

Document public



Vallée du Goul - Communes de Badailhac et Raulhac (15) - Elaboration d'une carte d'aléa « mouvement de terrain »

Rapport final

BRGM/RP-58909-FR

Septembre 2010



Vallée du Goul - Communes de Badailhac et Raulhac (15) - Elaboration d'une carte d'aléa « mouvement de terrain »

Rapport final

BRGM/RP-58909-FR
Septembre 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 2010 10RISE40


O. Renault

Vérificateur :

Nom : G. Grandjean

Date : 16/09/2010

Signature :



Approbateur :

Nom : P. Rocher

Date : 20/09/2010

Signature :



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008

Mots clés : aléa, mouvement de terrain, glissement de terrain, coulée de boue, chute de blocs, Badailhac, Raulhac, département du Cantal.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Renault O. (2010) - Vallée du Goul - Communes de Badailhac et Raulhac (15) - Elaboration d'une carte d'aléa « mouvement de terrain » - Rapport final - BRGM/RP-58909-FR, 45 pages, 11 illustrations, 2 annexes, 1 carte hors-texte.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

A la demande de la Direction Départementale des Territoires du Cantal, le Service Géologique Régional Auvergne du BRGM a réalisé une carte d'aléa « mouvement de terrain » des communes de Badailhac et Raulhac, dans la vallée du Goul. Les phénomènes concernés par cette cartographie sont les coulées de boue, les glissements de terrain, les éboulements et les chutes de blocs, les effondrements de cavités souterraines et les érosions de berge. La totalité des deux communes est concernée par cette cartographie.

La réalisation de cette carte était principalement motivée par l'existence d'un vaste glissement de terrain au-dessus de la RD 990 dans le secteur du pont du Goul. Ce mouvement de terrain de grande ampleur (au moins 1 million de m³) a connu des phases d'accélération importantes durant l'hiver et le printemps 2007-2008, entraînant la fermeture de la RD 990 pendant environ 2 mois.

La cartographie réalisée est valable à l'échelle du 1/10 000 sur l'ensemble des deux communes. Elle résulte d'une analyse préalable de la bibliographie, des événements de référence et des photos aériennes, puis d'une reconnaissance de terrain systématique.

Le zonage retenu sur la carte d'aléa « mouvement de terrain » comporte 4 niveaux d'intensité : aléa nul à très faible, aléa faible, aléa moyen, aléa fort.

L'aléa fort correspond principalement à l'existence de grands glissements de terrain ou de zones de solifluxion très marquées au sein des argiles d'âge oligocène présentes dans les bas-versants. Ces mouvements de terrain, dont fait partie celui du pont du Goul, ont des cinétiques souvent lentes mais ils ont connu des phases d'accélération par suite des effets à court ou moyen terme des travaux de terrassement routier et/ou d'une mauvaise gestion des conditions hydriques de versant.

Parallèlement à la demande de la DDT du Cantal, le BRGM a procédé à un premier recensement des enjeux sur les deux communes. La confrontation de ces enjeux avec la carte d'aléa réalisée montre que les zones d'aléa fort concernent très peu d'enjeux hormis une maison habitée et quelques secteurs des routes départementales (RD 990, RD 600 et RD 59).

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| 1. Introduction..... | 9 |
| 2. Cadre naturel | 11 |
| 2.1.CADRE GEOGRAPHIQUE DES DEUX COMMUNES | 11 |
| 2.2.CONTEXTE GEOLOGIQUE | 13 |
| 3. Elaboration de la carte d'aléa « mouvement de terrain » | 15 |
| 3.1.DEFINITION DES PHENOMENES | 15 |
| 3.2.DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES | 15 |
| 3.2.1. Base de données | 15 |
| 3.2.2. Rapports et cartes | 16 |
| 3.2.3. Données d'archives..... | 16 |
| 3.2.4. Photos aériennes | 16 |
| 3.3.PHENOMENES DE REFERENCE | 17 |
| 3.3.1. Coulées de boue | 17 |
| 3.3.2. Glissements de terrain | 17 |
| 3.3.3. Eboulements/chutes de blocs | 27 |
| 3.3.4. Erosions de berge | 27 |
| 3.3.5. Effondrements de cavités souterraines | 28 |
| 3.4.ORGANISATION DU TRAVAIL DE TERRAIN | 28 |
| 3.5.DEFINITION ET ZONAGE DE L'ALEA | 29 |
| 4. Confrontation préliminaire de l'aléa « mouvement de terrain » avec les enjeux existants | 31 |
| 5. Conclusion | 33 |
| Bibliographie | 35 |

Liste des illustrations

| | |
|---|----|
| Illustration 1 - Cadre géographique du terrain d'étude (d'après scan 25 IGN)..... | 12 |
| Illustration 2 - Extrait de la carte géologique n° 812 à 1/50 000 de Vic-sur-Cère..... | 14 |
| Illustration 3 - Localisation du glissement du Pont du Goul en avril 2008 (fonds IGN scan 25).. | 19 |
| Illustration 4 - Situation générale du glissement du Pont du Goul en avril 2008 (photo BRGM). | 20 |
| Illustration 5 - Aperçu du talus amont de la RD 990 en avril 2008 (photo BRGM) | 21 |
| Illustration 6 - Bourrelet frontal du glissement déformant la chaussée d'un chemin communal situé sous la RD 990 en avril 2008 (photo BRGM)..... | 21 |
| Illustration 7 - Deuxième ligne de crevasses à 500 m de la route en avril 2008 (photo BRGM). | 22 |
| Illustration 8 - Argiles solifluées dans le secteur de Froquières (photo BRGM) | 23 |
| Illustration 9 - Glissement superficiel dans les argiles vertes de l'Oligocène dans un talus de déblai de la RD 600 (photo BRGM, juillet 2010)..... | 25 |
| Illustration 10 - Amorce de rupture dans le talus fraîchement ouvert en vue de | 26 |
| l'élargissement de la RD 600 (photo BRGM, juillet 2010) | 26 |
| Illustration 11 - Limite entre l'Oligocène calcaire et l'Oligocène argileux..... | 26 |
| (photo BRGM, juillet 2010)..... | 26 |

Liste des annexes

| | |
|---|----|
| Annexe 1- Glissement du Pont du Goul – document d'archive ancien datant de la fin du 19 ^{ème} siècle | 37 |
| Annexe 2 - Photo-interprétation des clichés de la mission 1963_F 2434-2437 | 41 |

1. Introduction

En prévision de l'élaboration d'un PPR, la Direction Départementale des Territoires (DDT) du Cantal a souhaité établir une carte d'aléa « mouvement de terrain » sur les communes de Badailhac et Raulhac. La réalisation de la carte d'aléa, qui doit couvrir l'ensemble des deux communes, a été principalement motivée par l'existence d'un vaste glissement de terrain (environ 1 million de m³) à cheval sur le territoire des deux communes, au niveau du pont de la RD 990 qui enjambe le Goul. Ce glissement s'est réactivé à la fin de l'année 2007 et a occasionné la fermeture de la RD 990 pendant environ 2 mois.

La DDT du Cantal a confié le travail d'établissement de cette carte d'aléa au BRGM - Service Géologique Régional Auvergne, qui a participé à la gestion de crise au printemps 2008 durant la phase de réactivation du glissement du Pont du Goul.

L'étude de l'aléa s'est principalement déroulée au cours du premier semestre de l'année 2010.

2. Cadre naturel

2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE DES DEUX COMMUNES

Les communes de Badailhac et de Raulhac sont situées dans la haute-vallée du Goul dans le département du Cantal. Le Goul prend sa source dans le Cantal (Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne) sur les pentes sud du Puy Gros dans le massif du Plomb du Cantal. Sa vallée traverse le Sud du département, puis longe le département de l'Aveyron pendant 20 km avant de le rejoindre définitivement et de se jeter dans la Truyère. Les communes de Badailhac et de Raulhac couvrent une partie des rives du Goul qui s'écoule selon un axe Nord-Sud. Les deux communes s'étendent sur 29,45 km² et les altitudes s'échelonnent entre + 540 m et + 1 020 m. L'habitat est essentiellement rural, concentré autour des deux bourgs et de quelques hameaux : Albospeyre, Le Volcamp, La Maisonnade, Le Falhès, Vixe, Cropières, Cayrie, Poulhès, La Vergne, Combourrieu, etc.

D'un point de vue économique, les principales ressources des deux communes sont l'agriculture (élevage bovin).

La RD 990 et la RD 600 qui traversent les deux communes constituent des axes routiers importants vers Aurillac, Saint-Four et le département de l'Aveyron, tandis qu'au Nord, la RD 59 permet une communication vers la vallée de la Cère.

