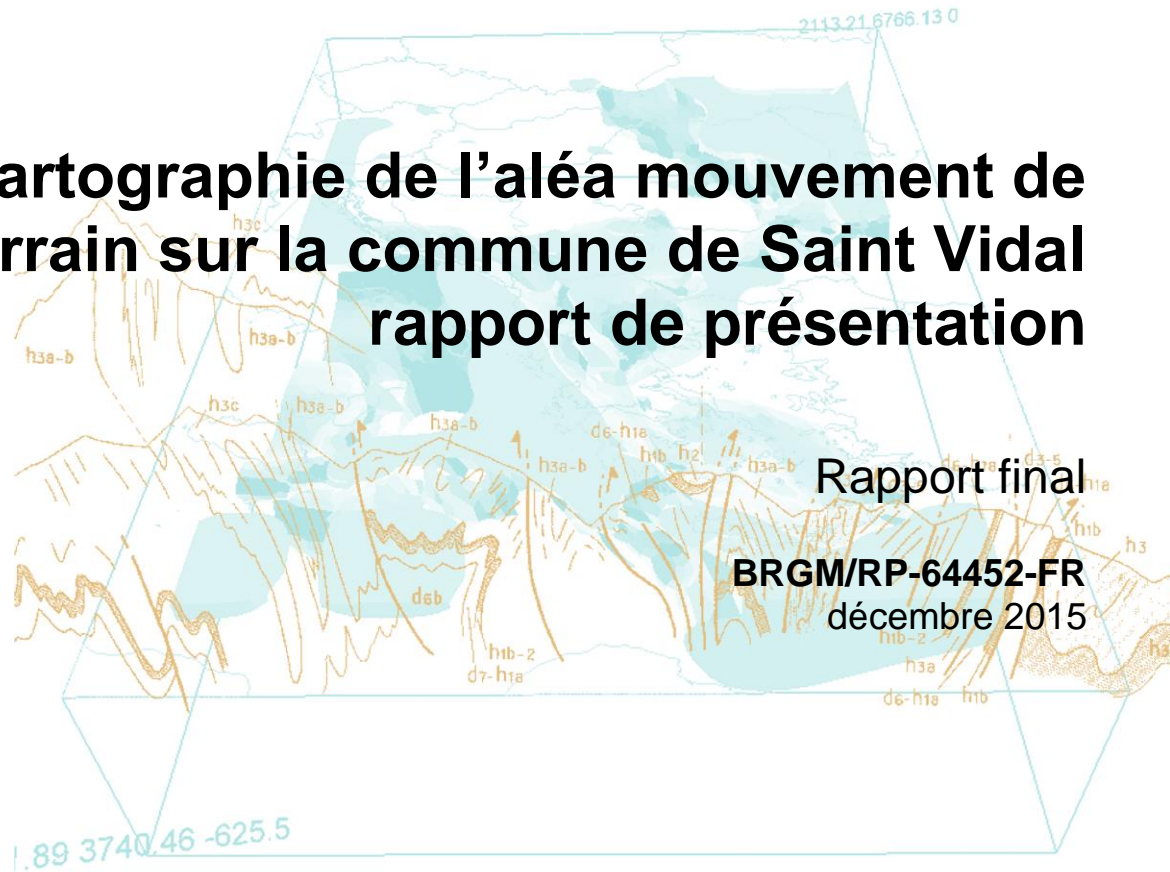




Cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur la commune de Saint Vidal rapport de présentation



Rapport final

BRGM/RP-64452-FR

décembre 2015



Liberté . Égalité . Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture de Haute-Loire
Direction Départementale des Territoires



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document public

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur la commune de Saint Vidal rapport de présentation

Rapport final

BRGM/RP-64452-FR
décembre 2015

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2014

Equilbey E.

Vérificateur :

Nom : S Bernardie

Date : 18/03/2015

Signature :

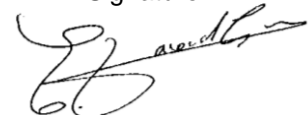


Approbateur :

Nom : E. Vanoudheusden

Date : 30/12/2015

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.



Liberté. Égalité. Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Préfecture de Haute-Loire
Direction Départementale des Territoires



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots-clés : basaltes, argiles, sables, falaise, glissement, chute de blocs, éboulement, coulée, érosion des berges, effondrement, retrait gonflement, désordres, bassin volcanique du Puy-en-Velay, Vallée de la Borne, Haute Loire.

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

Equibey E. (2015) – Cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur la commune de Saint Vidal. rapport de présentation. Rapport BRGM/RP-64452-FR, 133 p., 84 fig., 4 tabl., 3 ann., CD.

Synthèse

Dans le cadre de l'instruction du plan de prévention risques naturels prescrit sur la commune de Saint-Vidal, la Direction Départementale des Territoires de la Haute Loire a confié à la direction régionale Auvergne du BRGM la réalisation de la cartographie aléa mouvement de terrain de cette commune du bassin volcanique du Puy-en-Velay.

La commune de Saint Vidal est située sur la vallée de la Borne, dont la rivière a entaillé le plateau basaltique et laissé des flancs de versant plus ou moins en équilibre limite.

Des mouvements de terrain plus ou moins récents (éboulement et surtout glissements parfois conséquents) témoignent du caractère d'instabilité existant sur les versants des deux rives. L'examen des données historiques et surtout sur le terrain a montré en effet dans la vallée de nombreuses falaises et signes d'instabilités plus ou moins avérées ou potentielles, dont un grand glissement de l'ensemble du versant sur le Bois de Chelette, hérité des périodes glaciaires et aujourd'hui figé en masse même si localement des zones de réactivation y restent présentes.

L'évaluation des aléas des différents types de mouvement de terrain impliqués montre que ce sont l'aléa glissement et l'aléa chute de blocs-éboulement qui prédominent largement tant en nombre, superficie et importance (niveau d'aléa faible à fort).

Trois autres types d'aléa mouvement de terrain ne sont pas écartés et restent retenus mais à des niveaux plus réduits (aléas effondrement localisé ou coulée de niveau faible et plus rarement moyen) ou pour des surfaces très réduites (aléa érosion de berge de niveau d'aléa faible à fort).

Plusieurs galeries de faible gabarit pour l'eau (captage, recherches ou drainage) mais situées en position superficielle et plus ou moins effondrées par endroit, justifient un zonage d'aléa effondrement localisé de niveau faible (porté à moyen sur un orifice vertical de tenue médiocre et partiellement obturé).

Les enjeux bâtis exposés restent limités à 3 maisons (plus 2 autres de manière marginale) du centre bourg soumis à l'aléa chute de blocs de niveau moyen (2 maisons) et fort (1 maison) en rapport avec les falaises surplombant le village. La route départementale n°112 et la voie ferrée sont également exposées à des aléas glissements et chutes de blocs de niveau moyen et fort.

Sommaire

1. Introduction	11
2. Présentation de la commune de Saint-Vidal.....	12
2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE	12
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	13
2.2.1. Formations volcaniques	14
2.2.2. Formations sédimentaires.....	20
2.2.3. Formations superficielles	20
2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	24
2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE	24
3. Acquisition des données préalablement à la phase d'évaluation des aléas	25
3.1. DEROULEMENT DE LA MISSION	25
3.2. DONNEES INITIALES ET COLLECTE DE DONNEES COMPLEMENTAIRES	25
3.3. CAVITES ET MOUVEMENTS DE TERRAIN RECENSES	27
3.3.1. Cavités souterraines	27
3.3.2. Mouvements de terrain	28
3.4. RECONNAISSANCES SUR LE TERRAIN.....	31
3.5. CARTOGRAPHIE FINALE	69
4. Evaluation des aléas	71
4.1. CARTOGRAPHIE ANTERIEURE DES ALEAS.....	71
4.2. ALEA EFFONDREMENT (LOCALISE)	72
4.3. ALEA GLISSEMENT	73
4.3.1. Méthodologie	73
4.3.2. Déclinaison	76
4.4. ALEA EBOULEMENT /CHUTE DE BLOCS	80
4.4.1. Méthodologie	80
4.4.2. Déclinaison	83
4.5. ALEA COULEE	86
4.5.1. Méthodologie de l'aléa coulée de boue	86
4.5.2. Déclinaison	87

4.6. ALEA EROSION DE BERGES	90
4.7. CARTOGRAPHIE MULTIALEA	92
4.8. ZONES DE RISQUE ET RECOMMANDATIONS	92
4.8.1. Zone de falaise en risque chutes de blocs/éboulements de niveau moyen :	93
4.8.2. Zone de falaise en risque chutes de blocs/éboulements de niveau fort ..	93
5. Conclusions	95
6. Bibliographie	97

Liste des illustrations

Illustration 1 – Situation de la commune de Saint Vidal	12
Illustration 2 – Géographie de la commune de Saint Vidal	13
Illustration 3 : Carte géologique à 1/50 000 de la commune de Saint Vidal.....	14
Illustration 4 : orgues basaltiques à l’affleurement sur la commune (du côté de Chazelles et au sud-est du bourg)	15
Illustration 5 : <i>panorama sur le cône de la Garde de Locussol et rare affleurement rocheux au niveau de ce cône</i>	15
Illustration 6 : <i>falaise de cinérites au niveau d’un ancien méandre de la Borne (en partie avec et en partie sans cône d’éboulis en pied)</i>	16
Illustration 7 : <i>falaise basaltique de bordure de plateau, au coin Nord est de la vallée</i>	16
Illustration 8 : résidus d’anciennes corniches de bordure de plateau effondrées, formant des linéaments rocheux parallèle à l’axe de la vallée (nord du bourg).....	17
Illustration 9 : pan basculé, scindé en deux puis figés dans la pente (nord du bourg)	18
Illustration 10 : falaises de Saint Vidal.....	18
Illustration 11 : allure du versant en gradins liés aux linéaments rocheux (nord du bourg)	19
Illustration 12 : <i>front de taille de la carrière à ciel ouvert dans les formations pyroclastiques en amont de la RD112</i>	19
Illustration 13 : <i>affleurement des illites oligocènes en berge droite de la Borne</i>	20
Illustration 14 : <i>aperçu de la morphologie complexe du grand glissement ancien de versant de Saint Vidal (extrait de la thèse de A. Poiraud 2012)</i>	21
Illustration 15 : <i>zones de clapiers présentes sur les deux rives, droite comme gauche</i>	22
Illustration 16 : <i>extrait la photo aérienne de 1948 (Nord à droite)</i>	23
Illustration 17 : <i>Colluvions de versant</i>	23
Illustration 18 : <i>anfractuosité remblayée visible tracée dans les scories</i>	28
Illustration 19 : <i>mouvement de terrain de 1933, avec décrochement vertical du talus de 4 m de la route en construction avant son abandon</i>	29
Illustration 20 : <i>cartographie informative liée aux mouvements de terrain et cavités souterraines sur la commune de Saint-Vidal</i>	30

