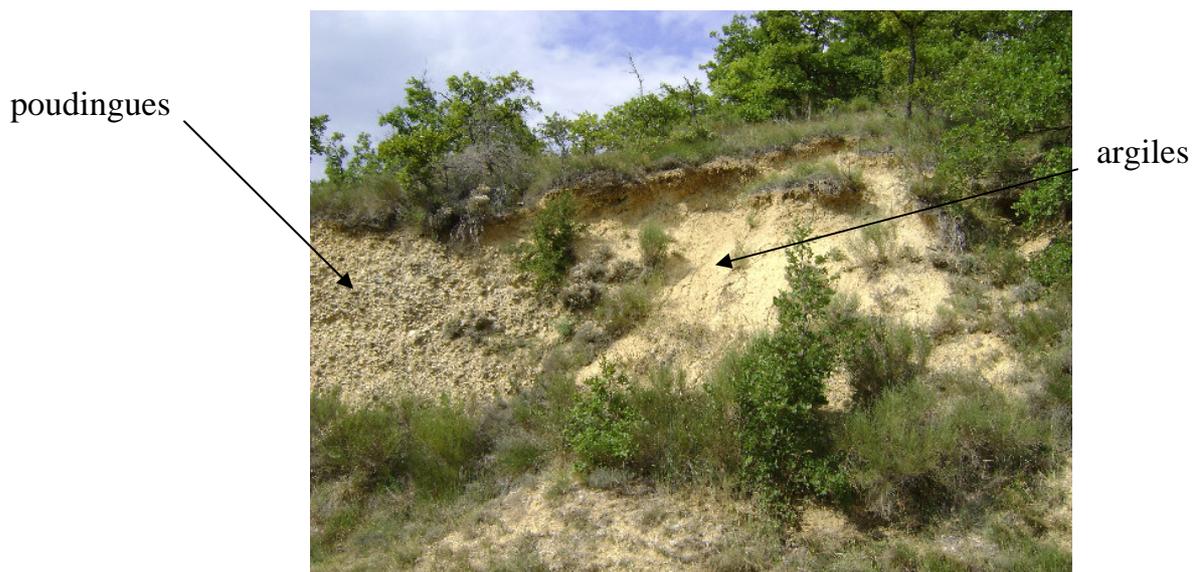


Photo n° 3 : passage latéral de poudingue à des argiles au niveau du ravin de Soubeirane, rive droite

m-pc - Conglomérats de Valensole

Il s'agit de conglomérats en bancs lenticulaires, jointifs ou au contraire comportant des intercalations marno-sableuses décimétriques à métriques.

Ils sont formés de galets roulés à ciment marno-sableux beige ou rouge.

On trouve cette formation dans le vallon de Valvachères.

m-pR - Argiles rouges de Moustiers

Argiles et marnes rouges plus ou moins indurées.

On les trouve en partie NE du territoire de la commune (à proximité de Moustiers Sainte Marie) en au sud du village de Roumoules.

pM - marnes blanches de Puimoisson

Marnes blanches fines ou grumeleuses, à intercalations de concrétions calcaires ou de graviers calcaires.

On les trouve en partie nord et NW de la commune.

pU - Travertins de Ségriès

Il s'agit de travertins et de calcaires lacustres en bancs métriques compacts à intercalations de marnes blanches ou grises

Cette formation affleure de façon anecdotique en partie nord de la commune.

Quaternaire

C - Colluvions

Il s'agit de produits d'érosion et d'altération provenant du substratum local (poudingues désagrégés ou marnes).

Ils tapissent les talwegs du plateau notamment en partie nord de la commune.

J-Px- Cailloutis terminaux du plateau de Valensole

Il s'agit de cailloutis calcaires consolidés venant recouvrir les formations Mio-Pliocène du plateau.

LP - Limons

Il s'agit de dépôts argilo-sableux récents provenant du lessivage de formations marneuses remplissant certaines vallées ou talwegs.

On les trouve en particulier le long de la vallée du Colostre.

LPy - Limons anciens

Il s'agirait de restes de vallées péri-glaciaires du Mindel et du Riss.

On les trouve à l'est et au nord du village de Roumoules.

Jy - Cônes torrentiels

Il s'agit d'alluvions torrentielles déposées au niveau de la confluence de certains torrents avec le Colostre au droit du village de Roumoules.

Fz - Alluvions récentes ou actuelles

Ce sont les alluvions tapissant le fond des vallées torrentielles de la commune. Elles sont le plus développées au niveau du Colostre.

2.5. Géomorphologie

Sur la commune de Roumoules, la géomorphologie est commandée par la présence du plateau de la formation de Digne – Valensole parcourus par des cours d'eau qui s'y sont encastrés.

Le plateau proprement dit est en pente vers le SW, de l'ordre de 1 à 2 %, le point culminant se trouvant au niveau de la pointe NE de la commune.

Les reliefs les plus importants sont modelés par l'entaille des vallées.

On peut ainsi citer notamment :

- les collines des Adrechs et de la Garenne (Photo n° 4), qui culminent à 660 m au SW de la commune. Le versant SE de cette colline possède une pente de l'ordre de 50 %.

- la colline du village de Roumoules, qui culmine à 636 m. Le village y est adossé sur son flanc sud (**photo n° 5**). Le village de Roumoules lui-même est entouré de sept collines.

La plupart des torrents déterminent des talus de forte pente dans leur section finale avant leur confluence avec le Colostre.



Photo n° 4 : colline de l'Adrech vue du village



**Photo n° 5 : village ancien
Vue vers la rue des remparts**

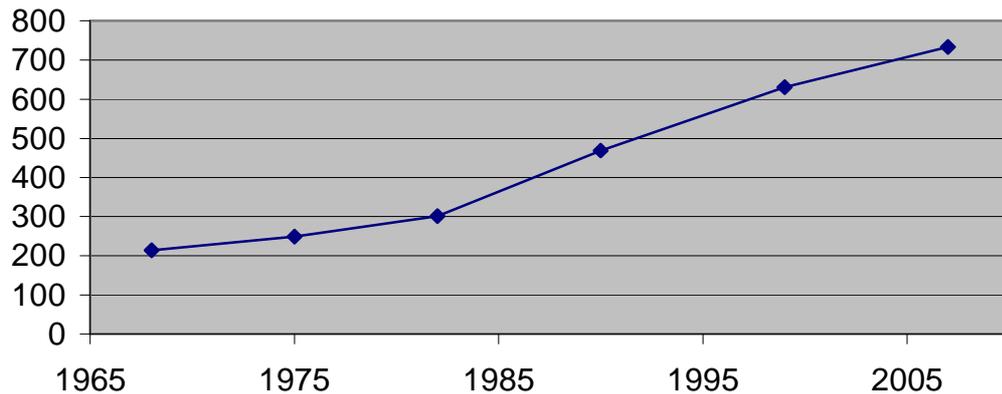
2.6. Démographie, habitat et occupation du sol

Le tableau suivant résume l'évolution de la population depuis 1968 (données INSEE):

	1968	1975	1982	1990	1999	2007
Population	214	249	301	469	631	733

Ce tableau traduit en courbe donne le graphique suivant :

Evolution de la population

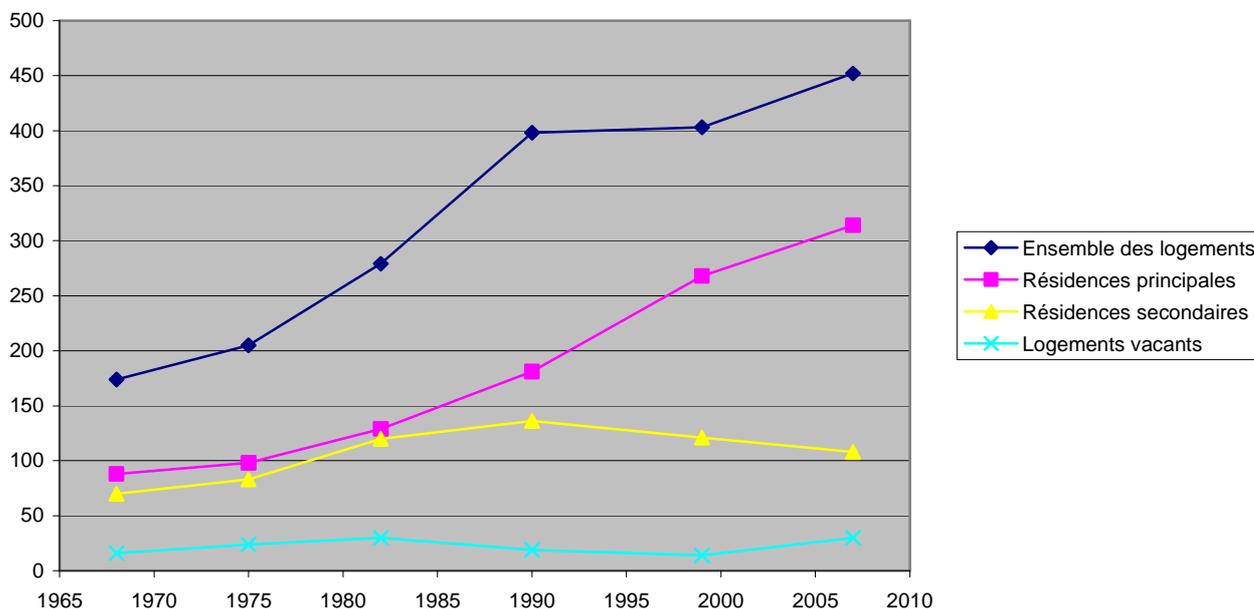


On constate qu'après une croissance faible de 1968 à 1975, la population a été multipliée quasiment par trois depuis 1975.

Il est intéressant de donner également les statistiques sur les logements dans les tableaux suivants :

	1968	1975	1982	1990	1999	2007
Ensemble des logements	174	205	279	398	403	452
Résidences principales	88	98	129	181	268	314
Résidences secondaires	70	83	120	136	121	108
Logements vacants	16	24	30	19	14	30

Cela se traduit par le graphique suivant :



Selon ce graphique, on peut constater que c’est le nombre de résidences principales qui augmente, celui des résidences secondaires étant en diminution.

2.7. Climatologie

Le climat du secteur est de type méditerranéen à tendance montagnarde.

Il est marqué par une saison sèche estivale prononcée et des hivers parfois rigoureux.

La température estivale peut dépasser 37 °, tandis que l’hiver, elle peut descendre en dessous de moins 5° avec quelques jours de neige par an.

Les orages estivaux sont fréquents : plus de 35 orages par an sur le plateau.

Les données générales de Météo France sur la station de référence de Saint Auban sont les suivantes sur les dernières années :

Précipitations

De 1971 à 2000 : moyenne mensuelle de 737.4 mm.
Minimum : 390 mm en 1967.

Maximum : 1052.7 mm en 1963.

Hauteur quotidienne la plus élevée : 97.2 mm.

Nombre de jours avec précipitations :

De 1971 à 2000 : 77 j en moyenne.

Total annuel le plus faible : 53 j en 1998.

Total annuel le plus élevé : 104 j en 1963.

Températures

Températures minimales

Moyenne annuelle : 6.8 ° C.

Moyenne annuelle la plus basse : 5.8 ° C en 1984.

Moyenne annuelle la plus élevée : 8.0 ° C en 1994.

Valeur quotidienne la plus basse : - 13.4 ° C en janvier 1985.

Valeur quotidienne la plus élevée : 22.2 ° le 16 août 1987.

Températures maximales

Moyenne annuelle : 6.8 ° C.

Moyenne annuelle la plus basse : 17.1 ° C en 1984.

Moyenne annuelle la plus élevée : 20° C en 2007.

Valeur quotidienne la plus basse : - 7.4 ° C le 2 février 1956.

Valeur quotidienne la plus élevée : 39.5° C le 6 juillet 1982.

2.8. Histoire de la commune

(Données communales)

L'occupation du secteur est sans doute très ancienne, puisque la grotte de Quinson située à quelques kilomètres atteste d'une occupation humaine paléolithique de plus de 400 000 ans.

A l'époque néolithique et proto-historique, la région était peuplée de celto-ligures.

Les romains arrivèrent dans la région au 1^{er} siècle avant JC et prirent possession du territoire.

Riez, ville voisine, devint une cité gallo-romaine importante, comme en témoignent les nombreux vestiges qui y sont encore visibles.

Roumoules, en latin Romulea, signifie petite Rome, en raison des sept collines qui entourent le village, comme la ville de Rome. Elle devint le lieu de résidence des colons de Riez. On retrouve ainsi sur la commune des vestiges de villa gallo-romaines.

Durant le Haut Moyen Âge, le village s'édifia sur le site antique (castrum de Romulis) à l'abri de l'ancien château médiéval (le château fondu).

En 1315, le village était une seigneurie de 92 feux.

En 1471, elle n'en comptait plus que 44, en raison des guerres et des épidémies.

La seigneurie de Roumoules appartient successivement à la famille de Lincel au XIV^{ème} siècle (qui possédait aussi la seigneurie de Moustiers), puis à la fin du XIV^{ème} siècle et début du XV^{ème} siècle à la famille de Cornis, puis à la famille de la Tour par mariage.

Au XV^{ème} et XVI^{ème} siècle, la seigneurie appartenait à la famille Isoard. Une ville neuve s'est développée autour de l'actuelle église paroissiale et de la « Bastide » (La Tour), ce qui a donné le quartier Villeneuve actuel.

En 1649, Roumoules fut érigée en baronnie, appartenant à la famille Grimaldi.

Le château de Campagne fut construit à la fin du XVII^{ème} – début XVIII^{ème} siècle sur le fief du château de Campagne qui avait appartenu de 1450 à 1601 à la famille de Castellane.

Roumoules passa ensuite à la famille de Gassendy jusqu'en 1782, date à laquelle elle fut vendue à Pierre Joseph de Clerissy, faïencier.

On trouve également sur la commune le château de Saint Martin d'Alignosc construit sur les ruines d'un ancien village appelé Saint Martin le Rimat sans doute incendié pendant les guerres civiles au Moyen Age ou durant les guerres de religion au XVI^{ème} siècle.

Avant 1792, ce n'était plus qu'un prieuré rural de 33 âmes.

Au XIX^{ème} siècle, la commune, comme la plupart des communes rurales, fut touchée par la dénatalité et l'exode rural.

Elle passa ainsi de 507 habitants en 1872 à 163 en 1962.

La commune lança cependant les chantiers de construction de la mairie et de l'école en 1891, et l'aménagement de la place de la fontaine de la République en 1895.