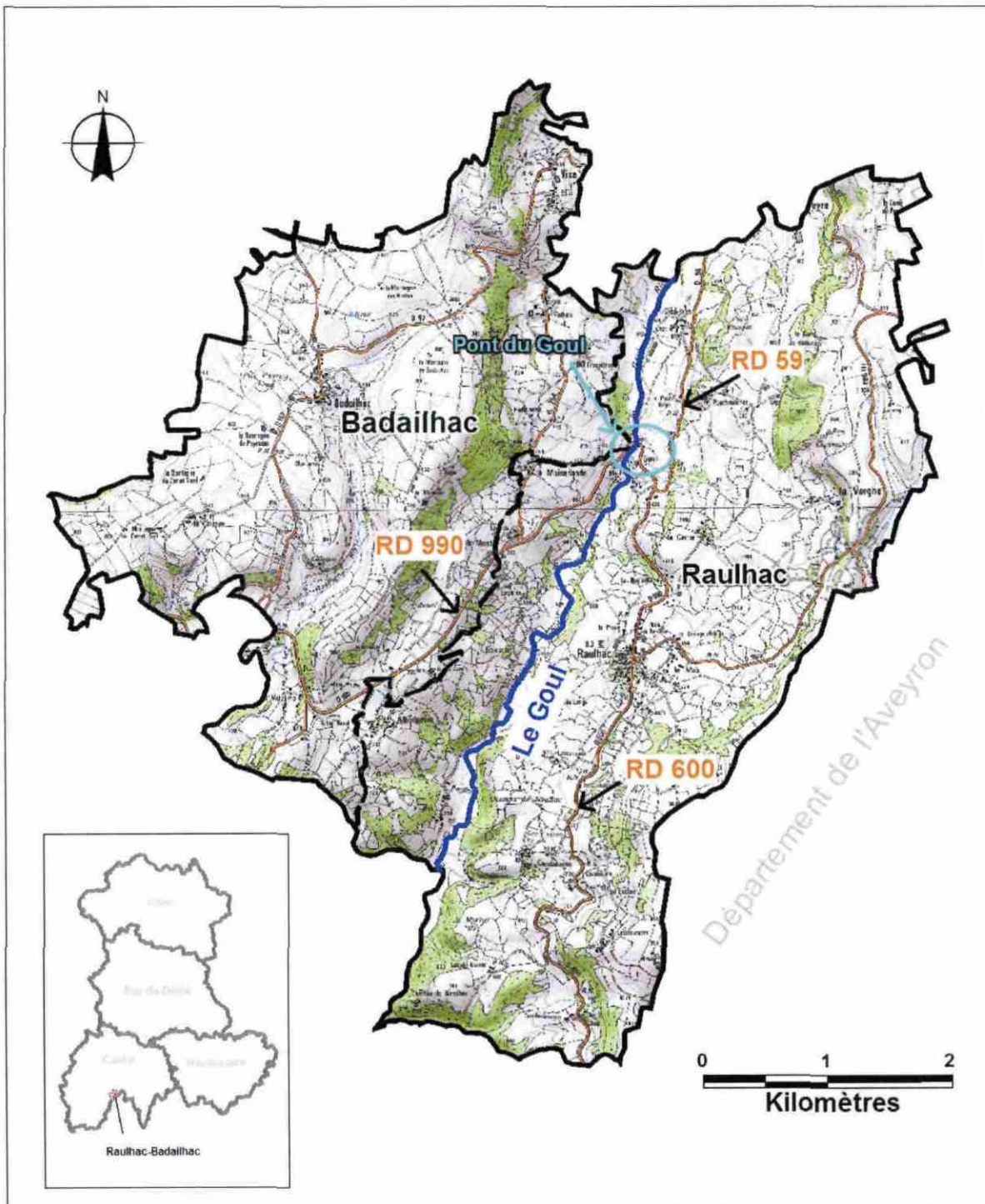


Illustration 1 - Cadre géographique du terrain d'étude (d'après scan 25 IGN)

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le contexte géologique est assez simple et homogène sur l'ensemble du territoire carté.

Les deux communes sont situées en limite sud des épandages du stratovolcan du Cantal (le plus grand stratovolcan d'Europe, 70 km de diamètre) dont les phases éruptives remontent entre 13 et 3 millions d'années. Ces roches occupent la partie supérieure des reliefs (au-dessus de 700-800 m d'altitude), avec de haut en bas :

- des coulées de laves de type basalte (téphrites - ω , ankaramites - π_7) sur les plateaux de Badailhac et du Camp du Puech (côté Raulhac) ;
- des brèches ponceuses indurées (Tv_1) non stratifiées à blocs polygéniques (basaltes ou trachyandésites) de toutes tailles (de quelques centimètres à quelques mètres) mis en relief par l'érosion. En rive droite du Goul, ces formations arment le relief entre le plateau de Badailhac et celui de La Maisonnade ; en rive gauche, ils constituent les grands escarpements dominant le plateau de la Vergne ;
- des brèches enrichies en poches d'argile (TBr_2) dans le secteur de Froquières en rive droite du Goul et surtout en rive gauche, dans le secteur du château de Cropières, dans la partie supérieure du plateau de Lavergne et sur les hauts de Raulhac.

Ces roches dures reposent en inversion de relief sur des sédiments essentiellement marneux du bassin d'Aurillac, d'âge oligocène (- 34 à - 23 Ma), dont la lithostratigraphie peut être décrite comme suit :

- En tête, au contact des brèches, une série carbonatée blanche (g_2), épaisse d'environ 70 m, recouvre de larges secteurs, tant en rive droite du Goul (plateaux inférieurs de Froquières, La Maisonnade, Lagarde) qu'en rive gauche de celui-ci (bourg de Raulhac, aplomb de la RD 600) ;
- En dessous, des graviers, des sables argileux, des argiles bariolées et des argiles vertes (g_{2b}). L'épaisseur de cette formation est d'environ 50 m. Cette formation est à l'origine de la plupart des instabilités que l'on rencontre sur le territoire des deux communes, et en particulier du glissement du Pont du Goul. Sa présence se manifeste en règle générale par la présence de moutonnements assimilables à de la reptation, dans la partie inférieure des versants.

Ces différentes formations volcaniques et sédimentaires ont été intrudées par des petits dômes de trachyte (ζ^5), de trachyandésite ($\zeta\alpha$) ou de phonolite (φ).

Dans le cours inférieur du Goul, les bas de versants sont occupés par le socle ancien (- 300 à - 400 Ma) constitué de gneiss et de micaschistes.

3. Elaboration de la carte d'aléa « mouvement de terrain »

3.1. DEFINITION DES PHENOMENES

Sont étudiés les mouvements de terrain entrant dans les catégories suivantes :

- glissements de terrain, solifluxion et coulées boueuses ;
- chutes de pierres et de blocs ;
- érosions de berge ;
- effondrements de cavités souterraines et suffosion.

Ne sont pas pris en compte les phénomènes de retrait-gonflement des argiles ou les phénomènes de tassement dus aux tourbières.

3.2. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

3.2.1. Base de données

Nous avons exploité la base de données nationale sur les mouvements de terrain BDMVT pour le département du Cantal (rapport BRGM RP-54546-FR).

Cet inventaire recense 5 mouvements de terrain sur la commune de Badailhac et 12 mouvements de terrain sur celle de Raulhac depuis le début du 20^{ème} siècle. Réalisé pour l'ensemble du département, ce dénombrement pour les deux communes est à l'évidence imprécis, en particulier parce qu'il comporte de nombreux doublons. Cependant, cet inventaire constitue une base de travail bien utile.

Le nombre relativement important de mouvements de terrain répertorié dans la BDMVT sur les deux communes est en partie dû aux différentes périodes d'activité d'un grand glissement de terrain au niveau du pont de la RD 990 qui enjambe le Goul.

Des travaux de terrassement, en particulier sur la RD 600, ont également donné lieu à des mouvements de terrain d'ampleur moindre mais nécessitant des travaux de confortement spécifiques.

3.2.2. Rapports et cartes

Les rapports exploités proviennent en grande majorité du service des routes du Conseil Général du Cantal et du Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Clermont-Ferrand.

Les références de ces différents documents sont indiquées dans le chapitre « Bibliographie ».

3.2.3. Données d'archives

Archives communales

Les informations en provenance des communes ont été obtenues par l'intermédiaire des deux maires des communes :

- pour Badailhac, Monsieur Georges Laporte, rencontré le 23 mars 2010 ;
- pour Raulhac, Monsieur Philippe Matière, rencontré le 1^{er} avril 2010.

Au cours de ces deux réunions, des informations orales et écrites nous ont été communiquées sur des événements passés et sur les principaux enjeux présents sur les deux communes.

Archives départementales

Le dépouillement des archives départementales à Aurillac a fourni de nombreuses informations concernant les problèmes récurrents d'instabilités de terrain au droit de l'ancienne voie de circulation « Aurillac-Saint-Flour » ou « Aurillac-Saint-Etienne » (correspondant aujourd'hui aux RD 990 et RD 600), en particulier vers la fin du 19^{ème} siècle. Les documents d'archives correspondent pour la plupart à des courriers relatant les différends entre l'administration de l'époque, chargée de la construction ou de l'entretien de la route, et les propriétaires de terrains agricoles situés au voisinage de la route au sujet d'instabilités (glissements) les affectant.

3.2.4. Photos aériennes

L'analyse en photo-interprétation a été basée sur les clichés de la mission 1963_F 2434-2437 panchromatique à l'échelle 1/25 000.

Cette observation stéréoscopique a permis de mettre en évidence un certain nombre d'indices morphologiques relatifs à l'instabilité des terrains.

On a ainsi surtout identifié des zones à potentialité de glissements matérialisées par des moutonnements de surface. Dans la mesure où les reconnaissances de terrain ont concernées l'ensemble des deux communes, les analyses sur photos aériennes n'ont pas été d'un apport déterminant et ont permis de confirmer ce qui avait été vu sur le terrain.

Les résultats de cette analyse sont reportés en annexe 2.

3.3. PHENOMENES DE REFERENCE

Les phénomènes de référence dont il est question dans ce chapitre ont été reportés sur la carte hors-texte. Ils résultent du dépouillement des archives et de la bibliographie, complété par nos reconnaissances de terrain.

3.3.1. Coulées de boue

L'analyse des phénomènes de référence ne rapporte aucun événement de ce type sur les communes de Badailhac et de Raulhac.

L'absence de phénomène répertorié ne signifie pas pour autant l'absence d'aléa. En effet, la principale origine des coulées de boue est en général due à la reprise de produits de glissements par un cours d'eau de faible à moyen débit dans un contexte de pente $> 10^\circ$. Or, cette hypothèse paraît tout à fait envisageable compte tenu de la géologie, de la géomorphologie et de l'hydrologie de certains secteurs.

3.3.2. Glissements de terrain

a) Glissement du Pont du Goul

C'est l'aléa majeur du secteur et aussi celui qui a motivé la réalisation de la carte d'aléa « mouvement de terrain ». Il s'agit d'une zone de glissement de grande ampleur située en rive droite du Goul, entre celui-ci et le lieu-dit La Maisonnade.