<i>Illustration 21 : dommages constatés sur les murs et façades du centre bourg imputés a priori au phénomène de retrait/gonflement.....</i>	32
<i>Illustration 22 : dommages constatés sur les sols goudronnés, murets et façades de la maison de la parcelle A1082 imputés au phénomène de retrait/gonflement.....</i>	33
Illustration 23 : Vue du front de taille des scories depuis le sud	34
Illustration 24 : Aspect de la paroi du front de taille et des éboulis cendreaux	34
Illustration 25 : Vue du prolongement nord et des deux avancées rocheuses en tête	35
<i>Illustration 26 : différents aspects de la paroi rocheuse du prolongement nord.....</i>	36
<i>Illustration 27 : avancées en tête sud puis nord, avec de plans de découpe souvent bien marqués (prolongement nord)</i>	37
Illustration 28 : Partie centrale - coté nord.....	38
Illustration 29 : flanc nord du couloir d'éboulement.....	38
Illustration 30 : Partie centrale - coté sud (vues opposés)	39
Illustration 31 : Activité de départ rocheux constatée en novembre 2014	39
Illustration 32 : Terminaison sud de la partie centrale de falaise et partie supérieure de la falaise dans le prolongement sud	40
Illustration 33 : allure de la falaise basaltique dans son prolongement sud.....	40
Illustration 34 : aperçu de la tête de falaise du prolongement sud et du versant en amont.....	41
Illustration 35 : clapier de la rive gauche, avec axe de talweg puis une zone de dénivelé quasi vertical	41
Illustration 36 : surface affectée par le glissement (extrait d'une photoaérienne IGN datant de 1977).....	42
Illustration 37 : versant marneux à potentiel d'instabilité marquée en amont de la voie ferrée.....	43
Illustration 38 : falaise rocheuse sous la voie ferrée au nord de la commune	43
Illustration 39 : Talus aval de la corniche, avec pointements et front rocheux plus ou moins éparses.....	44
Illustration 40 : moutonnement marqué dans les champs de mi-versant.....	44
Illustration 41 : chaos rocheux sur la butte du Chilout	45
Illustration 42 : versant sud de la butte du Chilout	46
Illustration 43 : falaise de cinérites et son important cône d'éboulis	46
<i>Illustration 44 : aqueduc souterrain des Pobies (photo J-P Beal)</i>	47
Illustration 45 : talus attaqué par la Borne en pied.....	48
Illustration 46 : zone cartographiée en aléa faible non identifiée après reconnaissance sur le terrain	48
<i>Illustration 47 : voûte de la galerie du Lac et vue sur les grottes troglodytiques des Estreys sur la commune de Polignac (photos J.P BEAL).....</i>	50
<i>Illustration 48 : grottes des Clauzels situées jusque au-dessus des hautes falaises basaltiques, et d'accès périlleux (photos J.P BEAL)</i>	51
Illustration 49 : profil de la rivière au niveau de l'ancien Moulin de Saint Vidal puis au niveau du gué amont	52

Illustration 50 : fonds de vallée (rive droite) à hauteur de l'ancien Moulin de Saint Vidal puis en rive droite sous la falaise de cinérites	52
Illustration 51 : bas de versant en falaise berge sud (rive droite) entre Aigue Salade et les Pobies Basses	53
Illustration 52 : zones de fond de vallée plat les plus avales (Pobies Basses en rive droite au premier plan et de l'ancien méandre en rive gauche des Pobies en arrière plan)	54
Illustration 53 : extrémité aval de la rivière Borne en canyon	54
Illustration 54 : falaise de corniche au coin nord-est de la vallée	55
Illustration 55 : zone de clavier amont	56
Illustration 56 : zone principale de clavier en rive droite (vue depuis la zone de replat vers l'amont)	56
Illustration 57 : dôme basaltique de la Prade	57
Illustration 58 : falaises étagées sous la corniche de plateau au niveau du ravin de Chazelles (flanc droit inférieur puis flanc gauche intermédiaire)	58
Illustration 59 : falaises de corniche du plateau (flanc nord du ravin de Chazelles), dont un panneau détaché en aval	58
Illustration 60 : petite falaise résiduel en partie sud aval du ravin de Chazelles	59
Illustration 61 : orgues inclinées en pente comme en contre pente	60
Illustration 62 : profil en crêtes et cuvettes allongées dans le cœur du glissement (ellipse en rouge) puis géomorphologie du corps du glissement avec deux interprétations possibles évoquées (extrait de la thèse de A Poiraud, 2012)	61
Illustration 63 : instabilité du versant généralisé sous la RD112 (extraits photo aériennes IGN de 1948 à 2005)	62
Illustration 64 : ancien tracé de la RD112	63
Illustration 65 : instabilités ponctuelles dans le versant au dessus de la Borne (mélangeant généralement matériaux rocheux et meubles)	65
Illustration 66 : glissement plan de Borne-Vidal (flanc nord et vue vers la Borne)	65
Illustration 67 : front verticalisé vue de l'aval depuis le glissement plan de Borne-Vidal et en tête (en aval du chemin carrossable)	66
Illustration 68 : départ meuble de 2012 (zone d'arrachement en tête puis zone de propagation vue de l'aval)	67
Illustration 69 : matériaux plastiques et arbres inclinés vers l'amont	67
Illustration 70 : pré à chevaux le long du versant	68
Illustration 71 : massif basaltique de la Pénide (et détail de la paroi)	68
Illustration 72 : interface entre le massif basaltique et le mégaglisement	69
Illustration 73 : vue du versant sous la corniche (abords de Grazac)	69
Illustration 74 : cartographie des zones d'aléa effondrement localisé	73
Illustration 75 : carte des pentes, calculée à partir du MNT CRAIG (maille 6m)	74
Illustration 76 : cartographie des zones d'aléa glissement sur la commune de Saint Vidal (43)	79
Illustration 77 : représentation schématique de la ligne d'énergie (et formule pour l'angle d'arrêt)	81

Illustration 78 : Qualification des niveaux de probabilité d'atteinte selon la méthode de la ligne d'énergie sans et avec prise en compte de la fonction de protection du couvert végétal.....	81
Illustration 79 : Définition de la probabilité d'occurrence de l'alea de référence en un point	82
Illustration 80 : Définition du niveau de l'alea de référence par zone homogène	82
Illustration 81 : Tableau des niveaux d'aléa selon les configurations courantes	84
Illustration 82 : cartographie des zones d'aléa chute de blocs\éboulement sur la commune de Saint Vidal (43)	85
Illustration 83 : cartographie des zones d'aléa coulée de boue sur la commune de Saint Vidal (43).....	89
Illustration 84 : cartographie des zones d'aléa érosion de berges sur la commune de Saint Vidal (43)	91

Liste des annexes

Annexe 1 Cartographies antérieures.....	99
Annexe 2 Carte multialéa mouvement de terrain de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000.....	103
Annexe 3 Recommandations applicables pour chaque type de risque par niveau d'aléa.....	105
Annexe 3-1	118
Annexe 3-2	126

1. Introduction

La Direction Départementale des Territoires de la Haute Loire a confié à la direction régionale Auvergne du BRGM la réalisation de la cartographie aléa mouvement de terrain sur la commune de Saint-Vidal.

Cette commune a connu en effet dans un passé récent d'importants glissements de terrain (affectant en 1977 la voie ferrée et la RD112, avec des phases de réactivation en 1984, 1992 et 2011) et plus récemment en fin 2012 des chutes de pierres, qui avait entraîné la coupure durable du principal axe routier de la commune (RD122) pendant plusieurs mois.

La cartographie réalisée à grande échelle de type ZERMOS en 1989 (Maillard et Crouzier, 1989) sur une grande partie du bassin volcanique du Velay avait identifié sur la commune de Saint-Vidal d'importantes zones d'aléa glissement et chutes de pierre de niveau estimé comme majoritairement élevé (moyen et fort).

Par arrêté préfectoral en date du 12 mars 2013, un Plan de Prévention du Risque (PPR) « Mouvement de terrain » a été prescrit sur la totalité du territoire de la commune de Saint-Vidal (43). L'élaboration d'un PPR nécessite la réalisation d'une cartographie de l'aléa, objet du présent rapport.

Sur la base des données et connaissances disponibles (bases de données spécifiques, cartes géologiques, facteurs de prédisposition, ...), cinq types de mouvements de terrain concernent cette commune : **les chutes de blocs, les glissements, les effondrements de cavités, les coulées de boue et les érosions de berge.**

La présente étude portera donc sur ces cinq types de mouvements de terrain.

Le phénomène de retrait-gonflement des sols argileux, qui a fait l'objet d'une étude spécifique à l'échelle départementale, conduite par le BRGM, ne sera pas pris en considération.

2. Présentation de la commune de Saint-Vidal

2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE

La commune de Saint Vidal est située en Haute Loire (illustration 1) dans le bassin volcanique du Puy en Velay dans la vallée de la rivière Borne, un peu en amont du Puy en Velay (à 9 km coté Nord-ouest).

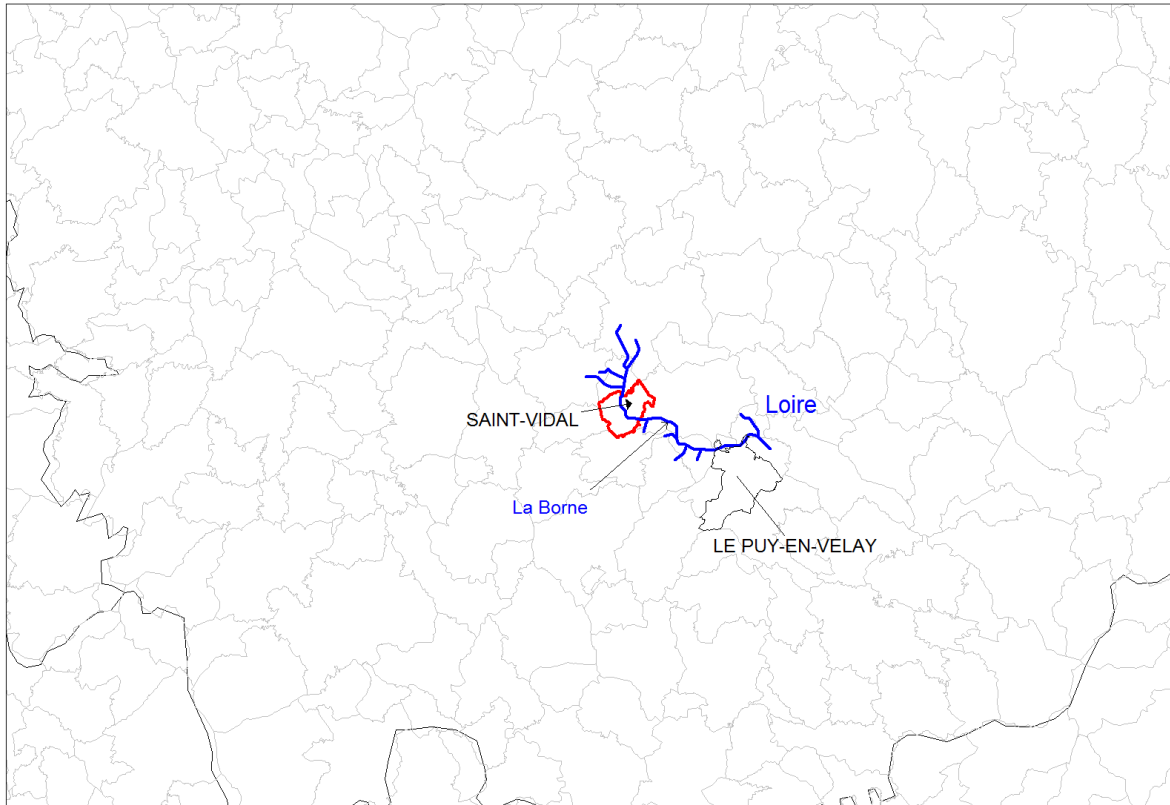


Illustration 1 – Situation de la commune de Saint Vidal

La morphologie de la commune (illustration 2) est structurée par la présence, en parties hautes, d'un plateau et autres édifices volcaniques d'une part et de la vallée de la Borne d'autre part, dont la rivière a largement entaillé le plateau volcanique et les couches meubles éocènes sous-jacentes.

La commune a ainsi une superficie totale de 7,94 km² et les altitudes y varient entre 681 m NGF et 923 m NGF.

L'essentiel des zones de plateaux en parties hautes reste destiné à des activités agricoles. Les versants sont avant tout des espaces naturels, boisés sinon localement pierreux (zones de clapiers au nord-ouest mais aussi plus ponctuellement au centre est). Une partie très significative des versants est restée à l'état de champs enherbés. Les parties basses de la vallée, enherbées ou boisées, sont laissées à la libre disposition de la rivière lors des phases de crue.

Proche du centroïde du territoire communal, le centre bourg est situé dans le tiers inférieur du versant en rive gauche de la Borne (est), avec son imposant château de pierre. Le centre bourg n'est séparé du principal hameau tout proche que par un doublon de parois verticales (falaise rocheuse naturelle, et front d'une ancienne carrière) autour desquelles la route serpente en lacets. Ce hameau de Locussol est situé en bordure du plateau. D'autres hameaux plus réduits parsèment le plateau (Chazelles, Grazac). Du fait de la proximité du chef-lieu départemental, la commune connaît une urbanisation récente marquée sur le bourg et sa bordure sud.