Epoque récente

Entre 1971 et 1975, eut lieu un remembrement du parcellaire de la commune et le déboisement d'une partie de la forêt communale (280 ha) au lieu-dit la Plaine du Bois. Parallèlement, une opération de reboisement fut entreprise sur des landes impropres aux cultures.

Cette opération a permis de maintenir sur la commune les agriculteurs de l'époque.

L'aménagement des quartiers les Adrechs et la Garenne date de 1975 à 1980 (8 ha).

En 1974, l'installation des émetteurs de Radio Monte Carlo sur la commune lui permit d'obtenir des recettes nouvelles. Des équipements publics purent ensuite être construits :

1981 : gîtes communaux de villégiature aux Adrechs.

1987 : construction d'une salle polyvalente.

1990 : construction d'un groupe scolaire (élèves de maternelle et de primaire).

1991 : aménagement d'un terrain de jeux.

1994 : création d'une zone artisanale avec ateliers relais.

1998 : extension de la salle polyvalente à 300 m².

2010 : projet d'extension de la zone artisanale à l'Argentière.

3. Démarche d'étude

Une première réunion de mise en route du PPR a eu lieu en commune en novembre 2009.

Nous avons commencé à synthétiser les données existantes à partir de cette date.

De janvier à mai 2010, nous avons réalisé les cartes thématiques suivantes :

- Carte topographique au 1/10 000
- Carte des pentes au 1/10 000
- Carte géologique au 1/10 000
- Carte lithologique au 1/10 000

- Carte hydrogéologique au 1/10 000
- Carte du PLU
- Carte des enjeux

En juin 2010, une réunion a eu lieu avec M. le Maire de Roumoules afin de récolter les données communales manquantes, et de soumettre le projet de cartes d'aléa. La carte d'aléa sécheresse a été présentée à M. le Maire à cette occasion.

A partir des données collectées, nous avons réalisé les cartes des aléas mouvements de terrain (glissement, retrait-gonflement et ravinement), inondation (torrentielle et ruissellement urbain).

Nous avons durant la période d'élaboration du PPR communiqué avec différentes personnes de la commune et recherché des archives, notamment auprès du service RTM.

L'ONF a été contacté pour une concertation entre les cartes inondation, mouvements de terrain, et incendie.

4. Les risques naturels

4.1. Généralités

Le présent PPR traite des risques suivants :

- Mouvements de terrains. Celui-ci se décline sous la forme suivante :
 - glissements de terrains ;
 - chutes de pierres et de blocs ;
 - retrait/gonflement des argiles.
- Ruissellement urbain ;
- Inondation torrentielle ;
- Ravinement.

L'étude intègre :

- les données générales sur la définition et les connaissances des phénomènes ;
- les études préalables déjà réalisées sur la commune et connues à l'époque du PPR ;
- les indices actuels.

4.2. Prise en compte des aléas

Les guides méthodologiques sur les PPR de la Documentation Française ont été utilisés, à savoir :

- Guide général sur les PPR (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement).
- Guide général sur les mouvements de terrain (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement).
- Guide général sur les inondations (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement).
- Guide général sur les séismes (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement).

Le choix est fait dans ces guides de privilégier les études qualitatives pour la détermination de l'aléa.

Ce choix repose sur les principes suivants :

- Les études qualitatives « à dire d'expert » sont peu onéreuses et relativement rapides à conduire.
- En général, il existe des données concernant les événements passés et leurs conséquences, dans les archives des mairies, des administrations, des universités, des bureaux d'études locaux, ou sur Internet...
- Ces données sont le plus souvent au moins partiellement disponibles. Elles permettent de compléter les informations générales fournies par les cartes géologiques, les cartes topographiques, les photographies aériennes et le net. En particulier, pour les mouvements de terrain, les sondages mécaniques réalisés lors de l'étude de ces phénomènes permettent d'avoir un échantillonnage des épaisseurs de terrain de couverture, ce qui ne figure pas sur les cartes générales. L'analyse de terrain complémentaire, et en particulier l'observation des affleurements directs disponibles et de la morphologie, permettent à l'homme de l'art de comprendre le fonctionnement du milieu, d'évaluer les risques potentiels et d'en tirer des conséquences pour l'occupation des sols et les constructions.

- Les études qualitatives s'appuient sur l'expérience et la compétence de leurs auteurs, qui doivent déjà posséder une bibliothèque de cas suffisamment nombreux leur servant de modèles de référence pour aborder de nouvelles zones. L'ensemble des données disponibles, des observations effectuées, en référence avec des cas déjà connus, permet d'argumenter de façon crédible les choix de zonage effectués.

Cette démarche laisse cependant la place à une part d'incertitude, qui selon les cas peut être considérée comme acceptable, ou doit être levée par des études ponctuelles plus poussées, notamment en fonction des enjeux.

4.3. Définition des aléas

L'aléa, terme issu du latin, signifie étymologiquement *hasard*. Dans l'acception utilisée pour les PPR, sa définition serait la suivante :

Aléa = probabilité d'occurrence d'un événement d'intensité donnée.

L'aléa est donc défini, pour un phénomène donné, comme le croisement d'une intensité et d'une fréquence.

4.3.1. L'intensité d'un phénomène

Elle est estimée à partir de l'analyse des données historiques, des événements déjà produits et des données de terrain, et éventuellement par un modèle mathématique simulant les phénomènes étudiés (exemple : simulation de chutes de blocs).

4.3.2. La fréquence d'un phénomène

Elle s'exprime par sa période de retour ou récurrence.

La fréquence a une incidence directe sur l'admissibilité du risque. En effet, un risque, même d'intensité faible, qui s'exprime fréquemment (chutes de pierres liées au gel-dégel, par exemple) ou en continu (déformation lente des terrains de couverture), peut devenir incompatible avec toute occupation humaine.

La période de retour probable (décennale, trentennale, centennale, millénaire,...) traduit le risque qu'un événement d'une intensité donnée ait « une chance » sur dix, sur trente, sur cent, sur mille,... de se produire dans l'année.

En toute rigueur, la période de retour ne peut être calculée que par une étude statistique des événements passés. Si cela est possible pour des crues, cela est plus difficile pour des chutes de pierres ou de blocs, et encore plus pour des mouvements de terrain dont le volume peut décroître au cours du temps.

Dans certains cas cependant, la période de retour est en fait liée à celle d'événements climatiques dont la période de retour est connue. En effet, le déclenchement naturel de mouvements de terrain, par exemple, est souvent dû à des précipitations « exceptionnelles », dont la probabilité d'occurrence peut en fait être assez facilement estimée.

5. Phénomènes naturels déjà connus sur la commune

Un certain nombre d'événements ont déjà eu lieu sur la commune, et ont fait l'objet d'une carte informative. Il s'agit de crues historiques ou récentes.

On peut recenser :

- la crue du 22 août 1684 ;
- la crue du 31 juillet 1960, qui emporta le pont aval de Roumoules ; le ravin de Valvachères était également en crue ;
- la crue des 23 et 24 août 1987.

Un orage violent est également mentionné le 6 juillet 2006 (donnée mairie).

Voir extraits des descriptions des crues tirés du PPR de 1998.

6. Données des études antérieures

Nous avons pu utiliser les études suivantes :

Etudes pour la réalisation du PPR inondation établies en 1998 par le bureau Alp'Géorisques.

Etude ponctuelle réalisée par Edaphos en 1987.

Etudes ponctuelles à la parcelle réalisées par Sol Concept.

Archives du service départemental RTM.

Banque de données du sous-sol du BRGM.

Etudes géotechniques ponctuelles Edaphos

Projet de HLM – Etude Edaphos n° 435 du 29 juin 1987.

Etudes géotechniques ponctuelles Sol Concept

Il a été possible d'utiliser les données de quatre études ponctuelles réalisées sur la commune de Roumoules par le bureau d'études Sol Concept.

Ces études, réparties sur la zone constructible du territoire communal, sont précieuses car elles permettent d'avoir une connaissance de l'épaisseur des terrains de couverture grâce aux reconnaissances géotechniques effectuées.

Les sondages ont été réalisés au pénétromètre dynamique, machine dont la puissance est en général insuffisante pour pénétrer dans le substratum. On peut donc considérer les profondeurs de refus comme indicatives d'une épaisseur minimale de terrains de couverture.

Sur la carte géologique réalisée dans le cadre du PPRP, les études avec leurs références ont été positionnées, avec entre parenthèses les profondeurs minimales et maximales obtenues lors des sondages.

Les profondeurs minimales sont situées entre 0.4 et 4.3 m. Les profondeurs maximales entre 1.5 et 4.7 m.

On peut ainsi lister :

Etude Sol Concept n° 1957 – 28 janvier 2003 – Villa de particulier.

Etude Sol Concept n° 2357 – 11 août 2004 – Presbytère de Roumoules.

Etude Sol Concept n° 3093 – 31 mai 2006 – Villa de particulier.

Etude du lotissement de l'Argentière (Sol Concept n° 4387) d'août 2009 –

Etude géotechnique – Etude de voirie – Etude loi sur l'eau.

On peut considérer qu'au-delà de 3 m d'épaisseur, les terrains de couverture posent problèmes à la construction, pouvant être déstabilisés par les terrassements. Sans être construits, s'ils sont parcourus de circulations d'eau, ils peuvent être le siège de déformations de surface.

Banque de donnée du sous-sol (BRGM)

Un grand nombre de points de données sur la commune de Roumoules sont référencés dans la base de données du BRGM.

Ces points renseignent sur la présence d'eau et sur la nature du sous-sol.

Banque de donnée du RTM

Le tableau suivant résume les renseignements fournis :

Date	22 août 1684	25 sept 1860	31 juil 1960	31 juil 1960
Détails impacts	DEGATS: Terres agricoles emportées	DEGATS : 1 passerelle emportée sur le CV menant à Riez	DEGATS : 1 propriété endommagée. Des maisons et surtout un commerce inondés. Pont de la RN 552 (actuelle D952) emporté. --PERTURBATIONS-- : circulation interrompue, village de Roumoules isolé	DEGATS : Pont de Verdillon sur la RN 552 (actuelle D 952) rompu.
Sites	LE COLOSTRE	LE COLOSTRE	LE COLOSTRE	SOUBEIRANE
Duree	Après midi Crue exceptionnelle.	Nuit du 25 au 26 septembre	A partir de 14h et jusqu'à 20h.	
Nature phénomène	Niveau de crue atteint, à l'intérieur du Baptistère de Riez, de 2.65m au dessus du sol de l'édifice.	crue	Crue du Colostre. A Riez le lit du Colostre a atteint par endroits plusieurs centaines de mètres de large. Violent orage : 96mm de précipitations à Allemagne (durée non précisée).	Crue du ravin de Soubeirane.
Cause	Orage exceptionnellement violent, avec fortes rafales, localisé sur 300km ² entre Mézel et St-Martin de Brôme.	Orage	152mm en 3h à Riez, selon les Services Agricoles. Embâcles par des arbres aux 2 ponts de Roumoules, provoquant lors de leurs ruptures un déferlement en aval	Orage extrêmement violent.
Zone d'arrivée (localisation)			A Riez : Quartier du Pont Jacquet, les abattoirs, la Fontaine de la Colonne, le boulevard et ses abords. Concernant les impacts sur la commune d'Allemagne-en-Provence, voir événement du ravin de Tartavel à la même date.	
Observation			Largueur des terrains inondés entre le pont de la D952 en aval de Roumoules et le village de St Martin de Brômes : entre 50 et 200m. Total : 300ha	

Analyse critique de ces études

Etude Edaphos de mai 1987.

Il s'agissait d'un projet de pavillons HLM situés à environ 500 m au nord du village de Roumoules.

Les terrains décrits étaient marneux, les marnes étant visibles en partie haute du site, recouvertes de colluvions limono-caillouteuses pouvant localement être très épaisses (5 m).

L'étude mentionne les risques suivants :

- tassements différentiels si les fondations ne sont pas sur un sol homogène ;
- gonflement – retrait en partie haute du site (marnes) ;
- érosion active sur le versant haut.

Etude Sol Concept n° 1957 du 31 mai 2003

Il s'agit d'une villa fissurée dans le lotissement les Adrechs.

Une coupe dans le sous-sol du bâtiment montrait des poudingues recouvrant des argiles humides.

Globalement, le terrain est décrit comme suit :

- banc de poudingues de 3 à 3.5 m d'épaisseur surmonté d'argiles vertes visibles dans le talus amont.
- argiles rouges sous les poudingues.

Des sondages au pénétromètre dynamique effectués autour du bâtiment ont donné des profondeurs entre 1.7 et 2.6 m.

Etude Sol Concept n° 1957 du 31 mai 2003

Il s'agit d'une étude géotechnique du presbytère qui comportait des fissures.

Les sondages au pénétromètre dynamique ont refusé entre 0.4 et 1.5 m de profondeur.

Un forage a été réalisé jusqu'à 10 m, donnant la coupe suivante :

0 – 1.55 m : remblais ;
1.55 – 2.4 m : poudingue beige jaunâtre ;
2.4 – 4.7 m : poudingue beige ;
4.7 – 10 m : poudingue beige grisâtre à petits passages argileux jaunâtres.

Etude Sol Concept n° 3093 du 31 mai 2006

Il s'agit d'une étude pour la construction de gîtes à l'ouest du village de Roumoules, rue Villeneuve.

Les sondages ont atteints des profondeurs entre 4.3 et 4.7 m.

La coupe donnée est la suivante :

- de 0 à 4.3/4.7 m : colluvions peu compactes et alluvions torrentielles ;
- > 4.3/4.7 m : poudingues probables.

Etude Sol Concept n° 4387 d'octobre 2009

Il s'agit d'une étude G11 pour les voiries du lotissement de l'Argentière situé à 1 km au nord du village.

Les sondages ont montré des marnes bariolées en partie basse du site, éventuellement armées de bancs de poudingues en partie haute.

Les sondages ont été descendus entre 0.8 et 2.9 m de profondeur.

Etude Sol Concept n° 4387 G de décembre 2009

Il s'agit d'une étude G11 pour les futurs bâtiments du lotissement artisanal de l'Argentière situé à 1 km au nord du village.

La géologie du site est décrite comme une alternance de conglomérats et de marnes.

Les marnes, bariolées, ont été reconnues en partie basse du site. Les bancs de conglomérats altérés ont été observés en partie haute du site.

La couverture est limono-gravelo-sableuse.

La profondeur des sondages au pénétromètre a été comprise entre 0.7 et 4.2 m.

Etude Sol Concept n° 4387H de janvier 2010-10-11

Il s'agit d'une étude de type loi sur l'eau.

Les sondages ont confirmé la présence de marnes bariolées en partie basse du site.