La date exacte du début du phénomène n'est pas connue mais il s'agit probablement d'une instabilité très ancienne compte tenu du contexte géologique et hydrique du secteur (présence de sources importantes en amont du site). Il est à peu près certain que le décaissement engendré par la route (actuelle RD 990), dans la partie basse du versant, a joué un rôle à long terme dans l'activité du mouvement de terrain :

- En 1861, un rapport d'un agent de voirie décrit un « *éboulement considérable dans un des champs traversés par le chemin vicinal n° 2 d'Aurillac à Saint-Etienne aux abords du viaduc en construction sur le Goul* »... « *crevasse énorme sur une longueur d'environ 2000 mètres...* » (source : AD 2S 293) ;
- Le 7 août 1896, un rapport de l'ingénieur ordinaire rapporte que « *la chaussée a été plusieurs fois soulevée...* » (source : AD 2S 405) ;
- Le 19 mai 1897, un rapport conjoint du conducteur subdivisionnaire et de l'ingénieur ordinaire décrit un « *bouleversement du versant en-dessous du village de La Maisonnade* »... « *un affaissement de 2 m de la route sur une longueur de 42 m* » ; la « *négligence des agriculteurs...* » est aussi évoquée en raison de la présence de venues d'eau parasites dans le versant. Les bâtiments de ferme et d'exploitation de La Maisonnade sont lézardés ; une

grange située entre la ferme et la route est entraînée par le mouvement vers la rivière (source : AD 2S 293) ;

- 1901 : glissement de terrain au Bordeille de Caroffe (BDMVT n° 10300030) ; après des recherches effectuées sur le cadastre napoléonien de Badailhac, il s'avère que le « Caroffe » correspond en fait à la grange citée dans l'alinéa précédent ;
- 1970 : le tablier du pont sur le Goul est endommagé par la progression du glissement et doit être remplacé ;
- A partir de la fin du mois de novembre 2007 et jusqu'en avril 2008, à la suite de travaux de terrassement entrepris sans précaution en période hivernale sur la RD 990, le glissement se réactive :
 - la route se soulève sur 10 m de large, le bourrelet de pied du glissement progresse vers le Goul et endommage la voie communale donnant accès à une pisciculture située en contrebas ;
 - deux réseaux de crevasses longs de plusieurs centaines de mètres se forment à 100 m et à 500 m en amont de la RD 990 ; la ligne de crevasse la plus proche de la route domine un escarpement gorgé d'eau et instable ; cette situation entraîne une forte sollicitation en poussée des ouvrages de soutènement (enrochements) situés au bord de la RD 990 ; très curieusement, les culées du pont du Goul ne subissent aucune pression/déformation notable ;
 - deux glissements de plusieurs milliers de m³ se déclenchent au Nord du pont, au sein de l'escarpement dominant le Goul ;
 - plusieurs résurgences sont identifiées dans la partie amont du glissement, totalisant un débit d'environ 20 m³/h ; ces résurgences se réinfiltrent dans les lignes de crevasses du glissement.
 - la conduite enterrée pour l'AEP de Raulhac, qui traverse le glissement, est coupée en plusieurs endroits avant finalement d'être mise en aérien ;
- Le 10 avril 2008, sur recommandation du BRGM et devant la dégradation inquiétante de la situation, la fermeture de la RD 990 est décidée par le Préfet du Cantal. En effet, la situation hydrologique du secteur n'étant pas maîtrisée, il est craint pour la sécurité des usagers de la RD 990 voire, si rien n'est fait, un glissement brutal vers le Goul, avec des risques potentiels de formation d'une embâcle.
- Le 29 avril 2008, sur réquisition préfectorale, le captage en urgence des venues d'eau présentes dans le versant est réalisé : des tranchées à ciel ouvert sont creusées dans les prés à la pelle mécanique et dirigées vers un collecteur en béton déjà existant de 600 mm de diamètre.

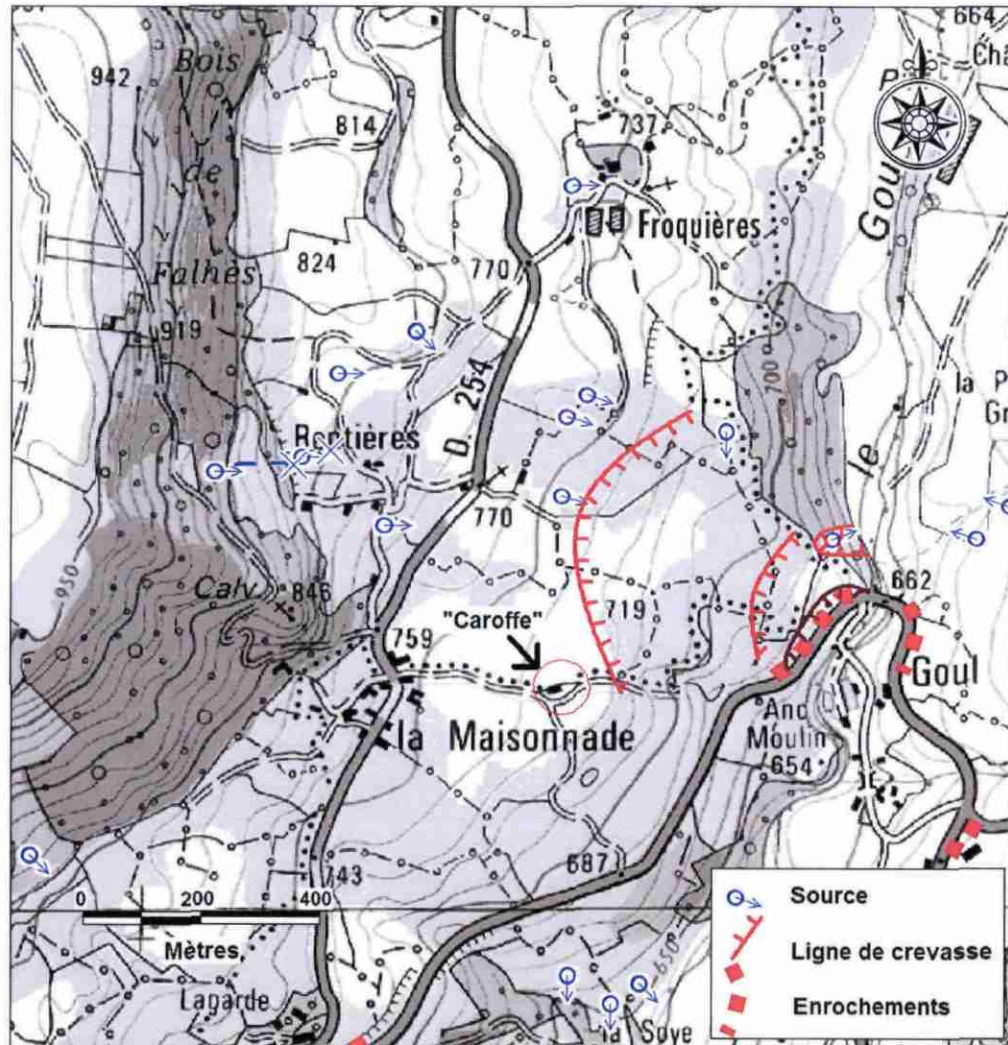


Illustration 3 - Localisation du glissement du Pont du Goul en avril 2008 (fonds IGN scan 25)

- Entre le 29 avril et le 27 mai 2008, suite aux mesures de drainage d'urgence, les vitesses de déplacement du glissement sont divisées par 10 (passage de 1 à 2 cm/jour en phase de crise à 1 ou 2 mm/jour de déplacement résiduel).
- Le 5 juin 2008, la réouverture de la RD 990 est autorisée sur une seule demi-chaussée moyennant la mise en place d'une rangée de blocs en béton côté amont afin de protéger la route contre d'éventuelles instabilités résiduelles susceptibles de concerner le talus dominant la chaussée, toujours instable et gorgé d'eau.
- Des mesures pérennes visant à stabiliser le glissement ont été proposées en 2009 par le LRPC de Clermont-Ferrand. Il s'agit d'un système de drainage en épi constitué de drains agricoles reliés à des drains enterrés en polyéthylène, eux-mêmes reliés à un collecteur principal. Ces mesures n'ont pas, à ce jour, été mises en place dans leur intégralité, le Conseil Général ayant adopté un mode de gestion du glissement de type « observationnel », c'est-à-dire basé sur les évolutions constatées. Il est ainsi envisagé de ne réaliser, dans un

premier temps, que le réseau de drainage primaire - correspondant peu ou prou à l'étanchéification du réseau de drainage d'urgence - avant de reprendre les travaux d'élargissement de la RD 990, qui doivent être réalisés conformément aux spécifications techniques du LRPC. Par la suite, et en fonction de l'évolution du glissement, le réseau de drainage agricole sera éventuellement ajouté au réseau primaire.

- > D'après les différentes études réalisées par le LRPC de Clermont-Ferrand, il apparaît que le glissement couvre une superficie d'environ 13 ha, concerne des colluvions de versants et des argiles oligocènes sur une épaisseur de 12 à 20 m (d'après les inclinomètres mis en place sur le site) ; il mobilise ainsi au moins 1 million de m³ de matériaux. Les vitesses de déplacement sont actuellement faibles, de l'ordre de 1 à 2 cm/an, mais une réactivation du glissement est tout à fait envisageable à l'occasion d'un épisode pluvieux soutenu.