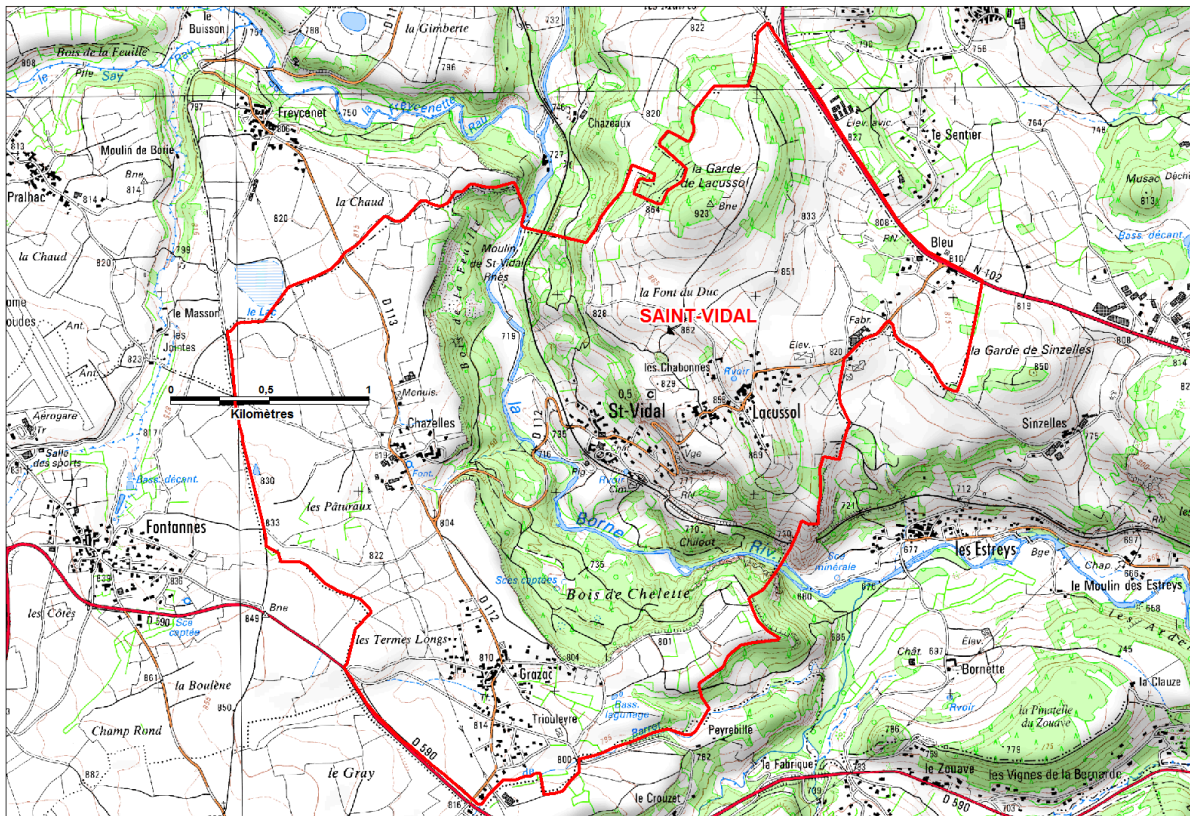


Illustration 2 – Géographie de la commune de Saint Vidal

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Diverses formations géologiques caractérisent le sous-sol communal (illustration n°3) :

- Formations volcaniques et épicycliques ;
- Formations argileuses sédimentaires ;
- Formations superficielles : complexes de versants et colluvions diverses, éboulis basaltiques, alluvions de la Borne.

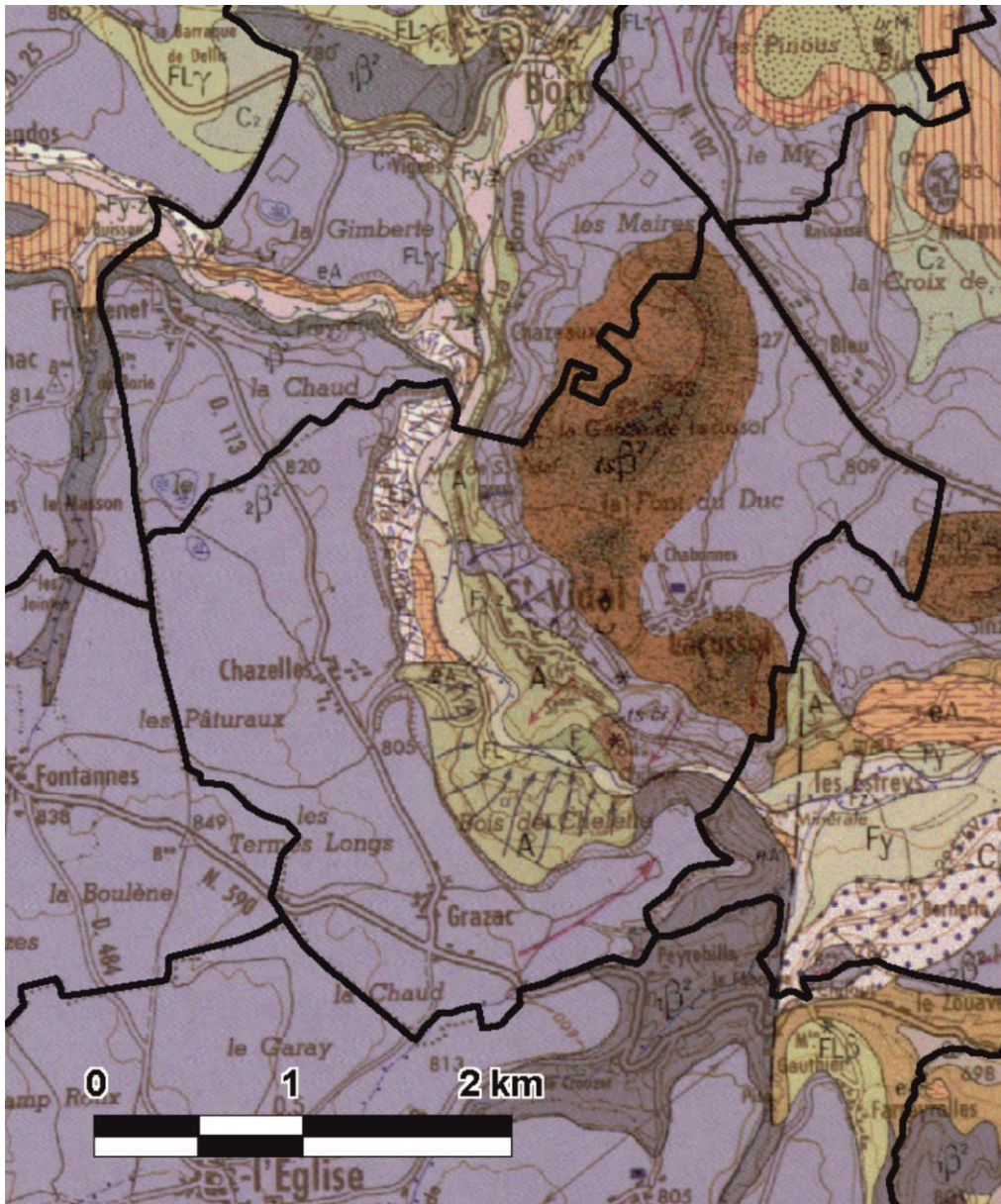


Illustration 3 : Carte géologique à 1/50 000 de la commune de Saint Vidal
(extrait feuille Le Puy - 791, BRGM)

2.2.1. Formations volcaniques

Ces formations sont prédominantes sur la commune.

Les formations volcaniques consistent avant tout en des coulées basaltiques alcalins $1\beta^2$ et $2\beta^2$ (teinte violette sur l'illustration 3). Entre ces deux séries d'épanchements continus, des dépôts sédimentaires villafranchiens (cartographiquement indissociés) sont possibles.

Des orgues prismatiques caractéristiques de telles coulées basaltiques s'observent sur la commune de part et d'autre de la vallée (illustration 4).



Illustration 4 : orgues basaltiques à l’affleurement sur la commune (du côté de Chazelles et au sud-est du bourg)

Des cônes stromboliens pyroclastiques sont présents ts β^2 , avec en premier lieu, le cône de la Garde de Locussol au nord-est (teinte marron sur l’illustration 5), un second cône au sud du hameau de Locussol, et enfin de manière marginale les flancs du cône de la Garde de Sinzelles (à l’extrémité est du territoire communal). Ces cônes sont constitués de scories et lapilli basaltiques et renferment des nombreuses enclaves crustales (parfois catazonales) ainsi que des péridotites, des pyroxénolites et des amphibolites. Sur ces cônes, les pentes sont peu marquées et les affleurements rocheux rares et très limités en taille (illustration 5).



Illustration 5 : panorama sur le cône de la Garde de Locussol et rare affleurement rocheux au niveau de ce cône

Des tufs et cinérites (ts-ci, également en teinte marron sur l’illustration 3) se sont déposés au sud-est du bourg de Saint Vidal (à l’ouest de la butte basaltique du Chilout). Elles ont été entaillées en pied par un ancien méandre de la Borne avec mise en place d’une falaise, avec des hauteurs de dénivelé de l’ordre de 5 à 10 m (illustration 6).

Les épanchements volcaniques sont venus recouvrir les formations sédimentaires du Tertiaire. L’action érosive, notamment de la rivière Borne, a ensuite largement entaillé les formations volcaniques et remis localement à l’affleurement les formations tertiaires sous-jacentes. Dans les zones plus épargnées, les formations tabulaires basaltiques ou pyroclastiques (cône, dyke) se retrouvent aujourd’hui en position de plateau. En bordure de plateau, on observe de part et d’autre de la vallée de la Borne (illustration 7) une ceinture plus ou moins continue de falaises rocheuses d’origine basaltique, de hauteur moyenne proche des 5 à 10 m mais allant localement jusqu’à 15-20 m.



Illustration 6 : *falaise de cinérites au niveau d'un ancien méandre de la Borne (en partie avec et en partie sans cône d'éboulis en pied)*



Illustration 7 : *falaise basaltique de bordure de plateau, au coin Nord est de la vallée*

Dans les versants, on retrouve en partie haute de longs linéaments d’affleurement rocheux d’origine basaltique plus ou moins continus et parallèles suivant l’axe de la vallée. Elles correspondent :

- soit à d’anciens pans de bordure de plateau effondrés successivement en série au cours du temps au fur et à mesure que la rivière de la Borne s’approfondit et que la vallée s’élargit (illustration 8 et 9) ;
- soit à des coulées plus anciennes qui après érosion des formations pyroclastiques ou coulées supérieures, ont été dégagées et se sont retrouvées en position d’affleurement (telles que les falaises au-dessus du bourg de Saint Vidal illustration 10 et 11).

Ces linéaments rocheux sont généralement avec des hauteurs de frontons plus courts (quelques mètres seulement illustration 8) ; mais peuvent aussi parfois présenter des hauteurs plus importantes, comme par exemple au nord du bourg de Saint-Vidal où des panneaux entiers ont été entraînés et basculés, puis figés dans la pente (illustrations 9).



Illustration 8 : résidus d’anciennes corniches de bordure de plateau effondrées, formant des linéaments rocheux parallèle à l’axe de la vallée (nord du bourg)



Illustration 9 : pan basculé, scindé en deux puis figés dans la pente (nord du bourg)



Illustration 10 : falaises de Saint Vidal



Illustration 11 : allure du versant en gradins liés aux linéaments rocheux (nord du bourg)

Les scories ont été exploitées à l'amont du centre bourg et à l'aval de Locussol à ciel ouvert jusqu'à il y a quelques décennies laissant un important front de taille vertical faisant office de talus amont à la RD112 (illustration 12).



Illustration 12 : front de taille de la carrière à ciel ouvert dans les formations pyroclastiques en amont de la RD112

2.2.2. Formations sédimentaires

Les principales formations sédimentaires en place (teinte jaune sur l'illustration 3) sont constituées sur Saint Vidal par les formations argileuses (illites : eA) oligocènes bariolées rouge et vert, renfermant parfois un peu d'éléments détritiques fins. La formation affleure en rive droite (ouest), en amont de la ravine du Chazelles). Un bel affleurement est visible en talus de berge droite de la Borne, en amont proche du pont (illustration 13). A cette exception près, les pentes des horizons affleurants (prairies ou bois) sont parmi les plus douces rencontrées sur les profils de versant.