L'étude climatique et pluviométrique mérite d'être citée :

Du point de vue climatique, le site est nettement marqué et caractérisé par les influences provençales, avec un climat sec et ensoleillé montrant un déficit des précipitations estivales. Il est inclus dans l'étage de végétation supra-méditerranéen.

D'après les données Météo France de la station météorologique de Roumoules (04), les pluies journalières pour différentes périodes de retour sont :

Durée de retour	Pluie journalière estimée	Intervalle de confiance à 70 %	
5 ans	78.0 mm	68.0 mm	96.5 mm
10 ans	92.1 mm	79.1 mm	117.6 mm
20 ans	105.7 mm	89.5 mm	138.2 mm
30 ans	113.5 mm	95.4 mm	150.0 mm
50 ans	123.2 mm	102.8 mm	164.9 mm
100 ans	136.4 mm	112.6 mm	185.1 mm

L'échantillon contient 10 valeurs, sur la période 1993–2003. Méthode de Gumbel, épisode : un jour.

Les pluies exceptionnelles observées sont :

Hauteur observée	Date
80.2 mm	19/09/1999
80.2 mm	17/11/1996
80.0 mm	02/05/2002
79.7 mm	21/08/1997
68.0 mm	12/11/1995

Coordonnées de la station :

- *Indicatif : 04172001.*
- *Altitude : 665 m.*
- *Latitude : 43°47'36"N.*
- *longitude : 06°09'06"E.*
- *Située sur la commune de Roumoules.*

Commentaires : on retiendra que la pluie décennale sur Roumoules est estimée à 92.1 mm et que la pluie centennale est de 136.4 mm.

Banque de données du sous-sol*Lieu-dit Bouteille et St Martin*

Les points 09701X0035 à 37 sont des sources d'altitude similaire (685 m), suggérant une ligne de source, et donc un imperméable recoupé par la topographie (marnes probables).

Le point 09701X0033 est un puits dans le même secteur, cote 630 m, et le point 09701X0034 est une source à une cote voisine (634 m), suggérant un deuxième niveau de circulations d'eau.

Dans la même zone, le forage 09701X0029 a traversé les alluvions du Colostre sur 8 m.

Dans le secteur de la zone artisanale et de l'Argentièrre, les données sont les suivantes :

Forage 09701X0027 : forage à 23 m de profondeur, pompe à 18 m. Cote 600 m – Conglomérats de Valensole.

Forage 09701X0028 : forage à 90 m – eau à 60 m (?). Cote 600 m. Conglomérats de Valensole.

Forage 09701X0030 : forage à 8 m – Eau à 5.5 m (?) – Alluvions du Colostre. Cote 650 m.

Puits 09701X0031 : puits à 4.4 m – Eau à 3.5 m - Cote 600 m.

Forage 09701X0002 : forage à 42 m – Cote 639 m. La coupe donnée est la suivante :

- 0 – 4 m : mélange argile brun foncé, calcaires, graviers ;
- 4 – 8 m : marnes brun clair, jaune ;
- 8 – 14 m : calcaire en graviers arrondis (galets) ;
- 14 – 18 m : argile et calcaire brun foncé rouge ;
- 18 – 42 m : calcaire en graviers arrondis, argile.

On peut réinterpréter la coupe ainsi :

- 0 – 4 m : colluvions argilo-graveleuses ;
- 4 – 8 m : marnes ;
- 8 – 14 m : poudingues ;
- 14 – 18 m : marnes ;
- 18 – 42 m : poudingues intercalés de bancs d'argiles.

Cette coupe matérialise bien la lithologie de la formation de Digne-Valensole.

Elle explique également la position des aquifères de cette formation : hormis les nappes alluviales (Colostre et torrents principaux), petits réservoirs dans les bancs de poudingues au toit des marnes.

Point 09701X0026 : source au lieu-dit Verdillon.

Forage 09705X0043 : forage à 10 m – eau à 4.5 m le 14/01/2008-
Alluvions du Colostre.

Forage 09705X0042 : forage à 60 m - Eau à 40 m (?) – Cote 660 m.

Point 09705X0030/HY : point d'eau communal – Cote 650 m.

Point 09701X0025 : source – Cote 630 m.

Forage 09705X0037 : forage à 60 m – Cote 675 m – Arrivée d'eau à 48 m.

La coupe donnée est la suivante :

0 – 8 m : gravière – un peu d'eau ;
8 – 12 m : poudingue – eau : 1.8 m³/h ;
12 – 15 m : argile rouge ;
15 – 24 m : poudingue plus ou moins sain ;
24 – 27 m : argile jaune ;
27 – 33 m : poudingue ;
33 – 42 m : argile jaune ;
42 – 45 m : poudingue ;
45 – 48 m : argile ;
48 – 51 m : eau = 2 m³/h ;
51 – 57 m : poudingue ;
57 – 60 m : argile jaune.

Cette coupe du ravin de Soubeirane, met également en évidence l'alternance d'argiles et de poudingues de la formation de Digne Valensole. L'eau circule dans les poudingues.

Point 09705X0044 : source – Cote 655 m.

Point 09705X0029/HY : point d'eau communal. – Cote 652 m.

Forage 09705X0036 : forage à 133 m- Cote 586 m – Forage d'eau collective.

La coupe est la suivante :

0 – 0.5 m : terre végétale ;
0.5 – 2.8 m : silts graveleux, sableux, légèrement argileux, gris brun ;
2.8 – 6.1 m : silts, sableux, graveleux, fortement humides, gris brun ;
6.1 – 7.7 m : gravier fortement sableux, silteux, mouillé, gris clair ;
7.7 – 40 m : silt, sable, argileux, graveleux, caillouteux, brun, multicolore ;
40 – 45 m : silt, argileux, beige ;
45 – 50 m : silt, argileux, caillouteux, beige ;
50 – 58 m : gravier, fortement silteux, multicolore ;
58 – 61 m : silt, argileux, sableux, beige rougeâtre ;
61 – 65 m : argile, fortement silteux, légèrement salbeux, rouge brun ;
65 – 70 m : gravier, sableux, silteux, gris brun ;
78 -80 m : argile, silteux, légèrement graveleux, rouge brun ;
80 – 85 m : gravier sableux silteux gris brun ;
85 – 87 m : silt, sableux, légèrement caillouteux, brun ;
87 – 99 m : gravier, sableux, silteux, gris brun ;

99 – 133 : argile, silt, brun rouge.

Malgré un certain flou dans les descriptions, on peut décrypter une alternance de niveaux de poudingues et d'argiles ou marnes.

09705X0031/HY : puits à 6.3 m – Cote 565 m – Point d'eau communal.

Point 09705X0034/HY : source au lieu-dit Plais (point d'eau communal) – Cote 644 m.

Point 09705X0041 : source – Cote 675 m.

Point 09705X0040 : source.

Forage 09705X0039 : forage à 25 m – Cote 567 m – Conglomérats ou colluvions.

Forage 09705X0016 : forage à 67 m – Cote 650 m – Eau collective.

La coupe est la suivante :

0 – 1 m ;

1 – 67 m : formations marno-conglomératiques indifférenciées – Aquifère à 54 m.

7. Les mouvements de terrain

7.1. Données générales

7.1.1. Description

Les mouvements de terrain sont des manifestations d'un déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées par des sollicitations naturelles (pluviométrie anormale, secousse sismique, sape par un cours d'eau,...) ou anthropiques (terrassements avec enlèvements de butée de pied, surcharge, vibrations liées à des passages d'engin ou à l'emploi d'explosif, de brise-roche, déboisement excessif facilitant le ruissellement, imperméabilisation du sol liée à l'urbanisation, ...).

Les mouvements de terrain existent sous de multiples formes, liés en particulier à la lithologie des terrains concernés par le phénomène, et aux mécanismes déclenchants.

Selon leur cinématique, on peut distinguer deux grands types de mouvements :

Les mouvements lents

La déformation des matériaux mis en jeu est progressive. Dans certains cas, il peut y avoir rupture, mais sans accélération brutale. On peut distinguer :

- les affaissements, liés à l'évolution lente de cavités souterraines naturelles ou artificielles, amortie par le comportement souple des terrains de couverture situés au toit de ces cavités. La lenteur du phénomène peut s'expliquer à la fois par celle des mécanismes d'érosion ou de dissolution, et par celle des mouvements du toit de la cavité pouvant évoluer par petits calages successifs ;
- les tassements par dessiccation des sols argileux, notamment liés aux effets cumulés des sécheresses des dernières années ;
- les tassements par consolidation des terrains compressibles (vases, tourbes, ...) ;
- le fluage des matériaux plastiques sur les pentes faibles ;
- les réajustements d'anciens glissements de sols cohérents ;
- le gonflement - retrait des argiles en fonction de leur teneur en eau.

Les mouvements rapides

On peut citer :

- les effondrements brutaux par rupture du toit de cavité souterraine, naturelle ou artificielle, sans amortissement par les terrains de surface ;
- les chutes de pierres ou de blocs, provenant de la dislocation par érosion des falaises ou escarpements rocheux ;
- les éboulements en masse de pans de falaises ou d'escarpements rocheux ;
- les coulées boueuses, pouvant provenir de l'évolution du front des glissements sous forte pluie ;
- les laves torrentielles ;
- le ravinement.

7.1.2. La qualification de l'aléa mouvement de terrain

Les événements connus et constatés sur un territoire donné constituent des indices de surveillance de phénomènes similaires, selon le principe général : *un événement qui s'est déjà produit peut en général se reproduire.*

L'aléa de référence

Pour optimiser la prévision des phénomènes possibles, et dont il faut protéger les populations et les biens, il est nécessaire de déterminer ce qu'on appelle l'aléa de référence, pour chaque type de mouvement de terrain, dans un secteur homogène donné.

Cet aléa de référence fixe les seuils à prendre en compte pour la réalisation d'un aménagement durable afin de préserver la sécurité des personnes et des biens, en dehors des phénomènes majeurs et exceptionnels, à exclure.

Par convention, le mouvement prévisible de référence pour caler le zonage est le plus fort événement historique connu sur le site, excepté si l'analyse du secteur conduit à considérer comme vraisemblable à échéance centennale - ou à échéance supérieure en cas de danger humain - un événement de grande ampleur.

En l'absence d'antécédents identifiés sur un site donné, on se basera :

- soit sur le plus fort événement potentiel vraisemblable à échéance centennale ou plus en cas de danger humain ;
- soit sur le plus fort événement historique observé dans le secteur, survenu sur un site aux caractéristiques géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques et structurales semblables.

L'occurrence et l'intensité

La caractérisation de l'aléa mouvement de terrain fait intervenir les notions d'occurrence (avec ses difficultés d'estimation) et d'intensité du phénomène.

L'occurrence peut être estimée pour les chutes de pierre par la fréquence observée des phénomènes. Pour les glissements de terrain, cela est plus compliqué, les phénomènes ne pouvant se produire qu'une fois en un point donné.

L'intensité peut être abordée au moyen des paramètres suivants :

- la gravité, qui mesure l'importance du phénomène par rapport aux vies humaines ;
- l'agressivité, qui estime l'importance du phénomène par rapport aux dommages possibles à des constructions ;
- la DDP ou demande de prévention potentielle, qui estime les possibilités et les coûts de stabilisation du phénomène.

Le tableau suivant fournit un exemple d'estimation de l'intensité pour le cas de chutes de blocs et d'éboulements rocheux :

Volume V mobilisé	Intensité		
	Gravité	Agressivité	DPP
$V < 1 \text{ dm}^3$ (pierres)	très faible à moyenne	nulle à faible	faible
$1 < V < 100 \text{ dm}^3$ (blocs)	moyenne	faible à moyenne	faible
$0.1 < V < 1 \text{ m}^3$ (blocs)	moyenne à forte	moyenne	moyenne
$1 < V < 1000 \text{ m}^3$ (écaillés rocheuses)	forte à majeure	moyenne à élevée	moyenne
$1\ 000 < V < 100\ 000 \text{ m}^3$ (pans de falaise)	majeure	élevée	forte
$V > 100\ 000 \text{ m}^3$ (événement géologique)	catastrophique	très élevée	très forte

Exemples de critères par type de mouvement de terrain

Les chutes de pierres, de blocs et éboulements

Aléa	Indice (niveau de l'aléa)	Exemple de critère
nul à très faible	1	
faible	2	Pente moyenne, boisée, blocs isolés stabilisés Chutes de pierres exceptionnelles
moyen	3	Chutes de pierres peu fréquentes Secteurs situés à l'aval d'aléas plus fort Pente raide > 40 % sur un versant boisé avec rocher sub-affleurant
fort	4	Chutes de pierres fréquentes ou de blocs peu fréquentes, avec zone de départ active (front de falaise fracturée, éboulis grossier instable, ...) Pied de parois rocheuses
très fort	5	Chutes de blocs fréquentes à très fréquentes, écroulements ou éboulements en masse possibles.

Les glissements de terrain

L'aléa de référence est qualifié essentiellement par son intensité, la fréquence étant peu mesurable.

Son intensité est liée à la surface potentiellement instable, et à l'épaisseur de terrains mobilisables.

Aléa	Indice (niveau de l'aléa)	Exemple de critère
nul à très faible	1	
faible	2	Glissements potentiels dans des pentes inférieures à 25% sur lesquelles des terrassements ou surcharges peuvent entraîner une déstabilisation des terres.
moyen	3	Pentes moyennes à fortes (25 - 40 %) avec déformations visibles en surface (mamelonnements) Glissements actifs possibles, mais sans indices de mouvements (absences de circulations d'eau par exemple)
fort	4	Glissements actifs Glissements anciens mobilisables Pieds de pentes entaillées par un cours d'eau
très fort	5	Glissements actifs de grande ampleur

7.1.3. Méthodologie employée sur la commune de Roumoules

La carte des aléas mouvements de terrain a été réalisée en croisant les paramètres suivants :

- Géologie et lithologie de la commune.
- Pentes, avec le découpage suivant : [0 - 5 % [; [5 - 15 % [; [15 - 25 % [; [25 - 40 % [; [> 40 %.
- Talwegs.
- Réseau hydrographique.
- Phénomènes connus et répertoriés sur la commune.
- Données des études antérieures (notamment, épaisseur reconnue des terrains de couverture).
- Etat des bâtiments.

Le résultat obtenu a ensuite été comparé et affiné par une reconnaissance de terrain systématique.

Les classes de pente retenues correspondent aux angles suivants :
5 % = 3 ° ; 15 % = 8.5 ° ; 25 % = 14 ° ; 40 % = 22 ° ; 100 % = 45°.