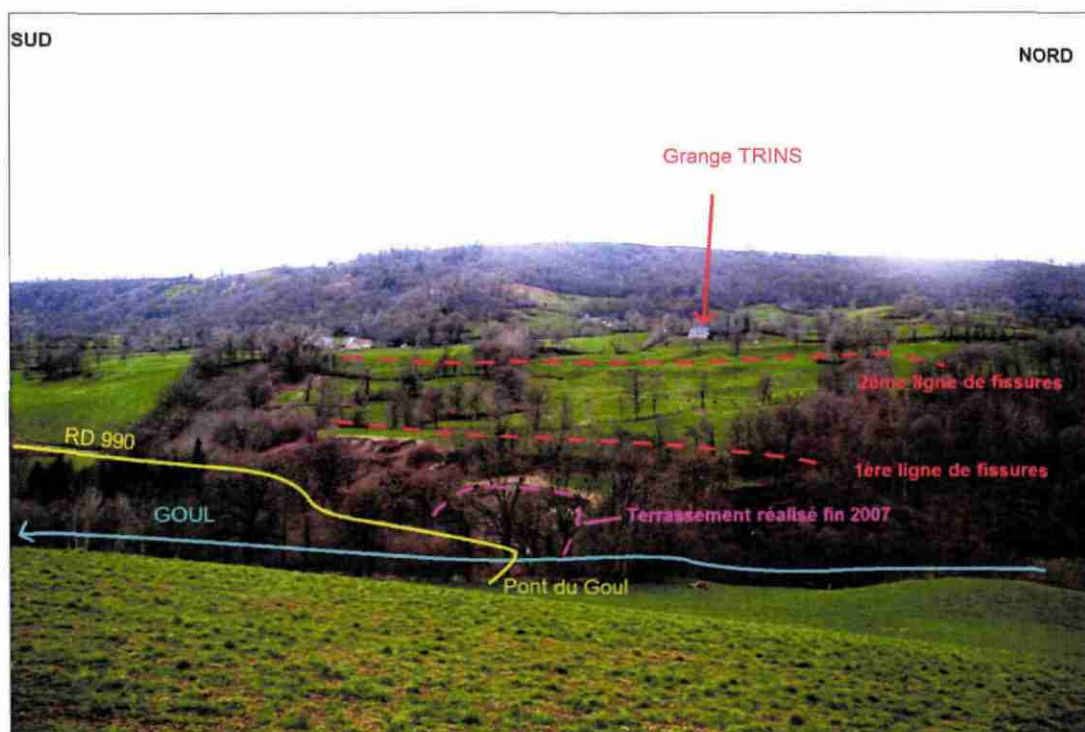


Illustration 4 - Situation générale du glissement du Pont du Goul en avril 2008 (photo BRGM)



Illustration 5 - Aperçu du talus amont de la RD 990 en avril 2008 (photo BRGM)



Illustration 6 - Bourrelet frontal du glissement déformant la chaussée d'un chemin communal situé sous la RD 990 en avril 2008 (photo BRGM)



Illustration 7 - Deuxième ligne de crevasses à 500 m de la route en avril 2008 (photo BRGM)

b) Autres glissements

En rive droite du Goul, de nombreux secteurs occupés par les argiles de l'Oligocène présentent des signes d'instabilités (mouvements) :

1. Dans la continuité nord du glissement du Pont du Goul en aval du lieu-dit « Froquières », la topographie du terrain en « montagnes russes » (cf. Illustration 8) traduit la présence d'une vaste instabilité de versant. La rive droite du Goul est d'ailleurs dans ce secteur assez hétérogène, tantôt marquée par un escarpement raide à proximité de la zone de glissement du pont, alors que celui-ci disparaît complètement, plus au Nord. Il est possible qu'en certains endroits les glissements aient repoussé le cours du Goul vers l'Est compte tenu de la présence d'un méandre en direction de la rive opposée.



Illustration 8 - Argiles solifluées dans le secteur de Froquières (photo BRGM)

2. Plus au Sud, dans le secteur du lieu-dit « Le Mont », on observe la présence d'une vaste zone moutonnée large d'environ 200 m, parcourue par de nombreuses venues d'eau. Il existe quelques maisons (la plupart en ruines ou abandonnées) et burons dans le secteur. Là aussi, en vis-à-vis de cette zone de solifluxion, le Goul fait également un méandre en direction de la rive opposée.
3. Dans le secteur du lieu-dit « Le Volcamp », on note également la présence de bas de pentes très moutonnés. Ces instabilités, qui n'affectent pas les habitations du lieu-dit, sont probablement très anciennes si l'on en juge par les éléments figurant dans le dictionnaire statistique du Cantal qui rapporte, au sujet du village « Le Volcamp » sur la commune de Badailhac : « ...village près duquel on a remarqué, en allant vers Poulhès, un affaissement continu, et déjà considérable, du chemin. Le phénomène ferait croire que le sol inférieur est miné par quelque cours d'eau souterrain ou quelque excavation et qu'un effondrement se produira bientôt. »

Toujours en rive droite du Goul, cette fois au sein des dépôts volcano-sédimentaires du stratovolcan du Cantal :

1. Au-dessus du lieu-dit « Le Falhès », en rive droite du ruisseau du même nom, la BDMVT fait état d'un « éboulement » survenu le 28 juin 1911 (ID BDMVT 615 00017). Ce témoignage d'archive est renforcé par l'existence d'un glissement très récent, observé à peu près au même endroit lors de nos reconnaissances de terrain. Il semble que l'instabilité de cette zone soit due à la présence de brèches à poches d'argiles (TBr2) dans un contexte de forte pente et de venues d'eau.

2. Au sein de l'escarpement dominant le lieu-dit « Le Mont », au droit du chemin montant au Montvert, la mairie de Badailhac signale un glissement de moyenne ampleur qui se serait produit il y a une quinzaine d'années. La géologie locale est constituée des brèches ponceuses indurées (Tv₁) non stratifiées à blocs polygéniques.

En rive gauche du Goul, de nombreuses zones d'anciens glissements ont été répertoriées. Il s'agit en majorité de glissements ayant concerné la voirie départementale (RD 600 et RD 59), soit au niveau des talus de déblai côté amont, soit au niveau de la plateforme routière établie en déblai.

1. De par sa situation en limite de l'Oligocène calcaire et de l'Oligocène argileux, la RD 600 a été l'objet de nombreux glissements de terrain entre Raulhac et le département de l'Aveyron dès sa construction (à la fin du 19^{ème} siècle), puis au cours de travaux d'aménagement entrepris dans les années 80, et enfin plus récemment, lors des travaux d'élargissement de la chaussée réalisés au cours du printemps et de l'été 2010. Les zones instables se situent principalement dans les fonds de thalweg, là où les colluvions argileuses et l'eau sont présentes en plus grande quantité. Il s'agit :
 - a. **du secteur de Laveissière** : on trouve des témoignages anciens de l'instabilité de ce secteur dans les archives départementales du Cantal (AD2S 405) par l'intermédiaire d'une lettre d'une habitante du hameau de Laveissière datant de mars 1864 qui réclamait à l'administration la construction d'un mur de soutènement en raison de craintes pour la stabilité d'une grange située à proximité des travaux de terrassement entrepris pour la construction du chemin vicinal Vic-sur-Cère/Mur-de-Barrez. En juillet 1866, Antoine Troupel, demeurant au hameau de Combourriou (en contrebas de Laveissière), déclare dans une lettre « ...renoncer à toute réclamation au sujet d'un éboulement de 100 m de long et de 30 m de large, survenu dans son bois en échange de la construction d'un mur de soutènement le long du chemin vicinal Vic-Mur de Barrez. » Bien plus tard, en 1987, la RD 600 a fait l'objet d'un affaissement sur 20 à 30 m de large sur une bonne demi-chaussée. La mairie de Raulhac signale également plusieurs départs de chaussée dans ce secteur. Enfin, l'aspect moutonné des deux thalwegs de Laveissière ne laisse aucun doute sur l'instabilité du secteur.
 - b. **du secteur Courbelimagne**. Ce secteur a fait l'objet de 3 mouvements de terrain en 1982 aux alentours du PK 3,250 : un glissement profond du toit carbonaté situé sur côté aval de la route, un glissement affectant la chaussée en profil mixte et enfin un glissement du remblai de la RD 600. En 1983, près du château du même nom, c'est le remblai routier dans son ensemble qui glisse. Pour finir, en 1991, un glissement de la partie avale de la chaussée dans le dernier virage avant l'Aveyron conduit à rectifier le tracé de la route vers l'amont.
 - c. **de nombreux thalwegs au Sud de Raulhac** sont également instables, notamment au-dessus de La Bouygues et surtout dans le secteur des Prés Longs où la topographie très moutonnée sur l'ensemble du

versant, rappelle les grandes instabilités observées en rive gauche du Goul.



Illustration 9 - Glissement superficiel dans les argiles vertes de l'Oligocène dans un talus de déblai de la RD 600 (photo BRGM, juillet 2010)



Illustration 10 - Amorce de rupture dans le talus fraîchement ouvert en vue de l'élargissement de la RD 600 (photo BRGM, juillet 2010)



Illustration 11 - Limite entre l'Oligocène calcaire et l'Oligocène argileux (photo BRGM, juillet 2010)

2. La partie nord de Raulhac compte également quelques instabilités :
 - a. Au droit de la RD 59, aux abords du château de Cropières. En décembre 1981, un glissement a affecté la demi-chaussée aval de la route sur 60 m de large, entraînant la formation d'une marche de 1,5 à 2 m de hauteur. D'après les sondages réalisés à l'époque, l'instabilité était due à la présence de colluvions argileuses reposant sur un substratum marno-calcaire de l'Oligocène (à noter que la carte géologique indiquerait plutôt à cet endroit la présence de brèches à poches argileuses - TBr2). En décembre 2002, un glissement de 5 000 m³ affecte à nouveau le remblai de la RD 59 sur 50 m de large.
 - b. En dehors des routes départementales, plusieurs secteurs concernés par la présence des argiles de l'Oligocène présentent des signes d'instabilité : au niveau du lieu-dit Laprade, juste au Nord du bourg de Raulhac, ainsi que localement aux abords du Goul, à proximité du pont, et jusqu'au dans le secteur du château de Cropières.