On trouve des dépôts détritiques argilo-sableux quaternaires (villafranchiens) entre deux phases d'épanchements volcaniques. Dans les zones d'observation, cette formation est systématiquement mélangée aux panneaux et matériaux volcaniques remaniés et glissés au sein de complexes de versant (cf 2.2.3)



Illustration 13 : affleurement des illites oligocènes en berge droite de la Borne

2.2.3. Formations superficielles

Complexes de versant

Ils sont liés au démantèlement combiné des formations volcaniques et sédimentaires (oligocène et villafranchiens), presque exclusivement survenus en période d'érosion intense (phases glaciaires froides) qui a déstabilisé l'ensemble du versant par une série de grands glissements plans et rotationnels régressifs et/ou emboîtés. Ces mouvements concernent aussi bien des glissements affectant soit des pans de corniche de plateau en tête de vallée, soit des talus de pied de versant, sapés par la rivière Borne (qui selon les époques a dû être étagée à des niveaux altimétriques assez variables), que et des éboulements de flancs de corniche de plateau. Ces formations ont connu, durant et en sortie des épisodes glaciaires, des phases de

fluage et/ou de solifluxion intenses. On retrouve souvent au sein de ces complexes une série d'escarpements étagés, plus ou moins parallèles et diversement basculés dans la pente et même en contre-pente, avec des zones de cuvettes (plus ou moins comblées ensuite par les éboulis, zones localement avec des eaux stagnantes) et d'autres en ressaut (illustration 14).

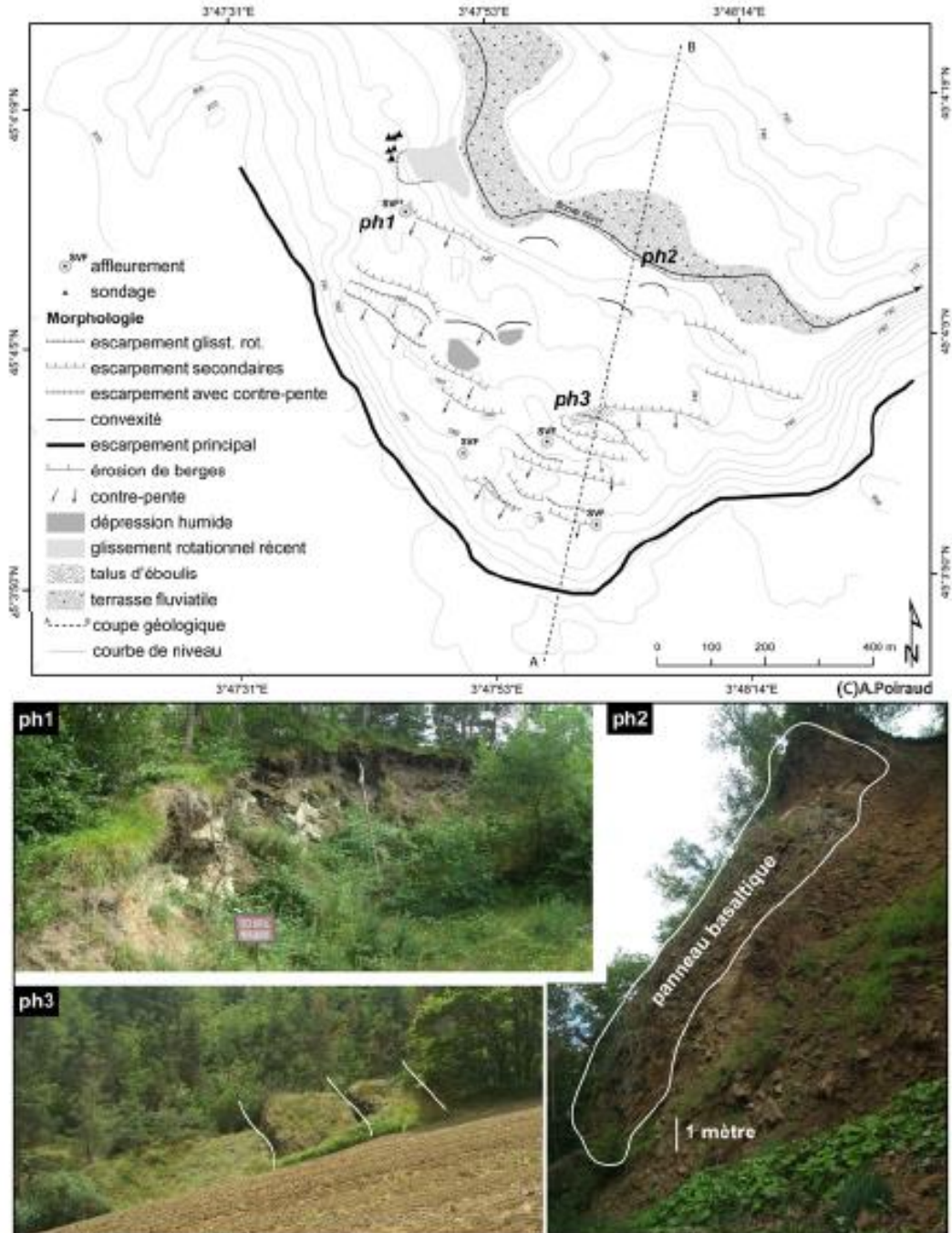


Figure 56 – Morphologie du glissement de St Vidal ; ph1) formations volcaniques glissées et contre-pente ; ph2) panneau basaltique glissé et révélé par l'érosion de la berge ; ph3) panneau basaltique fracturé

Illustration 14 : aperçu de la morphologie complexe du grand glissement ancien de versant de Saint Vidal (extrait de la thèse de A. Poiraud 2012)

C'est au niveau du coude de la Borne, qui passe d'une direction nord ->sud à ouest-> est que l'on observe le plus beau de ces complexes de versant, sous forme d'un amphithéâtre centré au niveau du bois de Chelette, zone qu'on appellera aussi méga-glissement fossile¹ de Saint Vidal (ou du bois de Chelette). On retrouve aussi de tels complexes de versant hérités sur la rive gauche, mais épanchés sur des pentes de versant plus régulières et (sauf localement) sur des zones de berge d'accumulation, dans un état d'équilibre plus stabilisé dans son ensemble que pour la rive droite ouest.

On reviendra largement par la suite sur ces formations plus propices que les autres, aux mouvements de terrain.

Colluvions de versant et zones de clapiers

Les zones de clapiers (Eβ) correspondent aux zones d'épandage des éboulis basaltiques strictement de nature pierreuse (coulée de blocailles sans matrice intersticielle). Ces blocailles résultent de la désagrégation des coulées basaltiques par l'action intense du gel en période glaciaire. On retrouve ces zones de clapiers (illustration 15), surtout en rive droite au nord de la commune, et plus localement en rive gauche (entre le bourg de Saint Vidal au sud et la zone du glissement "SNCF"² au nord).

La reforestation des flancs de versant, encore relativement "dénudés" (illustration 16) sous forme de prairies en 1948, progresse y compris en bordure de ces secteurs de clapiers mais de manière bien plus lente que partout ailleurs, notamment au niveau des colluvions de versant (cette fois-ci avec matrice intersticielle) qui sont systématiquement sous couvert forestier. On les retrouve notamment au niveau de l'actuelle corniche de plateau (illustration 16) tant au nord-est de la vallée, qu'au centre ouest (coté nord de Chazelles) qu'au niveau de Grazac (sud-ouest de la vallée).



Illustration 15 : zones de clapiers présentes sur les deux rives, droite comme gauche

¹ Le terme fossile employé ici ne signifie pas qu'il ne demeure plus d'instabilité sur la zone (et on le verra, c'est loin d'être stabilisé partout) mais que les mouvements ne se font plus à l'échelle du versant entier.

² La localisation et le descriptif de ce glissement d'importance datant de 1977 sont fournis par la suite.



Illustration 16 : extrait la photo aérienne de 1948 (Nord à droite)

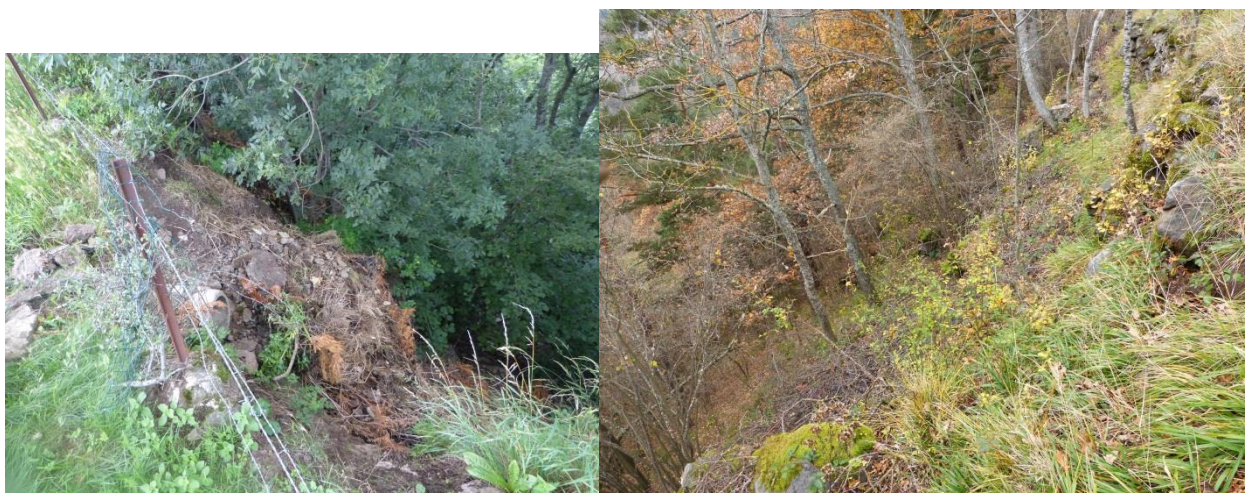


Illustration 17 : Colluvions de versant

Formations alluviales ³

Les formations alluviales anciennes F et récentes F_z sont constituées principalement par de gros galets de nature variée (basaltes, granites, de phonolites, brèches et chailles). On y rencontre des formations sableuses et limoneuses. Plusieurs niveaux alluviaux y sont confondus sans qu'on en connaisse l'organisation précise (terrasses emboîtées sans doute).

La largeur du lit alluvial de la Borne est en moyenne de 80 à 100 m environ, avec des élargissements entre 120 et 200 m dans les zones d'anciens méandres (2 zones de replats en rive droite puis le plus important en rive gauche), une nette zone de resserrement à 50 m de large, au sud-ouest du bourg, lorsque la rivière prend une direction WSW et enfin au sud de la

3

commune, où la rivière est fortement encaissée en canyon, sans élargissement possible du lit mineur et où la largeur du lit atteint au maximum 10 m.

2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

D'un point de vue hydrogéologique, l'eau est présente au sein des plans de fracturation des basaltes (porosité de fissures), pour une capacité de réservoir limitée, en dehors des zones particulièrement fissurées. Au sein des cinérites et tufs volcaniques, les formations oligocènes argileuses restent très peu à pas perméables.

Dans les formations superficielles, les capacités de stockage restent généralement importantes avec des contrastes de perméabilité très élevés (du moins imperméable dans les colluvions les plus argileuses au plus perméable dans les zones de clapiers) et des circulations d'eau plus ou moins rapides le long de chemins préférentiels très marqués. Les horizons de tête les plus superficiels à perméabilité marquée restent généralement non saturés sur des longues périodes (saturation provisoire en période pluvieuse, plus durable en cas de période prolongée de précipitations), du fait du drainage topographique des versants par la rivière et la nappe d'accompagnement alluviale faisant transition avec les nappes contenues dans les versants (dans le contexte local de Saint Vidal, rien n'indique un fonctionnement déphasé, une déconnection entre la rivière et sa nappe).

L'adduction en eau potable de la commune se fait par captage des deux sources proches situées au milieu du grand glissement de versant fossile du bois des Chelettes ; ces sources sont alimentées par les circulations préférentielles au sein des complexes de versant.