En première approche, on peut donner les interprétations suivantes pour les trois derniers angles :

- 45° correspond à l'angle moyen minimal que forment couramment les escarpements rocheux ;
- 22° correspond à l'angle à long terme que peuvent former avec l'horizontale des versants marneux dépourvus de circulations d'eau ;
- 14° correspond à la limite de stabilité moyenne de versants argileux ou marneux pouvant comporter des circulations d'eau ;
- 8.5° correspond à la limite de stabilité moyenne de versants argileux humides parcourus de circulations d'eau ;
- 3° correspond aux fonds de vallée ou de plaine avec stagnation d'eau possible (nappe).

L'aléa glissement de terrain le plus fort observable sur la commune se situe dans le quartier des Adrechs. On a affaire à un substratum de la formation de Digne -Valensole, composé de conglomérats pouvant comporter des niveaux marneux au toit imbibé d'eau. Des niches d'arrachement sont visibles dans le paysage. Voir photo ci-dessous.



Photo n° 6 : vue de la colline des Adrechs
Zone érodée naturelle ou liée à l'action humaine

Le ravinement fait partie des mouvements de terrain.

Les zones en pente sont sensibles au ravinement, d'autant plus que la terre est à nu.

Le déboisement, par l'homme ou lié à des incendies de forêt, peut accentuer grandement le ravinement.

L'aléa retrait-gonflement a été pris en compte sur l'ensemble de la commune, selon la carte départementale du BRGM.

Le classement des aléas est défini en fonction de la teneur en argile des formations et de l'intensité de leur pouvoir gonflant.

7.2. Les glissements de terrain sur la commune de Roumoules

Les phénomènes actifs observables

Les seules zones actives recensées se situent dans les parties à nu de la colline des Adrechs.

Dans cette zone, la construction du lotissement a généré des talus importants venant diminuer la butée de pied des terrains amont.

Par ailleurs, on peut observer dans la zone non construite des zones à nu, provenant en grande partie du ravinement, mais pouvant également générer des coupures de glissement.

Il est essentiel de ne plus entailler le versant au-dessus de la zone construite.

Déstabilisation de la couverture

Les études que nous avons pu consulter ont montré des épaisseurs de couverture comprises entre 0.5 et 4.7 m.

Lorsque la pente dépasse 25 %, l'aménagement de ces zones peut générer des talus instables pouvant aboutir à du fluage de la couverture ou à des petits glissements. Cet aléa est à prendre en compte sur tous les versants en partie argileux, de pente supérieure à 25 %.

7.3. Les effondrements

Ce risque ne fait pas partie de l'étude.

Il est nécessaire de signaler cependant que le haut du village comporte de nombreuses caves creusées dans le poudingue, qui peuvent aboutir à des effondrements par rupture de voûte.

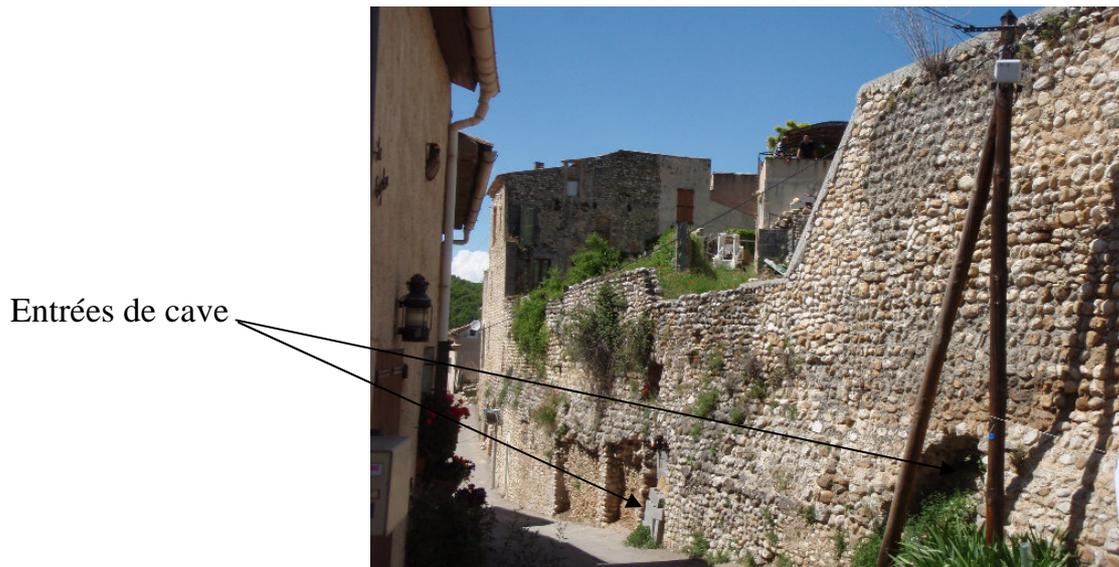


Photo n° 7 - Vue de la partie amont du village

7.4. Les chutes de pierres ou de blocs

La seule formation pouvant donner des pierres ou des blocs sur la commune correspond aux conglomérats de la série de Digne – Valensole.

Ils sont le résultat d'une cimentation de galets d'origine alluviale, et peuvent donner, par désagrégation, des galets (centimétriques à quelques décimètres) ou des blocs de galets cimentés.

En front de talus, des écailles métriques peuvent se détacher, notamment si des surplombs ont été dégagés par l'érosion.

7.5. Le ravinement

Toutes les zones pentues peuvent être le siège de ravinement, étant donné le caractère méditerranéen des précipitations.

Les zones les plus exposées à ce phénomène sont les collines des Adrechs et de la Garenne, la colline du village et les flancs des vallons les plus importants.

8. L'aléa inondation

Ce chapitre se réfère en grande partie au PPR de 1998, dont la méthodologie peut être reprise.

8.1. Base de l'étude

Trois types d'aléa ont été pris en compte :

- aléa de crue torrentielle liée au Colostre.
- aléa de crue torrentielle liée aux ravins affluents du Colostre.
- aléa ruissellement urbain

L'étude de l'aléa inondation suppose la connaissance des paramètres suivants :

- superficie ;
- périmètre ;
- altitude maximale ;
- altitude minimale ;
- longueur du lit mineur.

A partir de ces données, il est possible de calculer l'indice de compacité selon la formule :

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot S}}$$

avec :

- P : périmètre du bassin versant (km)
- S : superficie du bassin versant (km²).

A partir de ces données, le PPR précédent calcule des ordres de grandeur des débits décennaux et centennaux selon le tableau suivant :

Numéro du plan en annexe	Nom	Superficie	Q10	Q100
1	Le Colostre à l'aval de Roumoules	30.5	21	48
5	Le Colostre à Couiroues	13.8	11	25
6	Le ravin de Chatière	18.9	1.6	3.6
7	Le ravin de Brige	1.3	1.6	4
8	Les ravins du cimetière	4.4	0.7	1.6
9	Le ravin de Béard	4.9	5	11
10	Le ravin de Peyrouvier	2.6	3	7
11	Le ravin d'Aigues Bonnes	16.7	13	30
12	Le ravin de Sabeyanne	5.2	5.2	12
14	Le ravin de Mal Vallon	12.4	1.4	3.2
15	Le ravin de la Garenne	8.5	0.9	2
16	Le ravin de Chauret	23.2	2	4.5
17	Les combes de l'Argentière	10.4	1.1	2.5

On prendra comme crues de référence conformément aux guides du Ministère, les crues centennales des différents cours d'eau.

Critères de dangerosité – classes d'aléas

Vitesse \ Hauteur d'eau	Vitesse	
	< 0,5 m/s	≥ 0,5 m/s
H < 0,5m	Aléa faible	Aléa fort
0,5 m < H < 1m	Aléa moyen	Aléa fort
H > 1m	Aléa fort	Aléa fort

Qualification de l'aléa en fonction de la hauteur et de la vitesse.

Illustration 1 : Critères de dangerosité fonctions de la hauteur d'eau et de la vitesse (source : DDE)

On notera qu'à partir d'une hauteur d'eau de 1 m, l'aléa est considéré comme fort à très fort.

L'aléa est considéré comme faible uniquement pour des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm et des vitesses inférieures à 0.5 m/s.

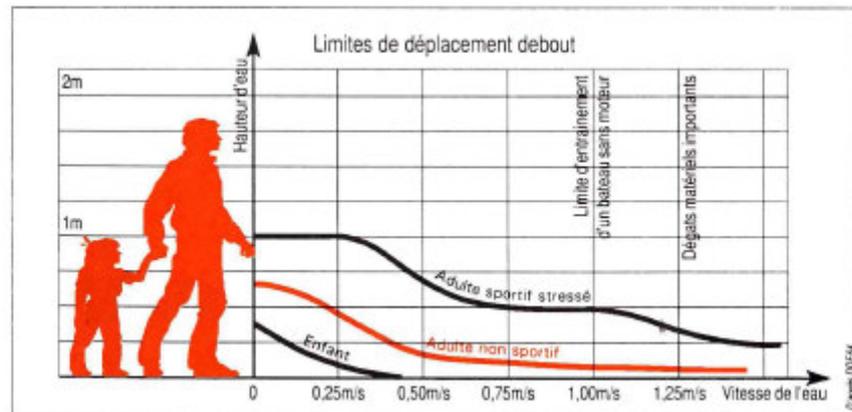


Illustration 2 : Schéma représentant les difficultés de déplacement des personnes (source : DDE)

On notera qu'un adulte non sportif commence à avoir des difficultés pour se tenir debout à partir de 25 cm d'eau et des vitesses de 0.5 m/s.

Ponts et passages busés

Ce sont les endroits critiques pouvant accentuer considérablement la dangerosité d'une crue.

A partir des sections des ouvrages, en appliquant la formule de Manning Strickler, on peut faire une estimation du débit d'eau susceptible de franchir les ouvrages principaux de la commune.

Formule de Manning-Strickler :

$$Q = S \times V = S \times (R_h^{2/3} \times i^{1/2} \times 1/n)$$

Avec S : surface mouillée;

Rh = rayon hydraulique;

i = pente hydraulique ;

n = coefficient de Manning (K = 1/n = coefficient de rugosité).

On peut utiliser pour n les valeurs suivantes :

Nature du lit	n	K = 1/n
Lits naturels propres à fond lisse	0.02	50
Lits naturels propres à fond rugueux	0.03	33
Lit naturel avec végétation	0.05 à 0.1	20 à 10
Ciment très lisse		100
Mortier lissé		85
Béton lisse avec joints		75
Maçonnerie ordinaire		70
Béton rugueux, maçonnerie vieille		60
Lits naturels propres à fond lisse	0.02	50
Lits naturels propres à fond rugueux	0.03	33
Lit naturel avec végétation	0.05 à 0.1	20 à 10

On peut ainsi faire un calcul comparatif des débits décennaux ou centennaux antérieurement calculés avec le débit acceptable par les ouvrages selon le tableau suivant :

N°	Nom	Superficie	Q10	Q100	Q acceptable
1	Le Colostre à l'aval de Roumoules	30.5	21	48	170
5	Le Colostre à Couiroues	13.8	11	25	106
9	Le ravin de Béard	4.9	5	11	8
10	Le ravin de Peyrouvier	2.6	3	7	18
11	Le ravin d'Aigues Bonnes	16.7	13	30	50
12	Le ravin de Sabeyanne	5.2	5.2	12	77

Ce calcul met en évidence que la section du pont du ravin de Béard est insuffisante.



Photo n° 8 - Vue du pont de Peyrouvier lors de la crue du 6 juillet 2010

Les autres sections sont suffisantes, sous réserve qu'il n'y ait pas d'embâcle.

Sur la carte du réseau hydrographique annexée au rapport, figurent par ailleurs les mesures de tous les passages busés sous les routes principales de Roumoules.

8.2. Qualification de l'aléa inondation

Inondations torrentielles (Colostre et autres torrents)

Elles sont provoquées par les cours d'eau de pente forte à moyenne, dans lesquels l'écoulement est turbulent.

Lors d'une montée des eaux, le torrent peut sortir de son lit mineur et divaguer dans le lit majeur. Dans certains cas, il s'agit de torrents à écoulements intermittents dont on ne soupçonne plus la capacité à générer des crues importantes (exemple, crue du torrent de Mallemoisson de juin 1996 ayant coupé la nationale 85).

Lors de ces crues, les vitesses peuvent être élevées. Les berges peuvent être affouillées ou emportées. Des bâtiments peuvent être détruits par la puissance de l'eau chargée en matériaux (densité supérieure à 1).

Lorsque ces crues sont dues à un orage, elles peuvent être très rapides, ce qui rend l'alerte difficile. Le phénomène est particulièrement dangereux si l'orage se déclenche au-dessus du bassin versant du cours d'eau, ou s'il suit le cours d'eau.

Les risques d'embâcles peuvent être importants, notamment si le lit des cours d'eau n'est pas entretenu. Les embâcles sont constitués d'un mélange d'arbres, de broussailles ou d'objet divers emportés par le torrent depuis l'amont, et venant obturer un ouvrage de franchissement de route (pont, buse). Le résultat est la création d'un barrage qui peut provoquer une montée des eaux à l'amont, et créer une lame d'eau importante et brutale lorsqu'il cède.

Il est donc primordial de prévenir la formation d'embâcles.

Lorsqu'il s'agit de torrents de montagnes, dont la pente est particulièrement forte, la crue peut être à la fois liquide et solide. Les dépôts dans le lit mineur (engravement) peuvent modifier brutalement son lit, ce qui diminue ses capacités d'écoulement, et peut aboutir à lui faire changer de cours.

La partie basse des torrents constitue le cône de déjection. On y trouve en général des laisses de crues (dépôts provenant des crues antérieures).

On notera qu'à la confluence des principaux torrents de Roumoules et du Colostre, l'aléa inondation devient plus important, du fait que le débouché des torrents en crue peut être entravé par la propre crue du Colostre.

Ruissellement urbain

Dans les zones urbanisées, les sols sont en général rendus imperméables par la création de voiries et par les constructions.

L'infiltration dans le sol ne pouvant plus se faire, le ruissellement peut être considérablement accru.

Il peut arriver de plus que les réseaux d'assainissement se saturent, notamment s'ils reçoivent une partie des eaux pluviales.

Sur la commune de Roumoules, il existe deux zones exposées à ce risque :

- Le village ancien, dont la morphologie est en entonnoir, les eaux de ruissellement ne pouvant que se concentrer vers la rue grande aval.
- Le lotissement des Adrechs, où les constructions et les voies ont imperméabilisé le sol. Dans ce secteur, il existe cependant trois réseaux de collecte des eaux.