3.3.3. Eboulements/chutes de blocs

Comparativement aux glissements, c'est un aléa très peu présent sur le territoire des deux communes. On citera :

- En juin 1996, un volume de 100 m³ de micaschistes se détache d'une petite falaise et s'effondre dans le Goul à proximité de l'ancienne pisciculture (BDMVT n° 6150062).
- Quelques petites falaises sont par ailleurs observées :
 - au-dessus de la RD 57 à l'Est du lieu-dit « Peyre » et au Sud du lieu-dit « la Vernière » ;
 - vers le calvaire au-dessus du lieu-dit « la Maisonnade » ;
 - à l'Est du lieu-dit « Lascavilles ».

3.3.4. Erosions de berge

On ne recense pas de phénomènes d'érosion de berge à Badailhac et Raulhac. Cependant, les extrados de méandres et les escarpements raides, rocheux ou non, bordant le Goul, peuvent être soumis à de tels phénomènes.

3.3.5. Effondrements de cavités souterraines

On recense quelques cavités du Néolithique vers Lasclauzades au-dessus du château de Courbelimagne. Le positionnement des cavités est imprécis et, pour cette raison, les ouvrages n'ont pas été visités. Il s'agit de cavités de taille réduite.

3.4. ORGANISATION DU TRAVAIL DE TERRAIN

Les travaux de terrain ont été basés sur une observation la plus détaillée possible d'un certain nombre d'indices qui relèvent de la géologie, de la géomorphologie et de l'occupation anthropique. Ces indices sont principalement les suivants :

- Les affleurements de matériaux, soit naturels, soit résultant de travaux de terrassement. Ces affleurements permettent de connaître la nature et l'épaisseur des colluvions, le toit du substratum, l'état d'altération et de fracturation des parties rocheuses, les venues d'eau. Les zones de propagation et d'accumulation de blocs sont aussi considérées.
- Le repérage de toutes les formes de surface des pentes qui peuvent dénoter une instabilité ancienne ou actuelle. On note ainsi les ruptures de pente, convexités boursouflures (moutonnements), escarpements, bourrelets, ravinements, zones humides,...
- Les arbres situés sur ces pentes peuvent aussi témoigner d'instabilités par leurs déformations (arbres tordus en tuyau de pipe, inclinés, blessés par des impacts de blocs...).
- Enfin, les aménagements sont aussi à analyser, notamment les infrastructures routières (chaussées déformées ou fissurées), les maisons (fissures, renforcements), les poteaux supports des réseaux (inclinés ou non), etc...

Ces travaux ont été effectués par le BRGM selon le programme suivant :

- visite préalable pour définir la typologie des phénomènes cartographiés, leurs classes d'intensité et les événements de référence ;
- parcours à pied de l'ensemble du territoire de cartographie, en utilisant principalement les routes et les chemins. Le temps consacré au travail de terrain a été de 10 jours environ.

Par la suite, nous avons reporté l'ensemble des phénomènes de référence et des observations de terrain sur une carte à l'échelle 1/10 000 puis procédé au dessin de la carte en tenant compte des éléments rassemblés ainsi que de la nature géologique des terrains.

La carte d'aléa a fait ensuite l'objet d'une présentation en Préfecture le 7 juillet 2010 en présence de la DDT du Cantal, des maires de Raulhac et de Badailhac et du service des routes du Conseil Général.

3.5. DEFINITION ET ZONAGE DE L'ALEA

Trois types d'aléas ont été retenus sur la planche hors-texte jointe au présent rapport :

➤ Aléa lié aux chutes de blocs et aux éboulements rocheux

Il se rapporte à des chutes de blocs, plus rarement à des aléas d'éboulements rocheux de plusieurs m³, à partir des petites falaises de micascistes, des escarpements de brèches ponceuses indurées ou plus exactement de gros blocs dégagés par l'érosion contenus dans ces brèches.

➤ Aléa lié aux glissements de terrain

C'est l'aléa majeur des communes de Raulhac et de Badailhac qui sont concernées par des glissements qui affectent les formations oligocènes de nature argileuse du bassin sédimentaire d'Aurillac. Ces mouvements de terrain sont en général lents et se matérialisent par des moutonnements du terrain très prononcés. Les travaux de terrassement (diminution de la butée des terrains) au bord des routes départementales ont conduit à amplifier le nombre de ces mouvements et à accroître leur cinétique qui peut être brutale dans certains cas. Le glissement du Pont du Goul est le glissement le plus vaste du secteur mais il en existe d'autres relevant des mêmes mécanismes.

Plus rarement, on observe aussi des glissements au sein des escarpements en brèches enrichies en poches d'argile (TBr2) et au sein des brèches ponceuses indurées altérées (Tv1).

➤ Aléa lié aux ravinements et aux coulées de boue

Il peut se manifester par des coulées, plus ou moins liquéfiées, de matériaux fins pouvant contenir des blocs et entraînant des ravinements de bords de thalwegs. La morphologie des pentes étant peu marquée sur le terrain d'étude, il s'agira surtout de l'éventualité de la reprise par un agent hydrique (source ou cours d'eau) de produits de glissement.

Ces différents phénomènes peuvent se produire avec des volumes, des intensités et des probabilités d'occurrence plus ou moins importants. Il en résulte un niveau d'aléa d'intensité croissante. Le zonage retenu sur les cartes d'aléa « mouvement de terrain » comporte 4 niveaux d'intensité :

- aléa nul à très faible : aléa correspondant aux secteurs de pente nulle à faible présentant une probabilité nulle à très faible de déclencher un mouvement de terrain ou d'être atteinte par un mouvement de terrain en provenance d'une zone amont concernée par un aléa plus élevé.
- aléa faible : aléa correspondant aux zones de pentes faibles à moyennes dans des formations peu sensibles aux mouvements de terrain et exemptes d'indices morphologiques. Les secteurs classés en aléa faible peuvent toutefois en générer avec une occurrence faible, surtout en cas de projet de construction ou de terrassement. Certaines zones d'aléa faible peuvent également correspondre au champ d'expansion de mouvements de terrain à caractère

exceptionnel en provenance d'une zone amont concernée par un aléa plus élevé.

- aléa moyen : aléa correspondant aux zones de pentes moyennes à fortes dans le cas de formations peu sensibles aux glissements (formations volcaniques indurées, socle métamorphique) ou faibles à moyennes dans les formations sensibles (argiles de l'Oligocène). Certaines pentes peuvent présenter des indices morphologiques de mouvement de terrain de faible à moyenne ampleur (reptation, moutonnement, érosion, coulée de boue de faible à moyenne ampleur, chute de blocs en provenance de falaise de taille réduite), ou peuvent générer des mouvements de terrain avec une occurrence faible à moyenne, soit naturellement, soit en cas de projet de construction ou de terrassement. La maîtrise des instabilités avérées ou potentielles est jugée a priori acceptable financièrement parlant par un particulier ou un groupement de propriétaires, sous réserve d'une confirmation par une étude géotechnique détaillée.
- aléa fort : aléa correspondant aux zones de pentes présentant des indices morphologiques de mouvement de terrain de moyenne à grande ampleur. Sur le terrain d'étude, il s'agit exclusivement de glissements de terrain (événement avéré ou terrain très moutonné). La maîtrise des instabilités avérées est jugée a priori inacceptable financièrement parlant par un particulier ou un groupement de propriétaires. Le recours aux finances publiques est très probable.

Ces niveaux sont figurés selon un code de couleur sur les différentes zones identifiées, avec report des phénomènes éventuellement observés (solifluxion, arbres penchés, sources, etc.).

4. Confrontation préliminaire de l'aléa « mouvement de terrain » avec les enjeux existants

A la demande de la DDT du Cantal, le BRGM a procédé à une confrontation préliminaire des enjeux existants sur les deux communes avec la carte d'aléa.

Pour le recensement des enjeux, nous avons interrogé les maires des deux communes ainsi que les concessionnaires de réseaux (RTE, EDF, GDF et France Télécom).

Les enjeux classiquement recensés dans le cadre des procédures PPR (mairie, établissement recevant du public, commerces, réseaux, captages d'eau potable, etc.) sont présentés directement sur la carte hors texte annexée au présent rapport. Nous avons également examiné le niveau d'aléa au droit des lieux habités (maisons individuelles) et des routes départementales.

D'une façon générale, le recensement effectué révèle assez peu d'enjeux sur le secteur cartographié. Il est également manifeste que, hormis les routes départementales, les enjeux humains et notamment les habitations sont peu concernées par les niveaux d'aléa les plus élevés. Ainsi :

- Une seule maison habitée a été répertoriée en aléa fort sous la RD 990 entre les lieux-dits Le Mont et Esquiès.
- La présence du glissement du Pont du Goul n'engendre pas d'aléa fort sur des habitations mais seulement un aléa moyen pour l'ancienne pisciculture/moulin située en vis-à-vis sur la rive opposée du Goul. De même, en amont du glissement, les bâtiments de La Maisonnade, situés en terrain plat sur une autre formation (dépôts glaciaires sur calcaires de l'Oligocène), ne sont à priori pas concernés directement par le glissement.
- Plusieurs zones d'habitation sont situées en aléa moyen de glissement : il s'agit de certaines habitations du lieu-dit « Esquiès », du hameau du Goul, du lieu-dit La Bouygues et d'une partie du hameau de Combourieu. Une maison située au Sud de bourg de Raulhac, à la limite amont du glissement des Prés Longs, est également concernée par un aléa moyen.
- Les routes départementales apparaissent bien concernées par les niveaux d'aléa élevés car traversant des zones instables ou susceptibles de l'être en cas de terrassement mal maîtrisé. Les principaux secteurs de route classés en aléa fort sont :
 - La RD 990 au niveau du glissement du Pont du Goul ;

- La RD 600 dans presque tous les thalwegs au Sud de Raulhac, en particulier au niveau de Courbelimagne et de Laveissière,
- La RD 59 dans le secteur de Cropières.