2.4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

La rivière Borne, affluent de la Loire long de 48 km, est une rivière modérément abondante. La Borne présente des fluctuations saisonnières de débit assez modérées, avec des hautes eaux d'hiver portant le débit mensuel moyen à un niveau situé entre 4,43 et 5,45 m³/s, de décembre à mai inclus (avec un maximum en février et surtout en mars), et des basses eaux d'été, de juillet à septembre inclus, comportant une baisse du débit moyen mensuel jusqu'à 1,25 m³/s au mois d'août. Mais les fluctuations sont bien plus prononcées sur de plus courtes périodes. Les crues peuvent être importantes compte tenu de la petitesse de la rivière à son point le plus étroit et de l'exiguïté de son bassin.

Au niveau de la commune, la rivière Borne (qui a déjà parcouru 36 km), a une longueur de parcours de 3,11 km pour un dénivelé de 24 m, soit une pente de 0,8 %. Elle ne compte sur la commune aucun affluent pérenne (on note un cours d'eau temporaire en rive droite en provenance de Chazelles).

Au niveau du gué amont, il y avait autrefois une double prise d'eau à des fins d'irrigation (on ne voit plus traces des biefs, du moins sans recherche spécifique faite).

Il devait également y avoir un autre bief un peu en amont sur l'autre rive pour alimenter le moulin aujourd'hui en ruines.

Mais ce qui caractérise le plus la rivière Borne au niveau de Saint Vidal, c'est le passage inéluctable bien que saccadé d'un profil de rivière ouverte de plaine en amont à celui d'une rivière très encaissée en canyon à l'aval.

Du fait de son écoulement sinueux, on note plusieurs zones d'érosion présentées individuellement dans le paragraphe 3.4, et synthétisées lors de l'évaluation de l'aléa érosion de berges.

3. Acquisition des données préalablement à la phase d'évaluation des aléas

La zone d'instabilité rocheuse sur une des deux falaises à l'amont, à l'origine de l'éboulement d'un volume total de 1 à 2 m³ en décembre 2012, est à l'origine de la prescription du plan de Prévention des Risques Naturels (P.P.R.N) mouvement de terrains sur la commune de Saint Vidal. Des travaux de sécurisation par purge à la pelle mécanique ont été réalisés en mars et avril 2013.

3.1. DEROULEMENT DE LA MISSION

Une réunion de démarrage de l'étude a été organisée à la Direction Départementale des Territoires de Haute-Loire au Puy-en-Velay le 17 Février 2014 : elle a permis de faire un état de lieux des études disponibles sur la commune, tant d'un point de vue études d'aléas antérieures (carte ZERMOS à l'échelle du bassin du Puy en Velay, de susceptibilité régionale ou cartes communales sommaires), qu'en termes d'études complémentaires (travaux sur les falaises, études géotechniques ponctuelles, thèse.....). A cette réunion était présent un des adjoints de la mairie de Saint Vidal.

Puis les investigations sur le terrain ont débuté en mai 2014, les reconnaissances s'effectuant le premier jour avec un des élus municipaux après une réunion en mairie. Les reconnaissances se sont poursuivies ensuite en juin et juillet 2014.

En parallèle, les archives départementales ont été consultées et un contact avec la SNCF a pu être établi, une des principales zones d'instabilités ayant affecté et pouvant réaffecter la voie ferrée.

Les données ont été dépouillées puis les aléas évaluées en fin d'année 2014.

3.2. DONNEES INITIALES ET COLLECTE DE DONNEES COMPLEMENTAIRES

Parmi les informations disponibles, il est à noter :

- une carte de zonage des risques de mouvement de terrain réalisée sur la commune de Saint-Vidal (ainsi que sur la commune d'Arsac-en-Velay) en 1987 dans le cadre d'une approche méthodologique par l'université de Saint Etienne (Destretet *et al.*, 1988) ;
- la carte de type Zermos réalisée à l'échelle de l'agglomération du Puy en Velay en 1989 à l'échelle de 1/100 000, effectuée par le BRGM (Maillard et Crouzier, 1989, rapport 89-SGN-688-AUV) en concertation avec le CETE de Clermont Ferrand⁴. Cette carte

⁴ Intitulé "Cartographie et zonage de risques de mouvement de terrain -25 communes du bassin du Puy-en-Velay – Echelle 1/25 000 (1990) élaborée conjointement par le BRGM et le CETE de Clermont-Ferrand (Maillard, Malatrait, Crouzier (Rapport BRGM R 30504 AUV4S90) et Restituito(Dossier CETE 43 89 1662-1)).

identifie les mouvements rocheux et les glissements actifs ou potentiels ; le zonage ainsi défini est prédominé par des zones de niveau moyen ;

- les cartes de susceptibilité aux mouvements de terrain réalisées à l'échelle régionale par le BRGM en 2010 (Durand et Renault, 2010, rapport RP-59805-FR). Aux événements glissements et éboulements rocheux, s'ajoutent aussi les événements de type coulée ;
- deux études géotechniques individuelles pour la construction de pavillons (une intégrée dans la BSS, une fournie par la DDT) ;
- les bases nationales mouvement de terrain (BDMVT) et cavités souterraines abandonnées hors mines (BDcavité) gérées par le BRGM pour le compte du ministère MEDDE (DGPR) : www.georisques.gouv.fr .

Il a été aussi évoqué le cas d'une maison concernée par un arrêté de péril en bordure de bourg ; celle-ci a fait l'objet d'une visite dans le cadre de cette étude, permettant de préciser a priori sans grande incertitude la cause non gravitaire des dommages (cf. ci-après illustration 22).

Plus récemment encore, il est à noter la thèse universitaire réalisée sur les mouvements de terrain du bassin volcanique du Puy-en-Velay soutenue le 18 septembre 2012 par Alexandre Poiraud (Poiraud, 2012) qui présente notamment le grand (méga)glissement en très grande partie fossilisé du Bois de Chelette.

La consultation des données des Archives Départementales n'a permis d'identifier qu'un désordre ancien complémentaire, survenue en 1933 lors de la construction d'un axe routier entre le bourg et le hameau de Chazelles. Un second événement en 1974 est mentionné : bloc arrivé à hauteur de la voie ferrée sans plus de précision (pas de localisation ni de description technique).

Enfin, suite à des échanges d'information avec la SNCF, il a été possible de disposer de quelques données complémentaires sur l'important glissement de 1977 (historique de l'évolution du mouvement de versant) et de ses abords (sondages récents faits en 1997 dans le talus amont).

Il a été par ailleurs utilisé le modèle numérique de terrain de la communauté du Puy en Velay établi par topoGeodis en 2010 (après prise de vue aérienne et levé LIDAR) pour le compte du GIP CRAIG (Centre Régional Auvergne Informations géographiques) sur les fonds FEDER. Celui-ci laisse la libre disposition de ce MNT à tout public.

3.3. CAVITES ET MOUVEMENTS DE TERRAIN RECENSES

3.3.1. Cavités souterraines

Au démarrage de l'étude, 3 cavités sont recensées dans la base nationale BDCavite sur la commune de Saint Vidal :

- Le souterrain refuge de Locussol (donnée DRAC⁵) ;
- les grottes de Clauzels situées en bordure de plateau de la Borne sous Locussol (ancien patronyme des Clauzels terme disparu de la toponymie actuelle dans les documents géographiques courants au profit du lieu-dit La Vierge (donnée DRAC⁶) ayant servi d'habitats troglodytiques ;
- La grotte de la Vierge, qui correspond en fait à une de ces anfractuosités des grottes des Clauzels au-dessus de la falaise basaltique (inventaire départementale des cavités souterraines, comportant une phase d'enquête par courrier auprès des mairies⁷).

Tels que renseignés (notamment en terme d'identification pour les deux premières et de localisation imprécise) dans cette base, il nous aurait été impossible, sans le concours d'un érudit altiligérien Jean-Paul Béal⁸, de caractériser ces ouvrages souterrains et d'en apprécier les aléas associés.

La description de ces cavités (comme des autres ouvrages situés ci-dessous) sera faite au chapitre 3.4

A cette première liste de cavité en lien avec le plateau basaltique de Locussol, peuvent s'ajouter désormais les 5 ouvrages suivants :

- une amorce de galerie toujours visible sur le front de taille d'exploitation des scories, simple anfruosité remblayée à son débouché et sans extension importante a priori (illustration 18) ;
- le souterrain dit de Genouillac (ou Genouillou), ouvrage de captage d'eau débouchant non loin de la RN102 (source Jean-Paul Béal) ;
- une longue galerie de recherches (de petit gabarit) sur le plateau basaltique, au nord du hameau de Locussol (qu'on appellera souterrain (recherches) Locussol-nord), Il s'agit probablement comme le précédent d'un ouvrage destiné initialement à capter de l'eau mais resté infructueux ;
- le souterrain du Lac : le trop plein des eaux de l'étang situé au sud de hameau du Bleu est évacué par un bief, qui démarre à ciel ouvert et se poursuit en souterrain (source Jean-Paul Béal) ;
- un aqueduc souterrain dit des Pobies, ouvrage de drainage pénétrable de 50 m, creusé dans le basalte, situé dans la vallée de la Borne au sud du bourg (signalé par M le maire et reconnu ensuite par Jean-Paul Béal) ;

Certains sous-cavements de ressaut basaltique de corniche de plateau sont localement assimilés à des grottes ("zone d'abri sous roche"), telles la "grotte" dite de Chazelles sous le

⁵ Source :Base Patriarche

⁶ Source : Base Patriarche

⁷ Rapport BRGM RP-53787-FR (2005).

⁸ Actuellement en cours de rédaction d'un ouvrage sur le monde souterrain en Haute-Loire.

hameau du même nom, espace ouvert de 11 m de large, sur 5 m de profondeur et 2,1 m de hauteur sous-excavée (source Jean Paul Beal).

On notera enfin un autre ensemble de grottes troglodytiques (souterrain refuge) proche de Locussol mais cette fois coté est, grottes dit des Estreys, ouvertes dans un front de falaise basaltique en pied de plateau sur la commune de Polignac (source Jean Paul Beal). Les deux grottes du haut s'ouvrent en limite de commune, avec débordement de l'espace souterrain sur la commune de Saint Vidal. Une troisième grotte plus en contrebas sur les Estreys, mérite d'être aussi citée, car aménagée en pigeonnier (usage peu courant en Haute Loire).



Illustration 18 : anfractuosité remblayée visible tracée dans les scories

3.3.2. Mouvements de terrain

Quatre événements récents sont recensés dans la base BDMVT, mais :

- 2 fiches saisies correspondent au même événement, soit le glissement 1997 survenu sur la voie ferrée (1 saisie BRGM et 1 saisie LRPC Clermont Ferrand) ;
- les 2 autres fiches saisies (1 saisie BRGM et 1 LRPC Clermont Ferrand) sur la RD112 correspondent au même mouvement de terrain mais à des dates différentes 1977 puis 1983 (phase de réactivation du mouvement antérieur). Ce glissement correspond à une des parties actuellement les plus actives et évolutives du méga-glissement en très grande partie fossilisé du bois de Chelette.

Cet inventaire est déjà à compléter de l'éboulement récent de fin 2012, non encore intégré à la base de données nationale BDMVT.

L'ensemble de ces mouvements de terrain sont décrits dans le chapitre suivant (paragraphe 3.4).

L'examen des archives départementales au Puy-en-Velay a permis d'inventorier 2 autres phénomènes datés de 1933 (glissement du talus aval sur le tracé initial de la RD112, tracé abandonné suite à ce désordre pour le parcours actuel ; illustration 19) et de 1974 (éboulement d'un bloc non localisé).