8.3. Les sites les plus exposés

Préambule

On peut observer sur le territoire de la commune plusieurs panneaux avertissant qu'on se trouve en zone inondable, matérialisant ce risque :



Photo n° 9 - Panneau voie inondable le long du ravin de Béard



Photo n° 10 - Panneau voie inondable dans le quartier Aigu



Photo n° 11 - Panneau voie inondable rue Grande

Le Colostre

Le Colostre est susceptible de créer des dégâts sur les habitations implantées sur sa rive droite entre le CD 952 et la voie communale n° 2.

Le bâtiment implanté au lieu-dit les Adrechs immédiatement en amont du pont sur la D 952 est exposé.

Le ravin de Peyrouvier

Ce ravin se poursuit par la rue Grande, puis la place de la République qui correspondent donc au tracé de ce ravin.

Il existe une buse de 30 cm de diamètre le long de la rue Grande, qui passe sous la rue Villeneuve (perpendiculaire à la rue Grande) et qui récolte les eaux en période d'étiage.

Cet axe constitue selon nous la zone la plus à risque de la commune, d'autant plus que les eaux de ruissellement urbaines pouvant parcourir les rues du village ancien débouchent en grande partie dans le lit transformé en voie du ravin de Peyrouvier.

Les constructions bordant la voie sont donc particulièrement exposées, des hauteurs d'eau de 1.5 m ayant été rapportées au niveau du café rive gauche de Roumoules.

La salle polyvalente est exposée, ou du moins peut être isolée en cas de crue importante.

On notera que l'entretien du lit en partie aval est essentiel jusqu'au pont de la D 952 en aval.

Le ravin de Béard

Il menace plusieurs maisons individuelles, le CD 952 et le chemin vicinal n° 1 de Roumoules à Sainte Croix.

Les ravins de la Garenne et du Mal Vallon

Ils débouchent dans des zones loties et peuvent, entre autre, perturber le trafic.

Le ravin de Chauret

Il menace la voirie et le lotissement à l'ouest de la route. En cas de débordement sur la chaussée, l'inondation des maisons les plus proches est possible.

9. Aléa sismique

La commune de Roumoules fait partie du canton de Riez, qui est classé dans le zonage actuel en zone 1b.

Les critères justifiant le classement sont les suivants :

- aucun séismes d'intensité supérieure ou égale à IX n'est connu dans la région ;
- la période de retour des séismes d'intensité VIII est supérieure à 200 – 250 ans ;
- la période de retour des séismes d'intensité VII est supérieure à 75 ans ;
- les séismes d'intensité maximale supérieure à VIII sont connus dans la province sismo-tectonique.

Rappelons que les séismes sont rarement meurtriers en eux-mêmes. Ce sont leurs effets induits sur les terrains et les bâtiments qui peuvent être dangereux.

Soulignons que les structures parasismiques permettent en général aux bâtiments de résister aussi aux mouvements de terrain de faible ampleur.

Les effets des séismes peuvent être amplifiés par ce qui est appelé « effets de sites ».

On évitera ainsi de construire en sommet de talus important, ou sur des terrains instables (vases, argiles molles, glissements de terrains anciens ou déclarés importants).

On évitera d'adosser les murs amont des constructions contre le terrain, en cas de pente, afin de diminuer la transmission des vibrations dues à un éventuel séisme.

10. Aléa retrait - gonflement

Les phénomènes de retrait et de gonflement de certains sols argileux ont été observés depuis longtemps dans les pays à climat aride et semi-aride où ils sont à l'origine de nombreux dégâts causés tant aux bâtiments qu'aux réseaux et voiries. En France, où la répartition pluviométrique annuelle est plus régulière et les déficits saisonniers d'humidité moins marqués, ces phénomènes n'ont été mis en évidence que plus récemment, en particulier à l'occasion des sécheresses de l'été 1976, et surtout des années 1989-90. Les dégâts observés en France concernent principalement le bâti individuel.

La prise en compte, par les assurances, de sinistres résultant de mouvements différentiels de terrain dus au retrait-gonflement des argiles a été rendue possible par l'application de la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophe naturelle.

Depuis l'année 1989, date à laquelle cette procédure a commencé à être appliquée, plus de 6 700 communes françaises, réparties dans 83 départements ont été reconnues en état de catastrophe naturelle à ce titre. Le coût cumulé d'indemnisation de ces sinistres a été évalué à 3,3 milliards d'euros sur la période 1989-2002 par la Caisse Centrale de Réassurance.

Le département des Alpes-de-Haute-Provence fait partie des départements concernés par ce phénomène, puisque 62 arrêtés interministériels y ont été pris entre 1988 et 2008, reconnaissant l'état de catastrophe naturelle pour ce seul aléa dans 26 communes sur les 200 que compte le département. Dans le cadre de l'étude départementale d'aléa réalisée par le BRGM, 1 348 sites de sinistres, répartis dans 56 communes, ont ainsi été recensés et localisés, ce qui constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité.

L'examen de nombreux dossiers de diagnostics ou d'expertises révèle que beaucoup de sinistres auraient sans doute pu être évités ou que du moins leurs conséquences auraient pu être limitées, si certaines dispositions constructives avaient été respectées pour des bâtiments situés en zones sensibles au phénomène.

C'est pourquoi l'État a souhaité engager une politique de prévention vis-à-vis de ce risque en incitant les maîtres d'ouvrage à respecter certaines règles constructives. Cette démarche s'inscrit dans le cadre d'une politique générale visant à limiter les conséquences humaines et économiques des catastrophes naturelles, par la mise en œuvre de plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN), ce qui consiste à délimiter des zones apparaissant exposées à un niveau de risque homogène et à définir, pour chacune de ces zones, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent y être prises, en application de la loi n° 95-101 du 2 février 1995.

Dans le cas particulier du phénomène de retrait-gonflement des argiles, les zones concernées, même soumises à un aléa considéré comme élevé, restent constructibles. Les prescriptions imposées sont, pour l'essentiel, des règles de bon sens dont la mise en œuvre n'engendre qu'un surcoût relativement modique, mais dont le respect permet de réduire considérablement les désordres causés au bâti, même en présence de terrains fortement sujets au phénomène de retrait-gonflement.

Cette réglementation concerne essentiellement les constructions futures. Quelques consignes s'appliquent toutefois aux bâtiments existants afin de limiter les facteurs déclenchants et/ou aggravants du phénomène de retrait-gonflement.

Le non respect du règlement du PPR peut conduire à la perte du droit à l'indemnisation de sinistres déclarés, et ceci malgré la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

10.1. Formations argileuses et marneuses

Les formations géologiques affleurantes ou sub-affleurantes dans le département et considérées comme argileuses (au sens le plus large) ont été listées dans l'étude BRGM précédemment citée. Après un regroupement en fonction des caractéristiques lithologiques qui offrent un comportement comparable supposé vis-à-vis du retrait-gonflement, 37 formations ont été individualisées.

Les principales formations argileuses ou marneuses qui affleurent dans le département des Alpes-de-Haute-Provence sont, par ordre d'importance décroissante en terme de superficie, la *Formation de Valensole* (687 km²), les *Alluvions fluviales récentes* (383 km²), les *Moraines* (325 km²), les « *Terres noires* » du *Jurassique moyen et supérieur* (293 km²), les *Alluvions et cônes de déjection quaternaires* (279 km²), les *Marnes du Néocomien* (198 km²), les *Colluvions quaternaires indifférenciées* (173 km²) et les *Marnes et grès du Miocène Supérieur* (154 km²). Les autres formations argileuses ou marneuses n'affleurent que sur des superficies toutes inférieures à 2 % du département.

A partir des données départementales sur les formations argileuses, nous avons extrait la carte des formations argileuses et marneuses sur la commune de Roumoules sur l'illustration suivante :

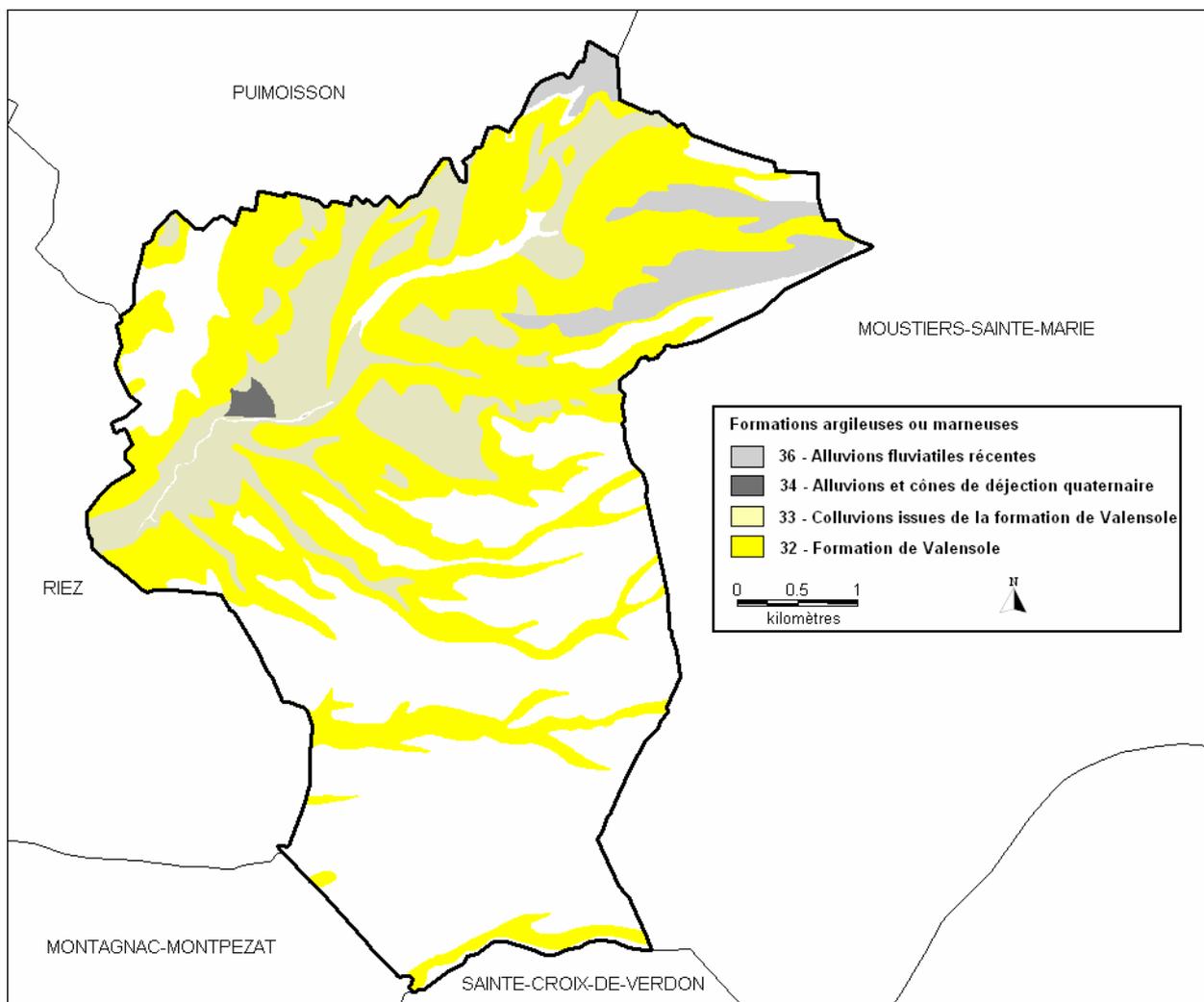


Illustration 3 : Carte synthétique des formations argileuses et marneuses de la commune de Roumoules

Voici les formations argileuses présentes sur la commune de Roumoules, en référence à la liste des 37 formations géologiques établie par le BRGM à l'échelle du département (détaillées sur l'illustration n° 4, page suivante), la description des faciès ayant été précisée pour la zone concernée :

- 37 - Moraines
- 36 - Alluvions fluviales récentes
- 35 - Colluvions quaternaires indifférenciées
- 34 - Alluvions et cônes de déjection quaternaires
- 33 - Colluvions issues de la formation de Valensole
- 32 - Formation de Valensole
- 31 - Marnes et grès du Miocène Supérieur
- 30 - Marnes, calcaires et grès de l'Oligo-Miocène
- 29 - Marnes de l'Oligo-Miocène
- 28 - Molasses de l'Oligocène
- 27 - Marnes, calcaires et conglomérats du Stampien - Aquitainien
- 26 - Marnes de Viens
- 25 - Calcaire de Vachères
- 24 - Calcaires de Campagne Calavon et de Montfuron
- 23 - Marnes et calcaires de l'Oligocène
- 22 - Marnes et calcaires de l'Oligocène inférieur
- 21 - Marnes et grès du Sannoisien
- 20 - Marnes, conglomérats et argiles de l'Eocène-Oligocène
- 19 - "Marnes bleues" du Priabonien-Sannoisien
- 18 - Marnes et argiles de l'Éocène-Oligocène
- 17 - Marnes et calcaires du Priabonien
- 16 - Conglomérat d'Argens
- 15 - Marnes et calcaires du Cénomanién
- 14 - Marnes du Cénomanién supérieur
- 13 - Marnes, calcaires et grès de l'Albo-Cénomanién
- 12 - Calcaires, grès et marnes de l'Aptien-Albien
- 11 - Marnes de l'Aptien-Cénomanién et Gargasien
- 10 - Calcaires et marno-calcaires du Néocomien
- 9 - Marnes du Néocomien
- 8 - Calcaires et marnes du Jurassique supérieur
- 7 - "Terres noires" du Jurassique moyen et supérieur
- 6 - Calcaires et marnes noires du Jurassique moyen
- 5 - Marnes de l'Aalénien-Bajocien
- 4 - Marnes noires du Lias
- 3 - Marnes et calcaires du Lias
- 2 - Calcaires, marnes et dolomies triasiques
- 1 - Trias gypseux

Illustration 4 : Liste des 37 formations argileuses et marneuses du département avec code couleur et numéro de référence

- **Formation de Valensole (32)** : le faciès prédominant correspond à des conglomérats, marnes et grès. Les conglomérats peuvent se trouver sous la forme de lentille au sein des marnes.

- **Colluvions issues de la Formation de Valensole (33)** : Les colluvions de la formation de Valensole ont été distinguées par rapport aux colluvions indifférenciées du Quaternaire. En effet, ces colluvions sont constituées de matériaux dérivés de la formation de Valensole, et par conséquent peuvent montrer une proportion d'argile importante.

- **Alluvions et cônes de déjection quaternaires (34)** : il s'agit des cônes de déjection situés en piedmont.

- **Alluvions fluviales récentes (36)** : Les alluvions récentes sont constituées de sables, graviers et galets et assez souvent de limons. Ce sont celles du lit majeur du Colostre et de ses affluents.