5. Conclusion

Une carte d'aléa « mouvement de terrain » des communes de Badailhac et Raulhac a été établie par le Service Géologique Régional Auvergne du BRGM.

La réalisation de cette carte était principalement motivée par l'existence d'un vaste glissement de terrain au-dessus de la RD 990 dans le secteur du Pont du Goul.

Les phénomènes concernés par cette cartographie sont les glissements de terrain, les coulées de boue, les chutes de blocs, les effondrements de cavités souterraines et les érosions de berge.

La cartographie réalisée est valable à l'échelle du 1/10 000 sur l'ensemble des deux communes. Elle résulte d'une analyse préalable de la bibliographie, des événements de référence et des photos aériennes, puis d'une reconnaissance de terrain systématique.

Le zonage retenu sur la carte d'aléa « mouvement de terrain » comporte 4 niveaux d'intensité : aléa nul à très faible, aléa faible, aléa moyen, aléa fort.

L'aléa fort correspond principalement à l'existence de grands glissements de terrains ou de zones de solifluxion très marquées au sein des argiles d'âge oligocène qui occupent les bas-versants. Ces mouvements de terrain, dont fait partie celui du Pont du Goul, ont des cinétiques souvent lentes mais ils ont connu des phases d'accélération par suite de travaux de terrassement routier et/ou d'une mauvaise gestion des conditions hydriques de versant.

Parallèlement à la demande de la DDT 15, le BRGM a procédé à un premier recensement des enjeux sur les deux communes. La confrontation de ces enjeux avec la carte d'aléa réalisée montre que les zones d'aléa fort concernent très peu d'enjeux hormis une maison habitée et certains secteurs des routes départementales (RD 990, RD 600 et RD 59).

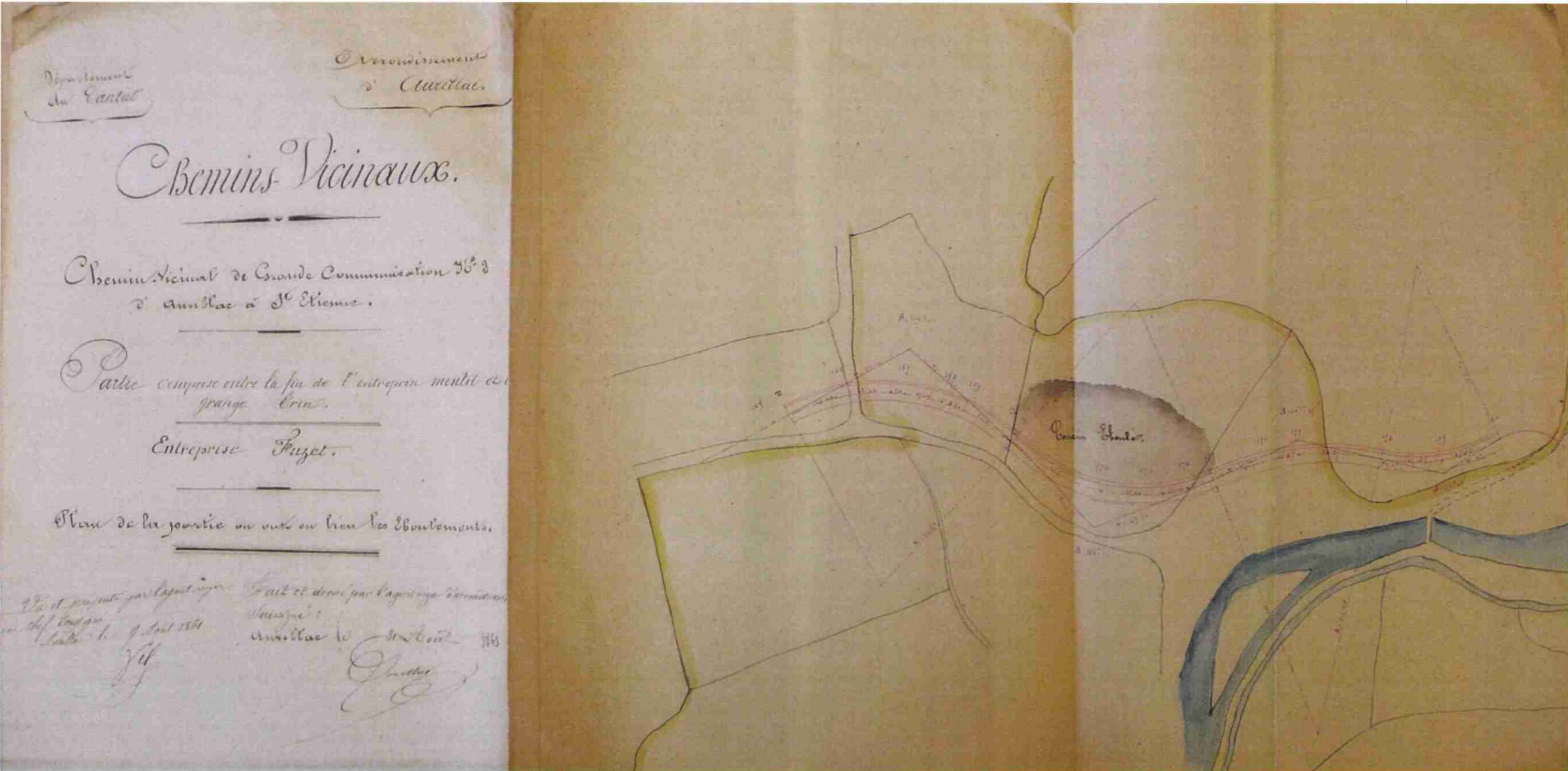
Bibliographie

- Deribier-du-Chatelet (1857) - Dictionnaire historique et statistique du Cantal, chapitre concernant Badailhac.
- BRGM. Carte géologique à 1/50 000 : feuille n° 812 de Vic-sur-Cère.
- BRGM (courrier du 10 avril 2008) - Intervention du BRGM à Badailhac - Glissement de terrain au-dessus du Pont sur le Goul - SGR/AUV - PR/SP 08058.
- BRGM (courrier du 3 juin 2008) - Glissement de terrain au niveau du Pont sur le Goul - Avis sur les possibilités de réouverture de la RD 990 à la circulation - SGR/AUV - PR/SP 08100.
- BRGM (courrier du 9 juin 2008) - Avis complémentaire sur les possibilités de réouverture de la RD 990 à la circulation - SGR/AUV - PR/SP/08105.
- LRPC Clermont-Ferrand (1982) - CD 600 - Glissement de Courbelimagne - Dossier n° CA 82/64.
- LRPC Clermont-Ferrand (1982) - CD 600 - Glissement de terrain de Cropières - Etude géologique - Dossier n° CA 82/64.
- LRPC Clermont-Ferrand (1983) - CD 600 - Désordres de Courbelimagne - Dossier n° CA 83/41.
- LRPC Clermont-Ferrand (1987) - CD 600 - Instabilité au lieu-dit « Laveissière » - Dossier n° 15/87/0205.
- LRPC Clermont-Ferrand (1991) - CD 600 - Déblai de Courbelimagne-Aveyron - Etude d'un système confortatif - Dossier n° 15/91/3472.
- LRPC Clermont-Ferrand (1998) - RD600 - Carlat-Raulhac - Reconnaissance géotechnique sommaire - Dossier n° 15.98.11536.
- LRPC Clermont-Ferrand (1999) - RD600 - Raulhac-Laveissière - Reconnaissance géotechnique sommaire.
- LRPC Clermont-Ferrand (2002) - RD600 - Aménagement entre Raulhac et l'Aveyron - Dossier n° 15.02.16193.
- LRPC Clermont-Ferrand (2003) - RD990 - Section Arbre Rond Pont du Goul - Investigations entre le mur de gabion et le pont du Goul - Dossier n° 15.03.16788.
- LRPC Clermont-Ferrand (2003) - RD990 - Etude l'aménagement du Pont du Goul - Dossier n° 15.03.16788.

- LRPC Clermont-Ferrand (2009) - RD990 - Pont du Goul - CR visite du 26 mars 2008, référence BN-00.15.14193-2.
- LRPC Clermont-Ferrand (2009) - RD 990 - Pont du Goul - Glissement de terrain - Dossier n° 15.09.15170.

Annexe 1

Glissement du Pont du Goul - Document d'archive ancien datant de la fin du 19^{ème} siècle