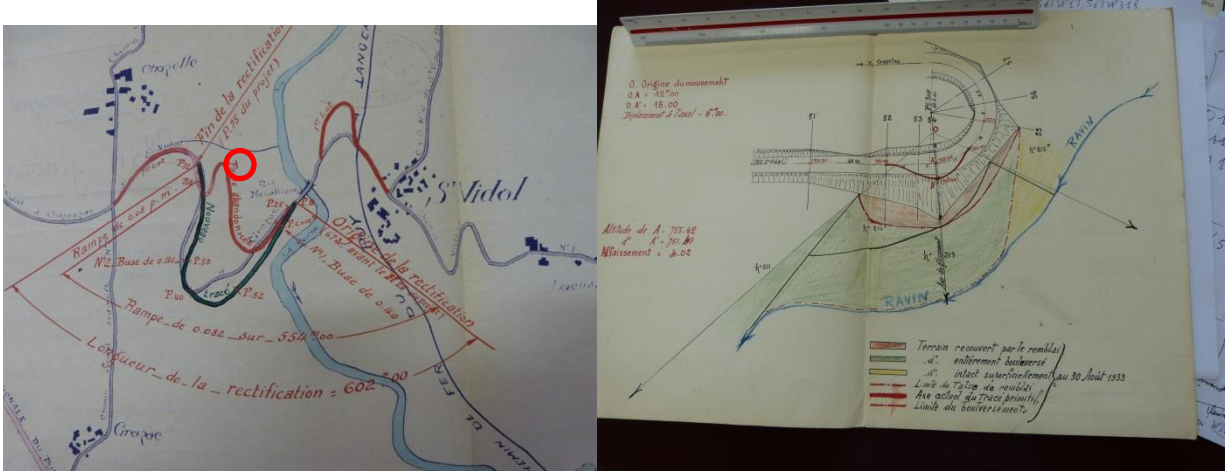


Illustration 19 : mouvement de terrain de 1933, avec décrochement vertical du talus de 4 m de la route en construction avant son abandon.

La mairie de Saint Vidal a également indiqué et montré sur le terrain en mai 2014, 3 autres événements très récents :

- 1 mouvement de terrain de type gonflement argileux sur le four historique communal face à la mairie durant l'été 2003 : le bâtiment a été depuis ceinturé et restauré en 2011 ;
- 2 mouvements de terrain de type glissement survenus, l'un en 2011 (réactivation du glissement de la CD112), l'autre survenu non loin en 2012 en bordure immédiate d'un des chemins du Bois de Chelette sur une autre des parties les plus évolutives du (méga)glissement de versant .

Enfin, les investigations sur le terrain ont permis de déceler d'autres mouvements de terrain plus ou moins avérés (cicatrices nettes d'allure plutôt fraîche) ou fugaces (moutonnement⁹ par exemple), dont les plus significatifs des mouvements gravitaires bien individualisés (non déjà inventoriés dans la base BDMVT) feront l'objet d'une saisie dans BDMVT.

⁹ Ondulations altimétriques locales de la surface du sol (en creux et bosses), par rapport aux variations globales de pente du versant.

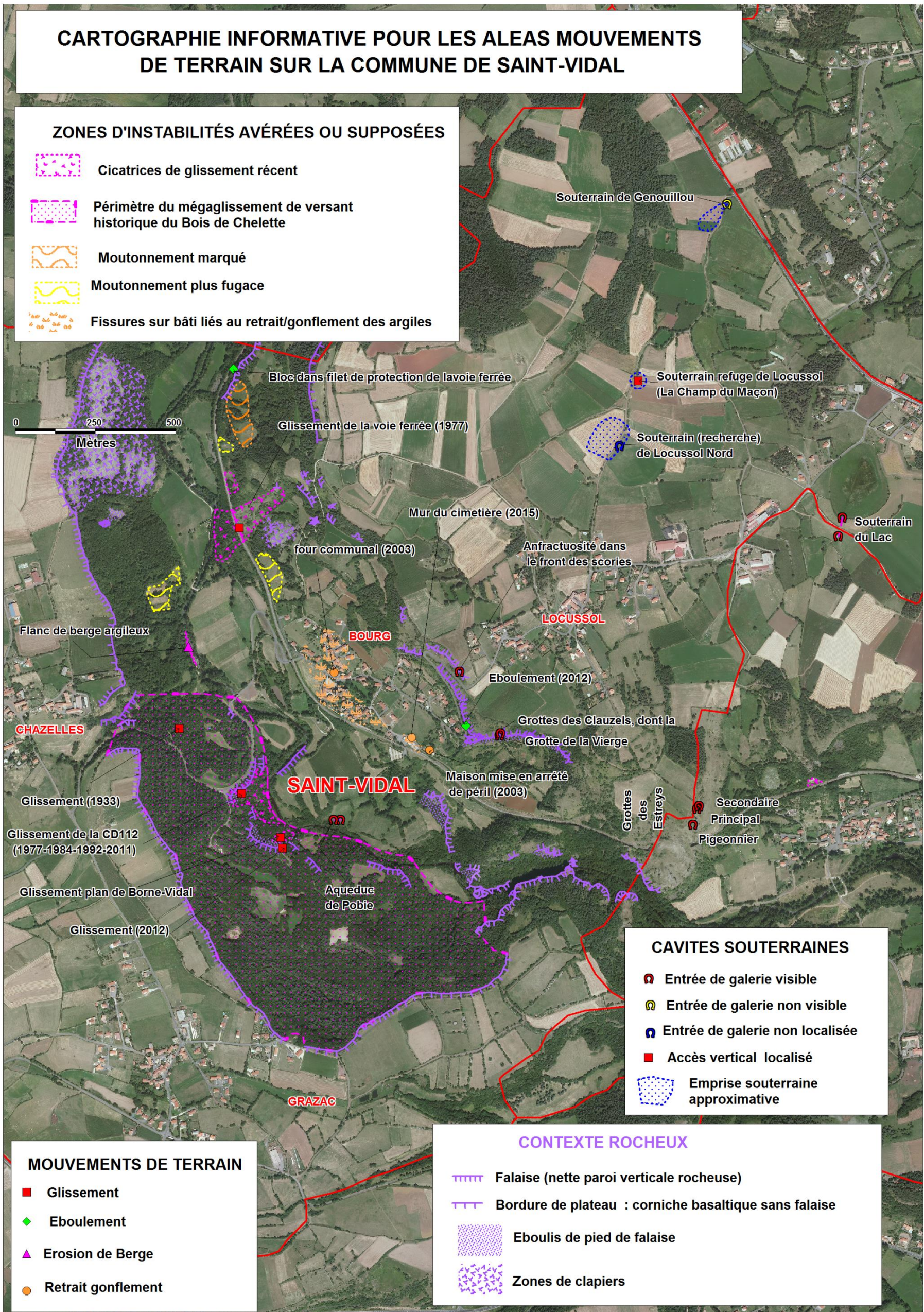


Illustration 20 : cartographie informative liée aux mouvements de terrain et cavités souterraines sur la commune de Saint-Vidal

- 1 éboulement (1 bloc retenu dans les filets de protection) au niveau de la voie ferrée au nord de la commune ;
- 1 autre mouvement de terrain ponctuel de type retrait gonflement au niveau de la maison mise en arrêté de péril en décembre 2003 ;
- 1 zone d'érosion de berge ;
- 1 glissement de versant ancien au sein du méga-glissement, aux cicatrices latérales imposantes, qui s'étend depuis la rivière Borne jusqu'à presque rejoindre, notamment en tête, le récent glissement de terrain de 2012 (glissement que l'on appellera ensuite glissement plan de la Borne-Vidal).

Tous ces mouvements de terrain restent situés sur les versants de la vallée de la Borne.

Au final, la situation de ces 12 mouvements de terrains inventoriés et des zones d'instabilités plus ou moins connues ou diffuses est reportée sur l'illustration 20 ci-dessus.

3.4. RECONNAISSANCES SUR LE TERRAIN

La très grande majorité du territoire de la commune a été reconnu sur le terrain. Un compte rendu par secteur est présenté ici ; il tient compte des données connues et recueillies par ailleurs.

Centre Bourg (rive gauche)

Au niveau du centre bourg, aucun mouvement gravitaire n'est connu ni supposé (pas d'indices d'instabilités observées).

Par contre, de nombreux murets et façades de maisons en pierre présentent (illustration 21) une ou plusieurs fissures, verticales ou rayonnantes depuis les ouvertures des bâtiments (fenêtres et portes). Les fissures sont souvent de longueur plurimétrique et d'ouverture plurimillimétrique, sans endommagement structurel a priori significatif. Leur répartition semble indépendante de la pente (orientation, intensité) et leur typologie évoque les effets typiques d'un phénomène de retrait/gonflement d'intensité faible à modérée.

Sur certaines des tours du château, on observe aussi de longues fissures verticales, mais qui semblent refléter des signes de fatigue mécanique (liés au poids massif de l'ouvrage) et non un effet du retrait/gonflement.

Deux sondages destructifs ont été réalisés par la SCNF en 1997 en bordure de voie ferrée, l'un à hauteur du château de Saint-Vidal et l'autre 190 m plus à l'est. Le premier reconnaît des argiles sableuses et des sables argileux jusqu'à 8, 5 m tandis que le second (équipé ensuite en inclinomètre) montre sur 10 m des argiles bariolées légèrement sableuses puis des niveaux marneux.



Illustration 21 : dommages constatés sur les murs et façades du centre bourg imputés a priori au phénomène de retrait/gonflement

La maison mise en arrêté de péril à la fin décembre 2003 (sur la parcelle A1082), présente des fissures (illustration 22) sur les façades, murets et parking goudronnés qui évoquent là encore un phénomène de type retrait/gonflement (aucun signe au sol d'instabilité gravitaire, pas de composante de répartition de la fissuration lié à la pente, pas de signe d'évolution ultérieure évoquant une reprise/réactivation d'un mouvement gravitaire, bonne concomitance avec le désordre subi sur le four communal à l'été 2003). La pente moyenne du versant y est certes un peu plus forte que celle généralement présente sur le centre bourg, mais elle présente localement une valeur plus faible à hauteur de la maison.



Illustration 22 : dommages constatés sur les sols goudronnés, murets et façades de la maison de la parcelle A1082 imputés au phénomène de retrait/gonflement

Pour les mêmes raisons de retrait/gonflement argileux, le mur voisin en talus amont du cimetière, qui montrait des signes de faiblesse déjà fissuré, s'est mis à s'incliner de manière marquée durant la période estivale 2015 : des travaux de mise en sécurité ont été engagés en octobre 2015 en urgence pour éviter la bascule inopinée de l'ouvrage.

Sur le centre bourg, une partie du dénivelé de versant est reprise par une succession plus ou moins continue de murs, atténuant ainsi la valeur de la pente sur le reste du profil de versant (10 à 15 °). Seule la partie bâtie du centre bourg au coin sud-est du château présente une pente localement un peu plus soutenue de 25 à 35 °.

Falaises au dessus du centre bourg (rive gauche)

En partie haute, un premier fronton vertical, hérité de l'exploitation des scories, borde en amont le passage de la RD 112 du plateau vers le fond de vallée. Puis après un nouveau virage en épingle à cheveux, une seconde falaise, de nature basaltique borde à l'amont la RD112. Plusieurs maisons à l'ouest du bourg sont situées en aval plus ou moins proches. Dans le prolongement nord, une seconde falaise basaltique menace également quelques maisons en partie haute du bourg. Dans le prolongement sud, la falaise basaltique se poursuit et prend de l'ampleur, mais sans enjeu bâti en aval.

La falaise haute correspond donc à un ancien front de taille d'une exploitation des scories, long d'environ 170 m linéaire, qui a perduré jusque dans les années 1960. Le front débute côté nord au niveau d'un virage à cheveux de la RD112 pour rapidement atteindre une hauteur de 10 à 11 m avant de s'achever rapidement sur son extrémité sud.

La moitié sud présente en pied du front une plateforme de remblais d'environ 1,5 à 2 m. Pour les parties anciennes de cette plateforme, les remblais sont même surmontés par un petit cône d'éboulis, adossé à la paroi verticale.

Cette falaise supérieure présente une certaine friabilité, sensibilité à l'érosion météoritique sous forme de figures de ravinements superficiels et de cendres éparpillées en pied de front (illustration 24). En partie médiane, ces ravinements sont susceptibles de provoquer des départs en tête autres que des cendres, avec la présence de petites bombes volcaniques.



Illustration 23 : Vue du front de taille des scories depuis le sud



Illustration 24 : Aspect de la paroi du front de taille et des éboulis cendreux

La falaise basaltique sous-jacente est quasiment continue bien que fractionnée en 3 parties du nord au sud :

- le prolongement nord, le plus court des trois avec environ 80 m linéaire, mais le plus à l'aplomb du bourg ;
- la partie centrale, où a eu lieu notamment l'éboulement de fin 2012, et qui a fait l'objet ensuite d'une purge à la pelle mécanique ;
- le prolongement sud, le plus développé, tant en longueur qu'en hauteur, mais plus éloigné des enjeux bâtis.