10.2. Hydrogéologie

Les fluctuations du niveau des nappes phréatiques peuvent avoir une incidence sur la teneur en eau (dessiccation ou imbibition) dans certaines formations à alternance argilo-sableuse, et contribuer ainsi au déclenchement ou à l'aggravation de mouvements de terrain différentiels.

Dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, ce sont essentiellement les nappes alluviales qui vont avoir une influence importante sur le retrait-gonflement des sols. En effet, les autres aquifères, notamment au niveau des plateaux, sont suffisamment profonds pour n'avoir que peu d'influence sur la teneur en eau de la tranche superficielle du sol, laquelle est soumise au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Ainsi, les alluvions récentes, qui correspondent au lit majeur des cours d'eau, sont largement baignées par la nappe alluviale, ce qui atténue le phénomène de retrait, puisque des remontées capillaires vont limiter la dessiccation. Cependant, les niveaux sablo-graveleux, à fortes perméabilités, peuvent être dénoyés, ce qui peut aggraver la dessiccation de niveaux argileux sous-jacents, en cas de sécheresse prolongée.

Ce phénomène de battement des nappes en zone limoneuse est bien connu dans le département, il a été observé notamment dans les alluvions de la Bléone, sur Digne-les-Bains, qui sont largement dénoyées en cas de sécheresse prolongée, ce qui se traduit par de fortes fluctuations des teneurs en eau dans les horizons les plus superficiels, du fait de l'arrêt des remontées capillaires.

10.3. Description des phénomènes et de leurs conséquences

Le phénomène de retrait-gonflement concerne exclusivement les sols à dominante argileuse.

Ce sont des sols fins comprenant une proportion importante de minéraux argileux et le plus souvent dénommés « argiles », « glaises », « marnes » ou « limons ». Ils sont caractérisés notamment par une consistance variable en fonction de la quantité d'eau qu'ils renferment : plastiques, collant aux mains, lorsqu'ils sont humides, durs et parfois pulvérulents à l'état desséché.

Les sols argileux se caractérisent essentiellement par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique.

Introduction aux problèmes de « retrait-gonflement »

Par suite d'une modification de leur teneur en eau, les terrains superficiels argileux varient de volume : retrait lors d'une période d'assèchement, gonflement lorsqu'il y a apport d'eau. Cette variation de volume est accompagnée d'une modification des caractéristiques mécaniques de ces sols.

Ces variations sont donc essentiellement gouvernées par les conditions météorologiques, mais une modification de l'équilibre hydrique établi (imperméabilisation, drainage, concentration de rejet d'eau pluviale....) ou une conception des fondations du bâtiment inadaptée à ces terrains sensibles peut tout à fait jouer un rôle pathogène.

La construction d'un bâtiment débute généralement par l'ouverture d'une fouille qui se traduit par une diminution de la charge appliquée sur le terrain d'assise. Cette diminution de charge peut provoquer un gonflement du sol en cas d'ouverture prolongée de la fouille (c'est pourquoi il est préconisé de limiter au maximum sa durée d'ouverture).

La contrainte appliquée augmente lors de la construction du bâtiment, et s'oppose plus ou moins au gonflement éventuel du sol. On constate en tout cas que plus le bâtiment est léger, plus la surcharge sur le terrain sera faible et donc plus l'amplitude des mouvements liés au phénomène de retrait-gonflement sera grande.

Une fois le bâtiment construit, la surface du sol qu'il occupe devient imperméable. L'évaporation ne peut plus se produire qu'en périphérie de la maison. Il apparaît donc un gradient entre le centre du bâtiment (où le sol est en équilibre hydrique) et les façades, ce qui explique que les fissures apparaissent de façon préférentielle dans les angles (cf. fig. 1).

Une période de sécheresse provoque le retrait qui peut aller jusqu'à la fissuration du sol. Le retour à une période humide se traduit alors par une pénétration d'autant plus brutale de l'eau dans le sol par l'intermédiaire des

fissures ouvertes, ce qui entraîne des phénomènes de gonflement. Le bâtiment en surface est donc soumis à des mouvements différentiels alternés dont l'influence finit par amoindrir la résistance de la structure. Contrairement à un phénomène de tassement des sols de remblais, dont les effets diminuent avec le temps, les désordres liés au retrait-gonflement des sols argileux évoluent d'abord lentement puis s'amplifient lorsque le bâtiment perd de sa rigidité et que la structure originelle des sols s'altère.

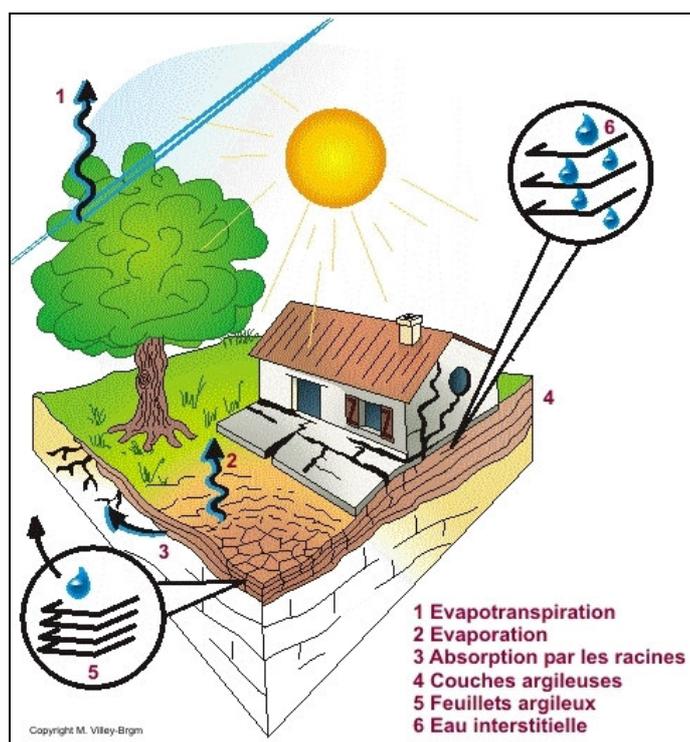


Fig. 1 : illustration du mécanisme de dessiccation

Retrait et gonflement sont deux mécanismes liés. Il arrive que leurs effets se compensent (des fissures apparues en été se referment parfois en hiver), mais la variabilité des propriétés mécaniques des sols de fondations et l'hétérogénéité des structures (et des régimes de contraintes) font que les phénomènes sont rarement complètement réversibles.

L'intensité de ces variations de volume, ainsi que la profondeur de terrain affectée par ces mouvements de « retrait-gonflement » dépendent essentiellement :

- des caractéristiques du sol (nature, géométrie, hétérogénéité) ;
- de l'épaisseur de sol concernée par des variations de teneurs en eau : plus la couche concernée par ces variations est épaisse, plus les mouvements en surface seront importants. L'amplitude des déformations s'amortit cependant assez rapidement avec la profondeur et on considère généralement qu'au-delà de 3 à 5 m, le phénomène s'atténue, car les variations saisonnières de teneurs en eau deviennent négligeables ;
- de l'intensité des facteurs climatiques (amplitude et surtout durée des périodes de déficit pluviométrique...) ;
- de facteurs d'environnement tels que :
 - . la végétation ;
 - . la topographie (pente) ;
 - . la présence d'eaux souterraines (nappe, source...) ;
 - . l'exposition (influence sur l'amplitude des phénomènes d'évaporation).

Ces considérations générales sur le mécanisme de retrait-gonflement permettent de mieux comprendre comment se produisent les sinistres « sécheresse » liés à des mouvements différentiels du sol argileux et quels sont les facteurs qui interviennent dans le processus. On distingue pour cela les facteurs de prédisposition (conditions nécessaires à l'apparition de ce phénomène), qui déterminent la répartition spatiale de l'aléa, et des facteurs qui vont influencer ce phénomène soit en le provoquant (facteurs de déclenchement), soit en accentuant les effets (facteurs aggravants).

Facteurs intervenant dans le mécanisme

Facteurs de prédisposition

Il s'agit des facteurs dont la présence induit le phénomène de retrait-gonflement mais ne suffit pas à le déclencher. Ces facteurs sont fixes ou évoluent très lentement avec le temps. Ils conditionnent la répartition spatiale du phénomène et permettent de caractériser la susceptibilité du milieu.

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement, la nature lithologique du sol constitue le facteur de prédisposition prédominant. Les terrains susceptibles de retrait-gonflement sont des formations argileuses au sens large, mais leur nature peut être très variable : dépôts sédimentaires argileux, calcaires argileux, marno-calcaires, dépôts alluvionnaires, colluvions, roches éruptives ou métamorphiques altérées, etc.

La géométrie de la formation géologique a une influence dans la mesure où l'épaisseur de la couche de sol argileux joue sur l'amplitude du phénomène. Une formation argileuse continue sera plus dangereuse qu'un simple inter-lit argileux entre deux bancs calcaires. Mais cette dernière configuration peut dans certains cas conduire néanmoins à l'apparition de désordres.

Le facteur principal est cependant lié à la nature minéralogique des composants argileux présents dans le sol. Un sol est généralement constitué d'un mélange de différents minéraux dont certains présentent une plus grande aptitude au phénomène de retrait-gonflement. Il s'agit essentiellement des smectites (famille de minéraux argileux tels que la montmorillonite), de certains interstratifiés, de la vermiculite et de certaines chlorites.

Les conditions d'évolution du sol après dépôt jouent également. Le contexte paléoclimatique auquel le sol a été soumis est susceptible de provoquer une évolution de sa composition minéralogique : une altération en climat chaud et humide (de type intertropical) facilite la formation de minéraux argileux gonflants. L'évolution des contraintes mécaniques appliquées intervient aussi : un dépôt vasard à structure lâche sera plus sensible au retrait qu'un matériau « surconsolidé » (sol ancien ayant subi un chargement supérieur à celui des terrains sus-jacents actuels), lequel présentera plutôt des risques de gonflement.

Facteurs déclenchants et/ou aggravants

Les facteurs de déclenchement sont ceux dont la présence provoque le phénomène de retrait-gonflement mais qui n'ont d'effet significatif que s'il existe des facteurs de prédisposition préalables. La connaissance des facteurs déclenchants permet de déterminer l'occurrence du phénomène (autrement dit l'aléa et non plus seulement la susceptibilité).

Certains de ces facteurs ont plutôt un rôle aggravant : ils ne suffisent pas à eux seuls à déclencher le phénomène, mais leur présence contribue à en alourdir l'impact.

Phénomènes climatiques

Les variations climatiques constituent le principal facteur de déclenchement. Les deux paramètres importants sont les précipitations et l'évapotranspiration.

En l'absence de nappe phréatique, ces deux paramètres contribuent en effet fortement aux variations de teneurs en eau dans la tranche superficielle des sols (que l'on peut considérer comme les deux premiers mètres sous la surface du sol).

L'évapotranspiration est la somme de l'évaporation (liée aux conditions de température, de vent et d'ensoleillement) et de la transpiration (eau absorbée par la végétation). Elle est mesurée dans quelques stations météorologiques mais ne constitue jamais qu'une approximation puisqu'elle dépend étroitement des conditions locales de végétation.

On raisonne en général sur les hauteurs de pluies efficaces, qui correspondent aux précipitations diminuées de l'évapotranspiration. Malheureusement, il est très difficile de relier la répartition dans le temps des hauteurs de pluies efficaces avec l'évolution des teneurs en eau dans le sol, même si l'on observe évidemment qu'après une période de sécheresse prolongée la teneur en eau dans la tranche superficielle de sol a tendance à diminuer tandis que l'épaisseur de la tranche de sol concernée par la dessiccation augmente, et ceci d'autant plus que cette période se prolonge.

On peut établir des bilans hydriques en prenant en compte la quantité d'eau réellement infiltrée (ce qui suppose d'estimer non seulement l'évaporation mais aussi le ruissellement), mais toute la difficulté est de connaître la réserve utile des sols, c'est-à-dire leur capacité à emmagasiner de l'eau et à la restituer ensuite (par évaporation ou en la transférant à la végétation par son système racinaire). Les bilans établis selon la méthode de Thornthwaite supposent arbitrairement que la réserve utile des sols est pleine en début d'année, alors que les évolutions de celle-ci peuvent être très variables.

Actions anthropiques

Certains sinistres « sécheresse » ne sont pas déclenchés par un phénomène climatique, par nature imprévisible, mais par une action humaine.

Des travaux d'aménagement, en modifiant la répartition des écoulements superficiels et souterrains, ainsi que les possibilités d'évaporation naturelle, peuvent entraîner des modifications dans l'évolution des teneurs en eau de la tranche de sol superficielle.

La mise en place de drains à proximité d'un bâtiment peut provoquer un abaissement local des teneurs en eau et entraîner des mouvements différentiels au voisinage. Inversement, une fuite dans un réseau enterré augmente localement la teneur en eau et peut provoquer, outre une érosion localisée, un gonflement du sol qui déstabilisera un bâtiment situé à proximité. Dans le cas d'une conduite d'eaux usées, le phénomène peut d'ailleurs être aggravé par la présence de certains ions qui modifient le comportement mécanique des argiles et accentuent leurs déformations.

La concentration d'eau pluviale ou de ruissellement au droit de la construction joue en particulier un rôle pathogène déterminant.

Par ailleurs, la présence de sources de chaleur en sous-sol (four ou chaudière) à proximité d'un mur peut dans certains cas accentuer la dessiccation du sol dans le voisinage immédiat et entraîner l'apparition de désordres localisés.

Enfin, des défauts de conception de la construction tant au niveau des fondations (ancrage à des niveaux différents, bâtiment construit sur sous-sol partiel, etc.) que de la structure elle-même (par exemple, absence de joints entre bâtiments accolés mais fondés de manière différente ou de hauteur différente) constituent un facteur aggravant indéniable qui explique l'apparition de désordres sur certains bâtiments, même en période de sécheresse à caractère non exceptionnel.

Conditions hydrogéologiques

La présence ou non d'une nappe, ainsi que l'évolution de son niveau en période de sécheresse, jouent un rôle important dans les manifestations du phénomène de retrait-gonflement.

La présence d'une nappe permanente à faible profondeur (c'est-à-dire à moins de 4 m sous le terrain naturel) permet en général d'éviter la dessiccation de la tranche de sol superficielle.

Inversement, le rabattement de la nappe (sous l'influence de pompes situés à proximité, ou du fait d'un abaissement généralisé du niveau) ou le tarissement des circulations d'eau superficielles en période de sécheresse provoque une aggravation de la dessiccation dans la tranche de sol soumise à l'évaporation.

Pour exemple, dans le cas d'une formation argileuse surmontant une couche sableuse habituellement saturée en eau, le dénoyage de cette dernière provoque l'arrêt des remontées capillaires dans le terrain argileux et contribue à sa dessiccation.