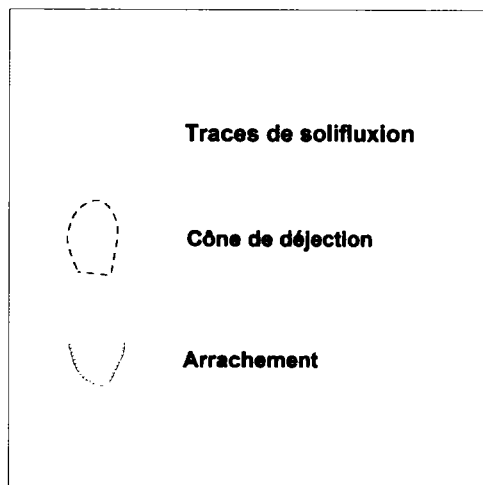


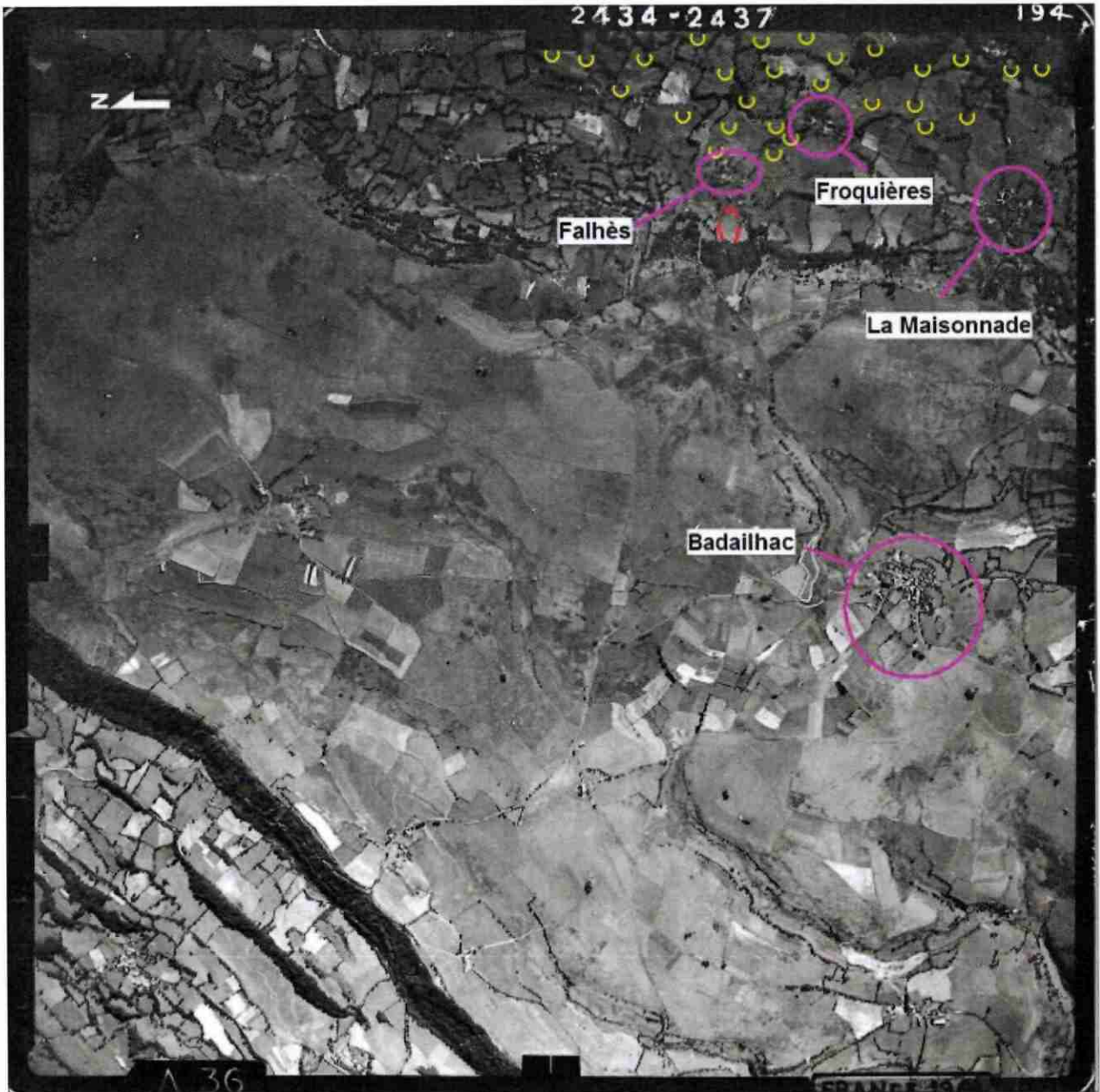


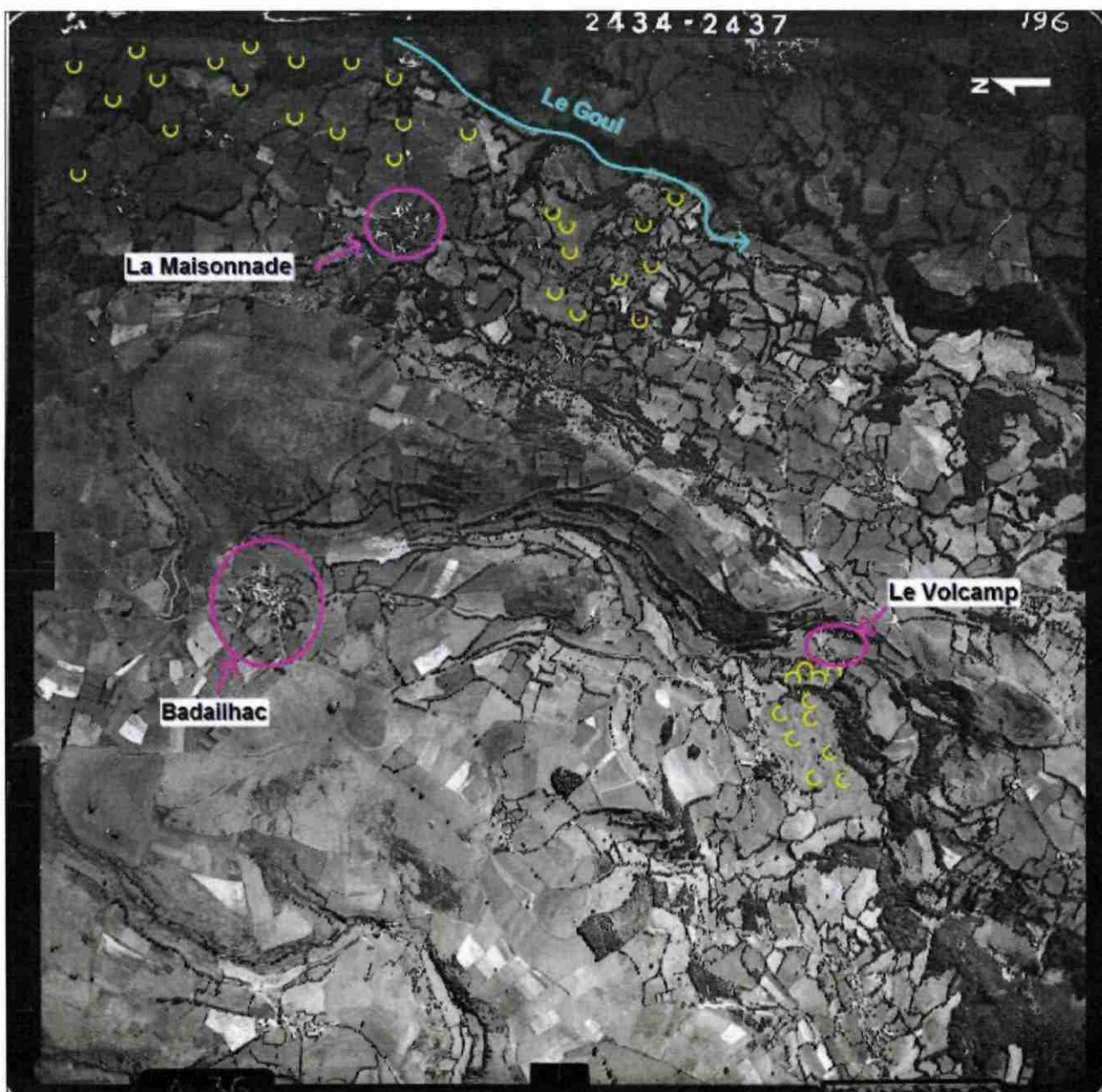
Annexe 2

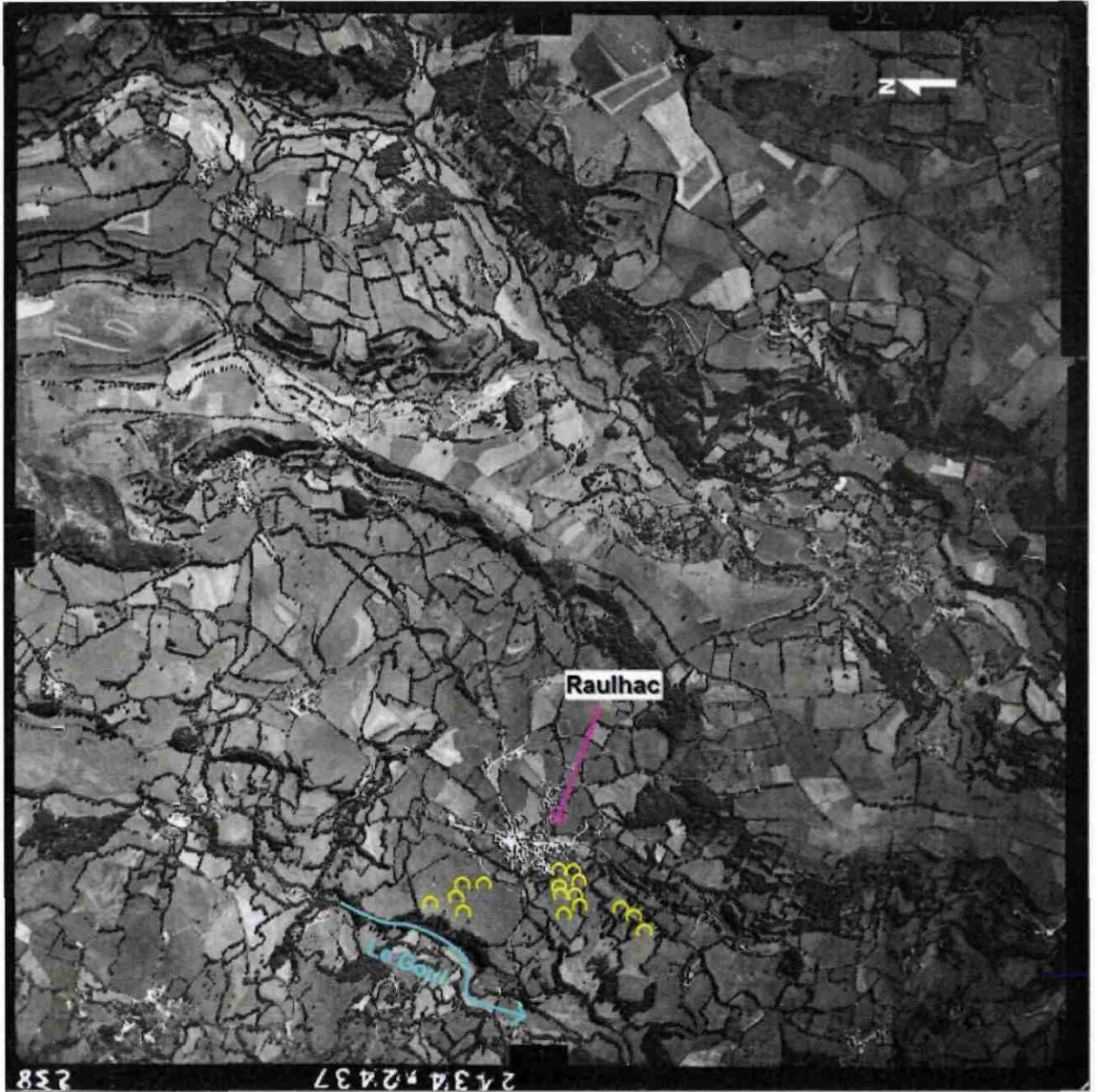
Photo-interprétation des clichés de la mission 1963_F 2434-2437