Illustration 25 : Vue du prolongement nord et des deux avancées rocheuses en tête

- **Prolongement Nord**

Le prolongement nord (illustration 25) atteint très vite 6 à 8 m de hauteur de front verticalisé. A son extrémité sud, elle est de plus accompagnée d'un cône d'éboulis jusqu'à 5 à 6 m de dénivelé qui disparaît ensuite quand la falaise atteint 10 m puis 12 m de hauteur.

Constitué de basaltes peu altérés, elle présente une paroi d'allure fortement découpée et à forte rugosité (illustration 26), mais sans activité de départ significative connue : les ponts rocheux ont visiblement un rôle bien plus prédominant que tous les plans de découpe et qui atténuent l'allure plutôt menaçante de la falaise.

En cas de départ inopiné toujours possible à tout instant, la prédécoupe favoriserait le départ d'éléments individuels rocheux plats de forme hexagonale, plus localement de colonnes ou de plaques.

On note en tête de falaise deux avancées dont le pré-découpage en masse semble davantage avancé (illustration 27) et qui pourrait permettre des départs de plusieurs m³. L'examen de celles-ci en arrière de falaise confirme des ouvertures marquées et profondes, sans qu'on

observe en arrière de paroi d'autres signes d'instabilité, laissant penser à un départ plus ou moins imminent.



Illustration 26 : différents aspects de la paroi rocheuse du prolongement nord



Illustration 27 : avancées en tête sud puis nord, avec de plans de découpe souvent bien marqués (prolongement nord)

En aval, le bâtiment le plus proche (corps linéaire de ferme) est distant de 11 m à 34 m, avec la partie grange la plus exposée et la partie habitation la plus éloignée. Un second bâtiment d'habitation plus aval (parallèle au premier) reste assez proche, distant entre 45 et 60 m.

- **Partie centrale**

La falaise basaltique dans sa partie centrale a un linéaire de 190 m environ. Elle débute côté nord par des hauteurs de moins de 3 m pour finir à atteindre des hauteurs de près de 18 m côté sud. Elle est interrompue plus ou moins en son milieu par un couloir d'éboulement (large de 10 m), dans un secteur où des venues d'eau régulières ont érodé l'ancienne falaise sans laisser de paroi rocheuse verticale.

Le côté nord de la partie centrale de falaise basaltique présente des hauteurs qui augmentent régulièrement de 3 à 12 m, avec une prédominance à l'affleurement d'orgues réguliers (au moins en partie basse). Il ne montre que des indices d'instabilités rocheuses limités, notamment après la purge faite (notamment sur les orgues) et il n'est guère attendu que la chute de pierres ou de très petits blocs (illustration 28). Ce n'est qu'en s'approchant du couloir d'éboulement que des départs de blocs plus conséquents peuvent être envisagés (illustration 29).



Illustration 28 : Partie centrale - coté nord



Illustration 29 : flanc nord du couloir d'éboulement

Côté sud du couloir d'éboulement sur une longueur de 90 m linéaire, la hauteur de falaise augmente à nouveau, bien qu'interrompue ponctuellement par l'arrivée en tête d'une amorce de ravine. L'aspect de la paroi (au moins en partie supérieure) y reste homogène, à nouveau avec une rugosité élevée (illustration 30). La zone en surplomb la plus importante, atteint 18m de haut, non loin de la zone d'éboulement de 2012.



Illustration 30 : Partie centrale - coté sud (vues opposés)

On constate la présence de plusieurs pierres en pied de ce surplomb (accumulées sur l'accotement aval de la RD112, avec trace d'impact dans le bitume), qui témoigne d'une activité de départ a priori conjoncturelle et en contrecoup de la purge réalisée en 2013 (illustration 31), suite à une série d'épisodes pluviométriques soutenus durant l'automne 2014.

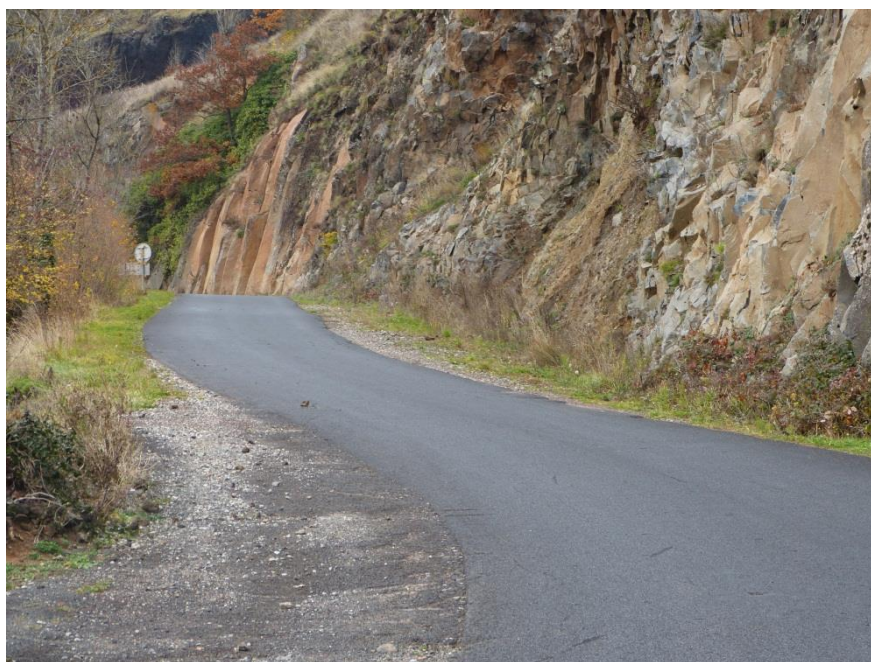


Illustration 31 : Activité de départ rocheux constatée en novembre 2014

Ensuite côté sud, la falaise est fractionnée en deux, l'essentiel du front reste en partie basse et est constitué par des orgues massifs, en contre-pendage favorable. Par contre, en partie supérieure amont, avec un léger retrait, la terminaison d'une falaise (liée au prolongement sud) montre un contrefort rocheux bien découpée en colonnes assez bien individualisés (illustration 32), avec de bonnes possibilités de propagation en cas de départ.



Illustration 32 : Terminaison sud de la partie centrale de falaise et partie supérieure de la falaise dans le prolongement sud

- **Prolongement Sud**

La falaise basaltique atteint des dimensions sur son prolongement sud bien plus importantes qu'ailleurs. Elle est longue de 340 m, presque d'un seul tenant (un couloir en partie sud de 15 m de large individualise une portion finale de 50 m linéaire). Les hauteurs de paroi particulièrement verticales dépassent même par endroit 25 m. En pied de paroi, on observe un cône d'éboulis totalement végétalisé qui atteint jusqu'à près de 10 m de dénivelé en naturel et un peu plus au cœur de la falaise, mais alors aménagé en terrasses. La falaise est constituée d'orgues réguliers, plus ou moins individualisés et dans un état sain ou plus dégradé avec fractionnements et surplomb.



Illustration 33 : allure de la falaise basaltique dans son prolongement sud

Les orgues s'interrompent avant la partie supérieure terminale de la paroi verticale au profil d'un horizon de coulée sans plans de découpe orienté. En amont de cette tête de falaise, on retrouve dans un versant raide plusieurs petites autres parois verticales à la faveur de pointements rocheux. C'est là que sont situées les grottes des Clauzels, dont celle de la Vierge (accessibles par le plateau par un chemin aujourd'hui désaffecté, périlleux sans guide).



Illustration 34 : aperçu de la tête de falaise du prolongement sud et du versant en amont

Rive gauche en amont du bourg

En partie basse du versant (amont immédiat de la voie ferrée), on observe dès le premier champ au-delà des habitations un léger moutonnement. Un peu plus au nord, et un peu plus en amont, on observe l'unique zone de clapier de la rive gauche : cette zone de clapier présente une zone en talweg et une zone en crête, avec même localement de possibles départs rocheux sur un petit dénivelé quasi vertical (de 3 à 5 m de haut).



Illustration 35 : clapier de la rive gauche, avec axe de talweg puis une zone de dénivelé quasi vertical

Au nord immédiat du clapier, s'est produit l'important glissement "SNCF" de juillet-août 1977.

Les premiers signes de ce glissement ont été constatés le 28 juillet 1977 (fissures transversales ouvertes de 2 à 3 mm sur un mur de soutènement amont entre PK 41, 640 et PK 41 +658). Le 2 août 1977, les ouvertures de fissures s'étaient élargies à 5 cm (puis 15 cm le 08/08/77) et la largeur estimée du mouvement venant de l'amont de la voie était de 90 m, avec atteinte de la

voie ferroviaire dès le lendemain (maintien de la circulation mais à vitesse réduite). L'ensemble (mur de soutènement et plateforme) se met sans aucune équivoque dès le 08 août 1977 à glisser ensemble vers l'aval. Le suivi du mouvement de terrain, à l'aide de piquets repère, indique ensuite un déplacement quasi linéaire du 10 août au 25 août, atteignant 20 cm par jour en amont de la voie et 6cm/j de la plateforme et du mur de soutènement (remise en place de la plateforme quotidienne pour assurer le service). Les éboulis rocheux en aval entre la voie et la rivière Borne ont assuré un rôle de butée, semblant assez solide (ralentissement du glissement constaté au 25 août suite au temps sec persistant). Mais un violent épisode orageux avec des pluies très importantes (débordement des cours d'eaux, ruissellement torrentiel sur certains chemins) survient le 26 et dans la nuit du 26 au 27 août. Après le passage de l'autorail du matin à 6H 30, un bourrelet de pied de 20 cm soulève la voie au sud-est tandis qu'au nord-ouest la plateforme s'affaisse. Après remise en état, un mouvement vers l'aval de 30 cm est observé en moins de 4 heures, la circulation est fermée et les rails déposés sur 140 m.



Illustration 36 :surface affectée par le glissement (extrait d'une photoaérienne IGN datant de 1977)

Les terrains glissés de l'amont atteignent le 28 août le mur de soutènement puis recouvrent la voie côté nord du glissement tandis qu'au sud le mur de soutènement se déplace de 4 m en deux jours, puis de 3 m le seul 30 août. Le 31 août 1977, la voie est recouverte de 5 à 7 m d'épaisseur de terre et la butée de pied sous la voie ferrée se met lentement à céder, envahissant le lit de la Borne sur 1,50 m. Le lit mineur de la Borne est envahi au 1/3 de sa largeur le 1 septembre et aux 2/3 le 2 septembre 1977. Du 3 au 5 septembre, le glissement semble se vider de l'intérieur, tel une poche, avec un fluage en profondeur, et en s'étalant sur les côtés (120 m de largeur). Le lit mineur est totalement envahi, repoussant le cours d'eau sur la rive droite, qui s'écoule tant bien que mal dans les prairies. Des fragments du mur de soutènement se sont déplacés de 45 m en tout. Le 8 septembre, une partie des terrains n'évolue plus et le 12 septembre, plus aucun mouvement n'est constaté (illustration 36). Le volume de ce glissement a été chiffré à 200 000 m³.

Le talus amont sur la zone de glissement a été stabilisé par des travaux de terrassement (aménagement en risbermes), et de drainage dans le versant des nombreuses émergences diffuses, permettant une réouverture de la voie ferrée fin février 1978.

60 m plus loin et sur un linéaire de 125 m, les talus amont de la voie ferrée au dénivelé de 20 à 40 m montrent des cicatrices de glissement superficiels dans un versant marneux à pente significative de 35 à 45 ° (visibles déjà en 1977 sur l'illustration 36 et qui auraient connu ensuite d'autres phases de réactivation). La zone a fait l'objet récemment (2013) par la SNCF d'un levé altimétrique à des fins de suivi et de pose de 8 piézomètres de contrôle (illustration 37).



Illustration 37 : versant marneux à potentiel d'instabilité marquée en amont de la voie ferrée

Dans le prolongement nord, à l'amont de la voie ferrée, se développe ensuite un front rocheux dans les abords immédiat et pour lequel des filets de protection ont été posés. On note la présence d'un bloc d'environ 0,25 m³ dans le premier de ces filets.