Topographie

Hormis les phénomènes de reptation en fonction de la pente, les constructions sur terrain pentu peuvent être propices à l'apparition de désordres issus de mouvements différentiels du terrain d'assise sous l'effet de retrait-gonflement.

En effet, plusieurs caractères propres à ces terrains sont à considérer :

- le ruissellement naturel limite leur recharge en eau, ce qui accentue le phénomène de dessiccation du sol ;
- un terrain en pente exposé au sud sera plus sensible à l'évaporation, du fait de l'ensoleillement, qu'un terrain plat ou exposé différemment ;
- les fondations étant généralement descendues partout à la même cote se trouvent de fait ancrées plus superficiellement du côté aval ;
- enfin, les fondations d'un bâtiment sur terrain pentu se comportent comme une barrière hydraulique vis-à-vis des circulations d'eaux dans les couches superficielles le long du versant. Le sol à l'amont tend donc à conserver une teneur en eau plus importante qu'à l'aval.

Végétation

La présence de végétation arborée à proximité d'un édifice construit sur sol sensible peut, à elle seule, constituer un facteur déclenchant, même si, le plus souvent, elle n'est qu'un élément aggravant.

Les racines des arbres soutirent l'eau contenue dans le sol, par un mécanisme de succion. Cette succion crée une dépression locale autour du système racinaire, ce qui se traduit par un gradient de teneur en eau dans le sol. Celui-ci étant en général faiblement perméable du fait de sa nature argileuse, le rééquilibrage des teneurs en eau est très lent.

Ce phénomène de succion peut alors provoquer un tassement localisé du sol autour de l'arbre. Si la distance au bâtiment n'est pas suffisante, cela peut entraîner des désordres au niveau des fondations, et à terme sur la bâtisse elle-même.

On considère en général que l'influence d'un arbre adulte se fait sentir jusqu'à une distance égale à une fois et demi sa hauteur. Les racines seront naturellement incitées à se développer en direction de la maison puisque celle-ci limite l'évaporation et maintient donc sous sa surface une zone de sol plus humide. Contrairement au processus d'évaporation qui affecte surtout la tranche superficielle des deux premiers mètres, les racines d'arbres ont une influence jusqu'à 4 à 5 m de profondeur, voire davantage.

Le phénomène sera d'autant plus important que l'arbre est en pleine croissance et qu'il a besoin de plus d'eau. Ainsi, on considère qu'un peuplier ou un saule adulte a besoin de 300 litres d'eau par jour en été. En France, les arbres considérés comme les plus dangereux du fait de leur influence sur les phénomènes de retrait, sont les chênes, les peupliers, les saules et les cèdres. Des massifs de buissons ou arbustes situés près des façades peuvent cependant causer aussi des dégâts.

Par ailleurs, des risques importants de désordres par gonflement de sols argileux sont susceptibles d'apparaître, souvent plusieurs années après la construction de bâtiments, lorsque ces derniers ont été implantés sur des terrains anciennement boisés et qui ont été défrichés pour les besoins du lotissement, dans le cas d'une nappe permanente en sous-sol notamment. La présence de ces arbres induisait en effet une modification importante de l'équilibre hydrique du sol, et ceci sur plusieurs mètres de profondeur. Leur suppression se traduit par une diminution progressive de la succion, l'eau infiltrée n'étant plus absorbée par le système racinaire. Il s'ensuit un réajustement du profil hydrique, susceptible d'entraîner l'apparition d'un gonflement lent mais continu.

Mécanismes et manifestations des désordres

Les mouvements différentiels du terrain d'assise d'une construction se traduisent par l'apparition de désordres qui affectent l'ensemble du bâti et qui sont en général les suivants :

Gros-œuvre :

- fissuration des structures enterrées ou aériennes ;
- déversement de structures fondées de manière hétérogène ;
- désencastrement des éléments de charpente ou de chaînage ;
- dislocation des cloisons.

Second-œuvre :

- distorsion des ouvertures ;
- décollement des éléments composites (carrelage, plâtres...) ;
- rupture de tuyauteries et canalisations.

Aménagement extérieur :

- fissuration des terrasses ;
- décollement des bâtiments annexes, terrasses, perrons ;

La nature, l'intensité et la localisation de ces désordres dépendent de la structure de la construction, du type de fondation réalisée et bien sûr de

l'importance des mouvements différentiels de terrain subis.

L'exemple type de la maison sinistrée par la sécheresse est :

une maison individuelle (structure légère) ;

- à simple rez-de-chaussée avec dallage sur terre-plein voire sous-sol partiel ;

- fondée de façon relativement superficielle, généralement sur des semelles continues, peu ou non armées et peu profondes (inférieur à 80 cm) ;

- avec une structure en maçonnerie peu rigide, sans chaînage horizontal ;
et reposant sur un sol argileux.

Liste des arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle au titre de mouvements différentiels de sols liés au retrait-gonflement des argiles, pris dans le département des Alpes-de-Haute-Provence - État au 18 août 2010 (données www.prim.net)

INSEE	Commune	Date début	Date fin	Date arrêté	Date JO
4001	Aiglun	01/01/1998	30/09/1999	27/12/2000	29/12/2000
		01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
4020	Barles	01/01/2002	30/09/2002	27/05/2005	31/05/2005
		01/08/1998	31/12/1999	27/05/2005	31/05/2005
4036	Brusquet	01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008
4040	Castellard-Mélan	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008
4047	Champtercier	01/04/1997	30/06/1998	27/12/2000	29/12/2000
		01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
4070	Digne-les-Bains	01/01/2005	31/03/2005	07/08/2008	13/08/2008
		01/05/1989	30/09/1991	25/01/1993	07/02/1993
		01/03/1998	31/12/1998	27/12/2001	18/01/2002
		01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/10/1991	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
		01/03/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
4075	Entrepierres	01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
		01/04/1997	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
4079	Escale	01/01/1999	30/09/1999	01/08/2002	22/08/2002
4088	Forcalquier	01/01/2008	31/03/2008	20/07/2009	23/07/2009
4110	Mallemoisson	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991
		01/10/1990	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
4112	Manosque	01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/01/2008	31/03/2008	16/10/2009	21/10/2009
		01/04/1992	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/01/2007	31/03/2007	05/12/2008	10/12/2008
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
		01/10/1990	01/03/1992	25/01/1993	07/02/1993
		01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002
		01/01/2002	30/06/2002	15/06/2004	07/07/2004
		01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
4121	Mézel	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
4122	Mirabeau	01/10/1990	30/11/1997	12/06/1998	01/07/1998
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
4128	Montfuron	01/04/1997	31/07/1999	27/12/2000	29/12/2000
4132	Montsalier	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
4140	Omergues	01/07/1988	31/08/1991	09/12/1996	20/12/1996
4145	Peipin	01/01/1990	31/12/1990	15/11/1994	24/11/1994
		01/05/1999	30/09/1999	06/07/2001	18/07/2001
		01/05/1989	31/12/1989	31/08/1990	16/09/1990
4149	Peyruis	01/01/2007	31/03/2007	05/12/2008	10/12/2008
4152	Piervert	01/09/1998	30/09/1999	27/12/2001	18/01/2002
		01/10/1990	31/08/1993	30/06/1994	09/07/1994
		01/05/1989	30/09/1990	28/03/1991	17/04/1991
		01/01/2005	31/03/2005	11/06/2008	14/06/2008
		01/09/1993	30/06/1996	12/05/1997	25/05/1997
		01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
		01/09/1998	30/09/1998	06/07/2001	18/07/2001
		01/07/1996	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
4160	Reillanne	01/02/1997	31/08/1998	16/04/1999	02/05/1999
4172	Roumoules	01/01/2005	31/03/2005	11/06/2008	14/06/2008
4188	Saint-Maime	01/01/1997	31/12/1997	22/10/1998	13/11/1998
4197	Sainte-Tulle	01/03/1998	30/09/1999	29/10/2002	09/11/2002
4197	Sainte-Tulle	01/05/1989	30/09/1990	29/10/2002	09/11/2002
4208	Simiane-la-Rotonde	01/01/2005	31/03/2005	07/10/2008	10/10/2008
4209	Sisteron	01/01/2005	31/03/2005	15/05/2008	22/05/2008
		01/01/1999	30/09/1999	17/12/2002	08/01/2003
		01/05/1989	31/08/1993	12/03/1998	28/03/1998
4217	Thoard	01/05/1989	30/09/1990	12/08/1991	30/08/1991

10.4. Sinistres observés dans le département

Le nombre total de sites de sinistres recensés et localisés par le BRGM dans le cadre de l'étude départementale d'aléa (2006) s'élève à 1 348, répartis dans 56 communes : ce nombre constitue une estimation approchée, quoique vraisemblablement minorée, de la réalité. Sur la commune de Roumoules proprement dit, 5 sinistres ont été recensés et localisés de façon précise.

10.5. Description de la méthodologie d'établissement du PPR gonflement-retrait

Afin de circonscrire les zones à risque, le BRGM a dressé, pour l'ensemble du département des Alpes-de-Haute-Provence, une carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles.

L'aléa correspond par définition à la probabilité d'occurrence du phénomène. Il est approché de manière qualitative à partir d'une hiérarchisation des formations géologiques argileuses du département vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Pour cela, il a été établi une carte de susceptibilité, sur la base d'une caractérisation purement physique des formations géologiques à partir des critères suivants :

- la proportion de matériau argileux au sein de la formation (analyse lithologique) ;
- la proportion de minéraux gonflants dans la phase argileuse (composition minéralogique) ;
- l'aptitude du matériau à absorber de l'eau (comportement géotechnique).

Pour chacune des 4 formations argileuses ou marneuses identifiées sur la commune de Roumoules, le niveau d'aléa est déterminé en référence à la cartographie départementale de l'aléa retrait-gonflement réalisée sur la base de ces critères.

Formation	Pourcentage
Alluvions fluviales récentes	4,69
Alluvions et cônes de déjection quaternaire	0,34
Colluvions issues de la formation de Valensole	14,70
Formation de Valensole	38,65
Total des formations	58,38

Illustration 5 : pourcentage des formations argileuses sur la commune

Le tableau ci-après présente la répartition des formations argileuses classées par type d'aléa, sur la commune.

Formations géologiques	% de la superficie communale
Formations à aléa moyen	
Colluvions issues de la formation de Valensole	14.70
Formation de Valensole	38.65
Total des formations en aléa moyen	53.35
Formations à aléa faible	
Alluvions fluviales récentes	4.69
Alluvions et cônes de déjection quaternaire	0.34
Total des formations en aléa faible	5.03

Illustration 6 : Classement des formations argileuses et marneuses par niveau d'aléa

La répartition communale des zones d'aléa est présentée sur l'illustration ci-dessus. En définitive, 53 % de la superficie de la commune est située en zone d'aléa moyen et 5% en aléa faible. Le reste, soit environ 42 % de la commune correspond à des zones *a priori* non argileuses, en principe non exposées aux risques de retrait-gonflement (ce qui n'exclut pas la présence, localement, de poches ou de placages argileux non cartographiés).

11. Présentation des différentes cartes

11.1. Carte géologique

Elle a été établie à partir de la carte géologique du BRGM au 1/50 000, à partir de l'observation des affleurements visibles sur le territoire de la commune, à partir des photographies aériennes, à partir de l'observation de la morphologie et en tenant compte des différentes études dont nous avons eu connaissance.

La restitution est faite au 1/10 000 sur fond topographique.

11.2. Carte des phénomènes naturels et des indices morphologiques

La carte a été réalisée à partir des études antérieures, des interviews de M. le Maire de la commune et des habitants des zones concernées.

Toutes les zones ont ensuite été reconnues à pied pour vérification de leur nature et de leur existence.

La restitution est faite au 1/10 000 sur fond topographique.

11.3. Carte des pentes

La classification a été réalisée en fonction des caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs des roches ou des terrains de couverture de la commune.

Elle a été réalisée à partir des données IGN concernant la commune.

La restitution est faite au 1/10 000 sur fond topographique.

11.4. Carte hydrologique

Elle a été réalisée sur fond IGN au 1/25 000, rendue au 1/10 000.

Les torrents ou cours d'eau permanents ou intermittents ont été recensés à partir des tables IGN.

Tous les talwegs pouvant donner lieu à des écoulements temporaires ont été représentés, de même que les étendues d'eau temporaires ou permanentes.

Les sources observées sur la commune ont été reportées.

Les zones d'infiltration d'eau sont *a priori* plus sensibles à l'aléa mouvement de terrain.

11.5. Cartes des aléas

11.5.1. Aléas mouvements de terrain

Elle a été réalisée en croisant la géologie de la commune, les pentes le réseau hydrographique, les talwegs et l'existence de phénomènes antérieurs observés.

Nous avons abouti aux classes d'aléas suivantes :

Glissements de terrains

Les intensités G1 à G4 ont été retenues avec les définitions suivantes :

- G1 : intensité faible
- G2 : intensité moyenne
- G3 : intensité forte
- G4 : intensité très forte.

Ravinement

Les intensités R1 à R3 ont été retenues avec les définitions suivantes :

- R1 : intensité faible
- R2 : intensité moyenne
- R3 : intensité forte.

Chutes de pierres ou de blocs

Ces zones n'ont pas été distinguées des zones de glissement de terrain, dans la mesure où les terrains sont constitués d'une alternance de poudingues et de marnes.

On peut donc avoir simultanément un glissement de terrain et des blocs de poudingue qui se détachent.

Il n'a pas été possible, sans sondage, de carter les bancs de poudingues seuls avec leur épaisseur.

Retrait - gonflement

Les intensités faible et moyen ont été retenues.

11.5.2. Aléas inondation

La carte des aléas inondation intègre les aléas suivants :

Aléa torrentiel lié au Colostre, d'intensités 1 à 4.

Aléa torrentiel lié aux autres torrents, d'intensité 1 à 4.

Aléa ruissellement urbain, d'intensité 1 à 3.

Les cartes ont été élaborées à partir des documents d'archives, de témoignages, des observations de terrain et de calculs de franchissement d'ouvrage par les cours d'eau en crue.

12. Enjeux et vulnérabilité

12.1. Présentation générale

Du point de vue de l'occupation du sol, la commune de Roumoules comporte une zone d'habitat dense, le village ancien, deux zones d'habitat lâche : les lotissements des Adrechs et de la Garenne, et la partie sud du village, où un nouveau lotissement vient de s'implanter.

Enfin, il existe une zone artisanale au nord du village, sur la route de Puimoisson.

Le reste de l'habitat est très dispersé : il s'agit pour la plupart d'exploitations agricoles réparties sur le plateau.