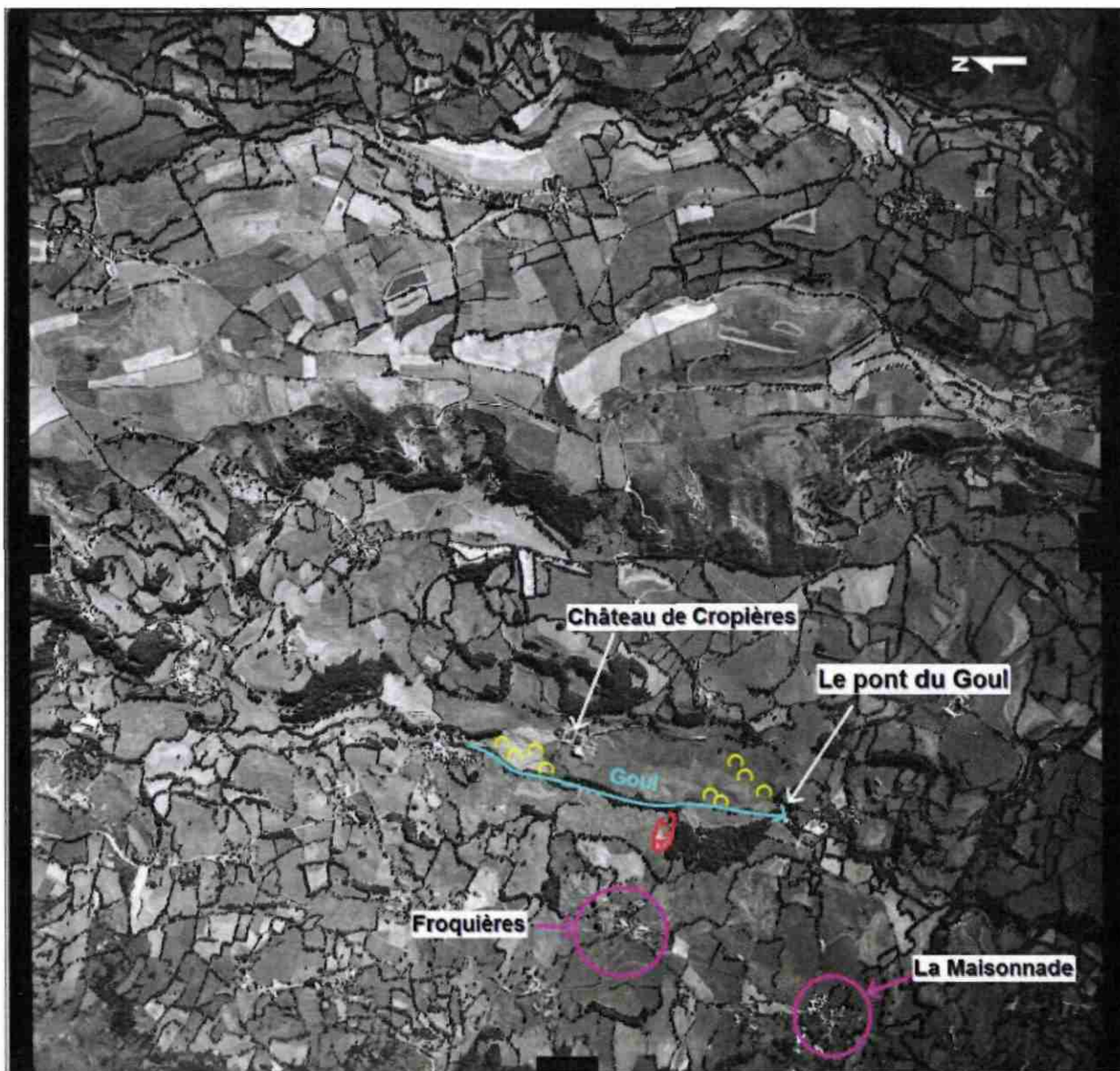
Légende :













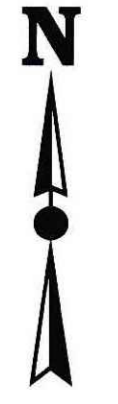
Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 36009
45060 Orléans cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional Auvergne
Campus des Cézeaux
12, avenue des Landais
63170 Aubière - France
Tél. : 04 73 15 23 00

28 juin 1911 - "éboulement" sur la parcelle n°200, section B
- BDMVT n° 61500017



Juin 1900 - Glissement du "Bordeille de Caroffe"
- BD MVT n°10300030

Déc 1981 et 25/12/2002 - Cropières
glissement affectant la partie aval
de la chaussée et le terrain situé
en contrebas sur environ 60 m -
Dossier LRPC CA82/64
BDMVT n°21000442, n°10300033,
n°21000053

Remise en mouvement du glissement
du Pont du Goul suite à des travaux
de terrassements non conformes
réalisés pendant l'hiver 2007-2008
au droit de la RD990 - réalisation de travaux de drainage d'urgence

Tablier du Pont du Goul cassé par le glissement en 1970

Archives départementales (1861) - "éboulement considérable
dans un des champs traversés par le CVn°2 d'Aurillac à Saint-Etienne
aux abords du Viaduc en construction sur le Goul (...)
crevasse énorme d'environ 2000 mètres..."

Archives départementales (1896-1897) -
plusieurs zones d'instabilité signalées "sous la Maisonnade"
sur la RD16 entre les PK 23,460 et PK 23,683, PK 24,027 et PK 24,091

1er juin 1996 - chutes de blocs dans le Goul
(100 m3) - BDMVT n°61500062

juin 2001 - glissement en aval de la RD 990
sur une dizaine de mètres de large - Dossier LRPC 15.01.14586

1998 - 2 rangées de gabions légèrement déformées
en amont de la RD990 - Dossier LRPC 15.98.11536

1990, glissement sur le chemin rural de Raulhac
à La Bouygues - BDMVT n°61500061

1999 - "Caractère instable du site"
- Dossier LRPC 15/99/12880

Sept 99 - "versant moutonné" - Dossier LRPC 15/99/12880

Sept 99 - "Le tracé enjambe un thalweg
avec de nombreux indices de glissement"
Dossier LRPC 15/99/12880

1987 - Fissures affectant une bonne demi-chaussée sur 20 à 30 m
- Dossier LRPC 15/87/0205

Sept 99 - "Le tracé enjambe un thalweg
avec de nombreux indices de glissement"
Dossier LRPC 15/99/12880

"Courbelimagne 1" (1982) -
Glissement profond du toit carbonaté
sur le substratum argilo-sableux en amont du CD 600 PK = 3,250 -
Dossier LRPC CA82/64 - BD MVT n°21000057-58-59, n°10300032

"Courbelimagne 2" (1982) -
Glissement affectant le talus de remblai
en profil mixte du CD 600 PK = 3,250 -
Dossier LRPC CA82/64 - BD MVT n°21000057-58-59, n°10300032

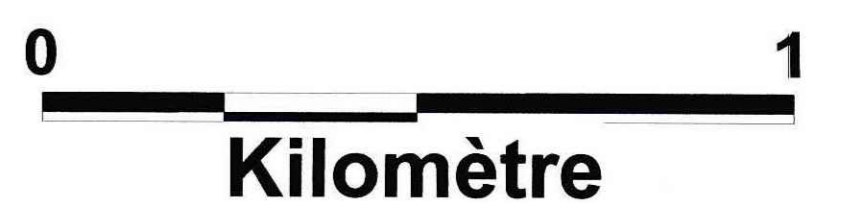
"Courbelimagne 3" (1982) -
Glissement du talus aval du CD 600
PK = 3,250 - Dossier LRPC CA82/64 -
BD MVT n°21000057-58-59, n°10300032

Glissement du remblai routier en 1983
Dossier LRPC CA83/41

1991 - affaissement de la partie aval de la chaussée
n°BDMVT 21000103 - Dossier LRPC n°CA 91/3472

Mairie - Glissement d'ampleur moyenne
vers 1995 sur le chemin qui monte au Montvert

Dictionnaire statistique du Cantal -
"Le Volcamp - village près duquel on a remarqué
en allant vers Poullhès, un affaissement
continu et déjà considérable du chemin"



Observations

- Glissement actif, arrachement récent
- Traces de solifluxion intense, moutonnement
- Glissement ancien
- Chute de blocs
- Arbre penché
- Source
- Perte, infiltration
- Zone humide
- Enrochements

Enjeux

- Mairie
- Maison de retraite
- Hotel restaurant
- Captage d'eau potable
- Eglise
- Relais téléphonique
- Gîte de séjour
- Terrain de sport
- Ligne électrique 20 000 v

**Direction Départementale des Territoires
du Cantal**

Communes de Badailhac et Raulhac

Carte d'aléa "mouvements de terrain"

Rapport BRGM/RP-58909-FR

Septembre 2010

Echelle : 1/10 000