Les secteurs en zone agricole ou naturelle représentent la très grande majorité du territoire de la commune.

12.2. Zones urbanisées

Le village ancien est situé sur le flanc sur d'une colline. Il est construit autour d'un vieux château.



Photo n° 12 : vue du centre ancien depuis le sud

12.3. Habitat lâche

La zone sud du village ancien se développe en habitat plus lâche. En particulier, le lotissement *le Parc des Ecoliers* s'est développé très récemment.

Le lotissement des Adrechs puis de la Garenne en zone SW du village s'étend sur une bande de 1.5 km environ sur 100 m de largeur.



Photo n° 13 : vue du lotissement les Adrechs depuis le sud

12.4. Zone artisanale

Cette zone se trouve à environ 500 m au nord du village.

On peut y recenser les activités suivantes (**voir photo 14**):



Photo n° 14 : panneau listant les différentes activités de la zone artisanale

On peut y lire :

Colombero Primeurs
Menuiserie Chudzik
Kaya Forme : sculptures
Bâti Verdon maçonnerie
EURL CMTP Catanneo (entreprise de terrassement)
Atelier l'Art du Fer (JC Leporini)
Segond – Richier – Maçonnerie générale

12.5. Zones naturelles

Il s'agit principalement de zones longeant les différents cours d'eau de la commune, plus des versants pentus de la vallée du Colostre.

12.6. Zones agricoles

Elles représentent la plus grande part de la commune (les deux tiers). Elles correspondent principalement au plateau.



Photo n° 15 : Vue des zones agricoles du plateau

Les cultures sont en majorité des céréales et le lavandin.

12.7. Zones à urbaniser

D'après le PLU actuel, les zones à urbaniser dans le futur sont :

- le sud du village actuel
- la partie est du village actuel
- une vaste zone à l'ouest de la zone artisanale le Colostre (lotissement artisanal l'Argentière).

Une zone dans le nord de la commune (les Galades) est réservée à des activités touristiques, sportives ou de loisirs.

12.8. Patrimoine

On peut citer le château de Campagne qui est protégé (en bordure ouest de la commune).

12.9. Voies de circulations structurantes

Les principales voies qui traversent la commune sont :

- la D 952 reliant Riez à Moustiers Sainte Marie
- la D 256 reliant la commune de Roumoules au niveau de Saint Martin à Puimoisson.

Les autres voies de communication sont des voies communales ou des pistes sur la plateau.

12.9.1. Equipements et établissements sensibles

Etablissements recevant du public :

Mairie, salle des fêtes, école, Poste, Epicerie Vival, église du village.

Lieux de rassemblements : centre équestre, terrains de sport.

Installations sensibles : station de pompage, transformateurs EDF, pylônes, réservoirs, conduites d'AEP, antenne de RMC sur le plateau.

12.10. Vulnérabilité des enjeux

Sont particulièrement vulnérables :

- La voie communale qui traverse le village le long du jeu de boule, correspondant au ravin de Peyrouvier.
- La voie qui passe sous l'école, correspondant au débouché du ravin du Brusquet.
- La piste de moto-cross qui se situe dans le ravin de Brige.
- La partie en aval du pont du ravin de Béard sur la D 952.

13. Propositions de mesures de prévention

13.1. Maîtrise des eaux de ruissellement

Une grande partie des maisons du village ancien ont leurs gouttières qui se jettent dans les rues.



Photo n° 16 - Gouttières se jetant dans les rues du village

La réalisation d'un réseau pluvial général dans le village ancien permettrait de diminuer les apports d'eau au niveau de la rue Grande

Trois réseaux de pluvial ont été réalisés dans le lotissement des Adrechs.

Malgré cela, des gouttières se jettent directement dans les rues ainsi que des exutoires de terrasses.



Photo n° 17 - Bâtiments dépourvus de gouttière dans le lotissement des Adrechs

Il serait utile de maîtriser totalement les eaux de ruissellement de ce secteur.

13.2. Débroussaillage

La plupart des lits de torrent sont envahis de végétation.

Il paraît nécessaire de les nettoyer afin de rétablir leur section initiale, à partir d'une inspection systématique.

13.3. Pont du ravin de Béard

Ce pont apparaît comme sous-dimensionné. Il serait souhaitable de le refaire.

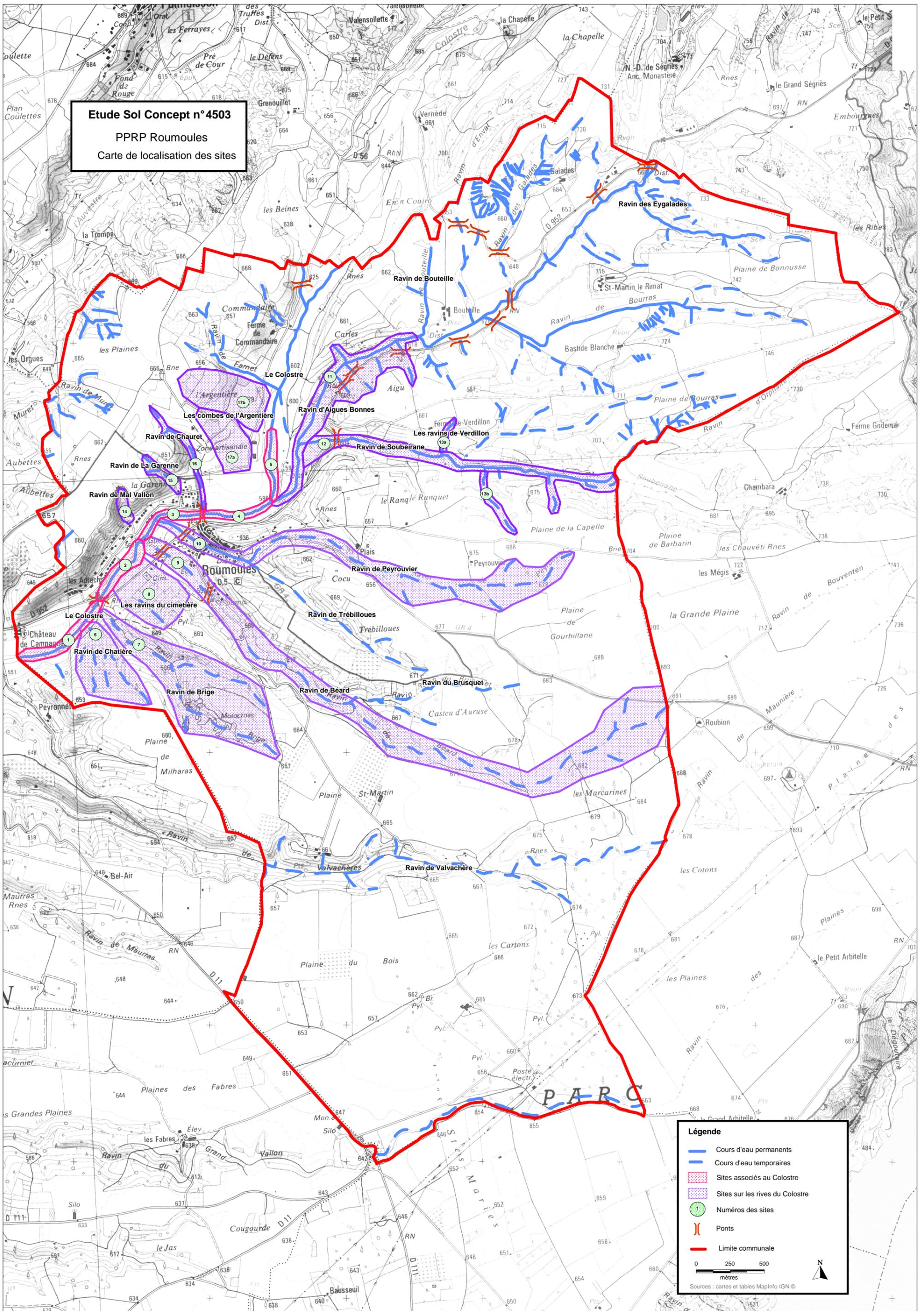
A N N E X E S

- Localisation des sites de risques torrentiels
- Fiches de risques torrentiels

Etude Sol Concept n° 4503

PPRP Roumoules

Carte de localisation des sites



Légende

- Cours d'eau permanents
- Cours d'eau temporaires
- Sites associés au Colostre
- Sites sur les rives du Colostre
- Numéros des sites
- Ponts
- Limite communale

0 250 500
mètres

Sources : cartes et tables MapInfo IGN ©

FICHES TORRENT

Torrent :	Colostre	
Bassin versant :	SBV1 - le Colostre à l'aval de Roumoules	
Morphométrie du bassin versant :	Superficie	30,5 km ²
	Périmètre	35,8 km
	Altitude minimale	586 m
	Altitude maximale	1750 m
	Longueur du talweg	13,8 km
	Indice compacité	1,8
	Largeur rect. équi.	1,9 km
	Longueur rect. équi.	16 km
	Débit décennal	21 m ³ /s
	Débit centennal	48 m ³ /s

Site :	1 - le Colostre à hauteur du Château de Campagne
Vulnérabilité :	Cultures, prairies
Enjeux et risques :	Sur sa rive droite, les zones boisées et les cultures sont susceptibles d'être inondées. De part la morphologie de son lit majeur, des écoulements à caractère torrentiel peuvent apparaître sur cette même rive.
Site :	2 – le Colostre aux Adrechs (entre le pont du CD 952 et la confluence du ravin de Béard)
Vulnérabilité :	Maisons individuelles, usine, voie communale, zone urbanisable
Enjeux et risques :	Le débordement sur les deux rives est possible. Les débordements en rive gauche sont limités par la topographie. En rive droite la zone inondable est plus large. En cas de crue importante, on peut redouter : <ul style="list-style-type: none"> - un débordement en rive droite à hauteur de la confluence du ravin de Béard et l'apparition d'écoulements à caractère torrentiel parallèlement au lit mineur du Colostre, dans des zones partiellement urbanisées. - une inondation des niveaux inférieurs (et éventuellement un affouillement des soubassements) du bâtiment situé immédiatement à l'amont du pont du CD 952
Photographie	Planche I, photographie n°1 PPR 98
Site :	3 – le Colostre à La Garenne (entre la confluence du ravin de Béard et le pont de la route communale n°2)
Vulnérabilité :	Terrain de sport et de jeu, voie communale, prairies
Enjeux et risques :	La zone, comprise entre la route communale des Adrechs et le talus qui borde sa rive gauche, est susceptible d'être occupée par le Colostre et est exposée à des phénomènes torrentiels intenses.
Photographies :	Planche I, photographie n°2 PPR98
Site :	4 – le Colostre à La Ferraye (à l'amont du pont de la route communale n°2 et jusqu'à la confluence du ravin d'Aigues Bonnes, le Colostre coule entre le versant Nord de la colline de Château Fondu et le talus qui marque le pied du versant de La Ferraye)
Vulnérabilité :	Maisons individuelles, voie communale, station de pompage, cultures, prairies

Enjeux et risques :	<ul style="list-style-type: none"> - Sur la rive droite, la zone inondable est limitée par la forte pente du versant. La station de pompage implantée dans ce secteur est directement exposée. - En rive gauche, le Colostre est susceptible de déborder plus largement. Les zones les plus proches du lit mineur sont exposées à des écoulements rapides accompagnés d'un fort transport solide ; au-delà, il est probable que les vitesses des eaux seront plus faibles et charrieront sensiblement moins de matériaux. En cas d'obstruction partielle ou totale du pont de la voie communale n°2, une surverse au-dessus de cette route est possible. Elle pourrait entraîner l'inondation des maisons les plus basses du lotissement situé à l'Ouest de cette route. Notons que les témoignages recueillis indiquent que, lors de la crue de 1960, l'eau n'était qu'à quelques dizaines de centimètres du tablier de ce pont.
Ouvrages :	Pont de la voie communale n°2



Photo n° 1 - Vue du pont de la CD 952

Caractéristiques de l'ouvrage :

Hauteur sous poutrelle : 2.8 m

Largeur : 9 m

Longueur : 18.8 m.



Photo n° 2 - Vue du pont de la Garenne

Caractéristiques de l'ouvrage :

Hauteur sous pont : 4 m

Largeur : 4 m

Longueur : 10 m à la base.

FICHE TORRENT

Torrent :	Colostre	
Bassin versant :	SBV29 - le Colostre à l'amont de d'Aigues Bonnes	
Morphométrie du bassin versant :	Superficie	13,8 km ²
	Périmètre	32,4 km
	Altitude minimale	586 m
	Altitude maximale	1750 m
	Longueur du talweg	13,3 km
	Indice de compacité	2,5
	Largeur rect. équi.	0,9 km
	Longueur rect. équi.	15,3 km
	Débit décennal	11 m ³ /s
	Débit centennal	25 m ³ /s

Site :	5- le Colostre à Couiroues
Vulnérabilité :	Cultures, prairies
Enjeux et risques :	A l'amont de la confluence du ravin d'Aigues Bonnes, le Colostre est susceptible de déborder localement sur les deux rives. Ces débordements pourront se traduire par des divagations torrentielles accompagnées de transport solide en rive gauche à hauteur du lieu-dit « COUIROUES SUD » et en rive droite en aval.

Archives :

- « Le pont de Roumoules est emporté », crue du 31/07/1960, M. Moulin *Annales de Haute-Provence* [20]
- Photographie de ce qui reste du pont de Roumoules, de J. C. – Digne ; 2/08/1960, *Le Provençale* [18]
- « Roumoules isolé », début d'article de journal, 02/08/1960, *Le Provençal* [18]
- Demande l'état de catastrophe naturelle à la suite aux orages du 23 et 24 août 1987, demande une subvention pour les dégâts occasionnés par les trombes d'eau sur les voies communales, ravins, places publiques et habitations, M. Guillaumond, Maire de Roumoules, le 31/08/1987, Extrait du registre es délibérations du conseil municipal de la commune de Roumoules.
- Demande une subvention pour réparer les dégâts subis par l'inondation du 31 juillet 1960, notamment la partie de l'égout longeant la rive droite du ravin de Peyrouvier qui a été emporté, Conseil municipal de Roumoules, Séance du 31 août 1960
- Emprunt pour financer la réparation d'un pont et des chemins ruraux ainsi que la réfection d'un mur de soutènement, (inondation du 31 juillet 1960), Conseil municipal de Roumoules, Séance du 5 novembre 1960
- « le pont sur le Colostre du chemin vicinal n°2 situé à l'entrée du village a été très endommagé par les inondation du 31 juillet 1960 depuis cette date la circulation est interdite afin d'éviter tout accident, le pont menaçant de s'écrouler », Conseil municipal, Séance du 4 janvier 1961