Illustration 38 : falaise rocheuse sous la voie ferrée au nord de la commune

En aval de la voie ferrée au nord du Bourg, les rares secteurs présentant un dénivelé ont été aménagés en risbermes.

La partie haute du versant (corniche du plateau et aval) au nord du bourg est constituée principalement par des talus d'éboulis raides (illustrations 8, 39), avec localement des affleurements rocheux (illustration 39), frontons ou fronts verticaux rocheux successifs de hauteur variable de 2 à 10 m (illustrations 11, 39), donnant alors un profil de versant en gradins.



Illustration 39 : Talus aval de la corniche, avec pointements et front rocheux plus ou moins éparses

A mi-versant, plusieurs champs (situées en amont de la courte falaise au-dessus de la voie ferrée) présentent un moutonnement marqué (illustration 40).



Illustration 40 : moutonnement marqué dans les champs de mi-versant

Rive gauche en aval du bourg

En partie haute, en amont et nord de la voie ferrée, on retrouve la falaise basaltique précédemment décrite comme étant un prolongement sud. Plus au sud, les pentes basaltiques varient entre 25 et 50 ° sans paroi rocheuse verticale significative. La voie ferrée atteint la limite sud de la commune à hauteur d'un tunnel qui traverse une barre rocheuse descendant à pente régulière du plateau jusqu'à la Borne.

Au sud de la voie ferrée, la pente se poursuit en aval vers la Borne, au sud de la commune qu'à hauteur du bourg, mais entre les deux, la butte basaltique du Chilout et ses 30 à 40 m de dénivelé surplombe la voie ferrée.

Sur cette butte du Chilout, des affleurements rocheux sont visibles, y compris dans les zones de faible pente, sous forme de petits chaos, avec de larges ouvertures dislocantes entre les panneaux rocheux.



Illustration 41 : chaos rocheux sur la butte du Chilout

Avec un dénivelé de 90 m avec le fond de vallée de la Borne, le versant sud de la butte présente aussi des éperons de falaise et surtout de larges zones d'éboulis à pente limite (illustration 42).

Entre le Chilout et le massif basaltique en rive opposée sud (droite) de la Pénide, la rivière de la Borne a dû se frayer un chemin, mais le verrou reste bien visible sous forme de deux hautes parois basaltiques en vis-à-vis (illustration 42). On reviendra ci-après (paragraphe suivant "vallée de la Borne") sur cette partie en canyon du cours d'eau.

Enfin, en partie occidentale de la butte de Chilout, on retrouve en aval de la voie ferrée, la falaise de cinérites (illustrations 6 et 43). Cette falaise longue de 240 m, débute au sud au niveau de la rivière par une paroi verticale de 4 m environ, vive (sans éboulis au pied) qui grandit d'abord en hauteur (jusqu'à 6 m de paroi vive) sur 90 m de long puis s'accompagne ensuite d'un cône d'éboulis important resté en place (non érodé dans un bras mort de méandre). La tête de falaise atteint du côté du cimetière un dénivelé de près de 30 m, pour une paroi verticale d'au plus 8 à 10 m et un pied d'éboulis haut jusqu'à 24 m, et jusqu'à près de 50 m linéaire de large.

En aval, on retrouve des terrains alluviaux en prairie, qui dans les points bas en cuvette, constituent des zones humides.

Un ouvrage souterrain de drainage est présent dans ce secteur (unique cavité recensée hors du plateau tabulaire de Locussol et des fronts de falaise basaltique le délimitant en aval sous la bordure de plateau). Cet aqueduc souterrain de Pobie, orienté sur un axe ouest (amont) – est (aval) est pénétrable. : « A son entrée, on pénètre à quatre pattes puis au bout de quelques mètres on peut franchement se relever. De ce souterrain ne figure plus, intact, qu'un tronçon de 47 m sensiblement orienté est-ouest. La section en est régulière. Elle forme une sorte de tunnel variant en fonction de l'accumulation de terre au sol de 1m à 1m 90 de haut pour 80cm de largeur. Il est construit à la chaux et en pierres de basalte. A 90 cm du sol, des épaulements latéraux d'environ 10cm de largeur ont sans doute facilité l'installation du coffrage de la partie haute qui est voûtée en berceau. Il est encore en partie inondé (illustration 44). A l'ouest, le comblement interdit de poursuivre plus avant. Nous avons pu constater de part et d'autre, les vestiges de substructures continuant assez loin, invitant à penser qu'il s'agit probablement des restes d'une conduite forcée.



Illustration 42 : versant sud de la butte du Chilout



Illustration 43 : falaise de cinérites et son important cône d'éboulis

Selon des témoignages, une prise d'eau était située, dans une levée formant un seuil, en un lieu non précisément déterminé, un peu plus en amont sur la Borne. La *levade* aurait été emportée lors une violente crue de la rivière vers 1933. L'eau guidée par cette canalisation, bief couvert ou béal, servait à alimenter en eau les terrains dominant (Les Pobies) de quelques mètres le fond de la vallée » (propos rapporté par Jean Paul Béal, qui l'a exploré en octobre 2015).



Illustration 44 : aqueduc souterrain des Pobies (photo J-P Beal)

La remontée sur le bourg jusqu'au cimetière se fait par un flanc à pente voisine de 15 à 25 ° dans des niveaux de sables argileux.

Entre le cimetière et le pigeonier, une avancée basaltique (cultures et champs enherbés en contrebas) affleure à la faveur de petits talus rocheux en gradins successifs. Le flanc ouest de cette avancée est soumis à l'érosion intense de la Borne qui l'a entaillé sur une petite quinzaine de mètre de haut avec une pente très redressée dépassant les 70° (illustration 45).



Illustration 45 : talus attaqué par la Borne en pied

Enfin sous la voie ferrée et en amont du pigeonnier, une zone de talus constituée à l'affleurement d'éboulis de type cailloutis présente une dernière raideur en pied de versant avec une pente moyenne proche de 30°.

Plateau de la rive Gauche

Sur le plateau, les dépôts pyroclastiques (cendres, pierre ponce) ont donné un modelé de relief très doux sans pente marquée. Au niveau des cônes, il n'a été repéré ni fronton rocheux dépassant le mètre, ni de raideur de pente présentant des indices d'instabilité.

La carte de type Zermos de 1990 avait localisé sur le flanc sud-est du cône de la Garde de Locussol une zone d'aléa éboulement rocheux de niveau faible (illustration 45). Sur le terrain, aucun front rocheux n'a été reconnu dans cette zone (tout juste un talus de pierres rocheux accumulé sur 2 à 3 m de dénivelé en bordure amont d'un champ, sans signe d'instabilité).



Illustration 46 : zone cartographiée en aléa faible non identifiée après reconnaissance sur le terrain

Au sud de Locussol, ces dépôts présentent encore de vastes zones d'épandage caillouteuses restées dénudées de végétation. Ils atteignent des pentes de 10° à un peu plus de 15° et rejoignent ensuite en aval les falaises et les pentes raides basaltiques.

Le trait dominant sur le plateau de Locussol est avant tout la présence de nombreuses petites cavités souterraines naturelles anthropisées (grottes troglodytes) et surtout anthropiques (ouvrages d'eau, recherches infructueuses abandonnées ou ayant servi d'abris souterrains refuges).

La première galerie souterraine de faible gabarit sur le plateau, galerie de recherche Locussol Nord, serait longue d'une centaine de mètres. Elle passait sous une voie vicinale, et qui son effondrement avait été sans grande conséquence sous cette voie. Sa localisation (d'après les souvenirs anciens de l'actuel maire) reste au final assez imprécise, d'autant qu'il ne subsiste plus aucune trace visible sur le terrain.

La seconde cavité est celle du souterrain refuge de Locussol à La Champ du Maçon. "Il s'ouvre à la base d'un tertre, juste en dessous du chemin, au droit du labour appelé La Champ du Maçon. Deux galeries erratiques sont creusées tantôt à l'horizontal, tantôt vers le bas, vers la gauche comme sur la droite, sans véritable cohérence. Autant que l'on puisse en juger elles se développent sur au moins une quinzaine de mètres pour s'interrompre sur des effondrements. Le plafond est lui aussi largement fragilisé, Son accès par une étroiture comme la visite s'avéraient délicats. Creusé dans une brèche volcanique hétérogène en partie pulvérulente, fragilisé par l'inclusion de blocs basaltiques instables, ce souterrain a été partiellement obturé" (propos recueillis auprès de Jean-Paul Beal). Ainsi la visite des galeries du fond est impossible et cela évite un risque corporel très sensible.

La troisième cavité est celle du souterrain de Genouillou (ou Genouillac) : "Il s'agit en fait d'une galerie de captage d'eau qui s'ouvre à droite du chemin lorsque l'on se rapproche de la Nationale 102. L'entrée qui serait bâtie en a été neutralisée par un amoncellement de pierres. Après la traversée du chemin, d'après le propriétaire, et un autre témoignage, la galerie se poursuivrait d'abord obliquement puis ferait un coude encore plus à gauche, dans le champ supérieur sur une centaine de mètres, à la recherche du réseau d'eau souterrain" (d'après Jean-Paul Beal).

Le quatrième souterrain est la galerie du Lac : " Il est situé au sud de ce qui fût un petit plan d'eau, actuellement à usage de prairie, non loin du village de Bleu. La construction en pierres de la galerie remonterait au début du siècle précédent. L'évacuation des eaux du petit lac pouvait s'effectuer par un collecteur situé d'abord à l'air libre puis se poursuivant par une galerie bâtie (illustration 47). La partie souterraine de cet exutoire se poursuivrait sur quelques dizaines de mètres seulement, plein sud, en direction des Estreys. Le bief et cette galerie sont à l'état d'abandon. En partie écroulée, sous des bouquets d'aubépines, le souterrain est obstrué sciemment dès l'entrée. Il présente un réel danger d'effondrement" (d'après Jean-Paul Beal).

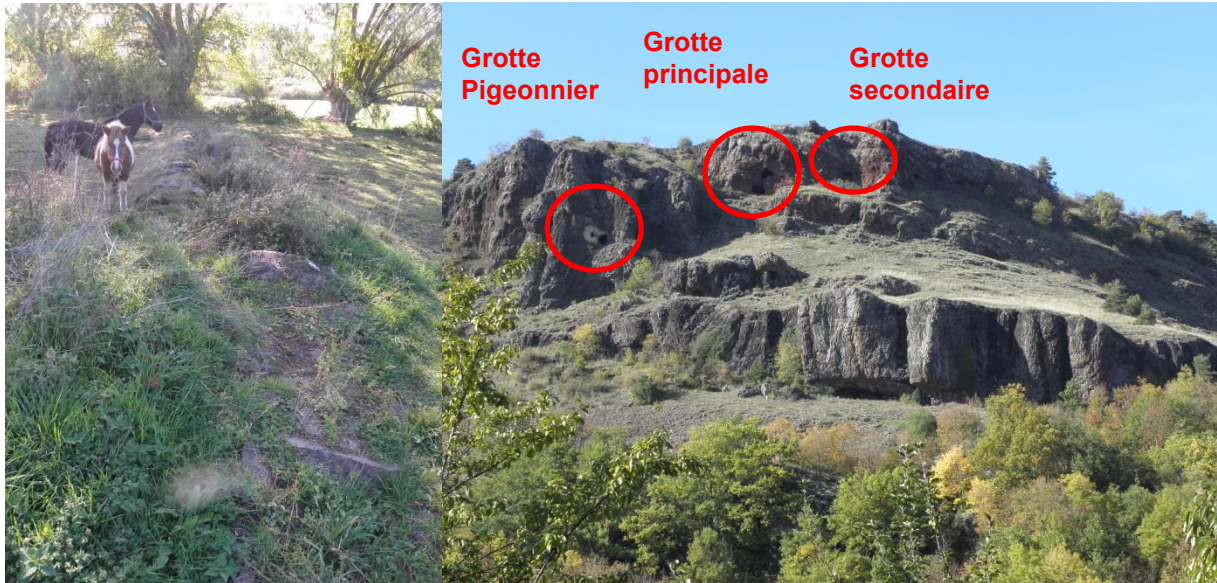


Illustration 47 : voûte de la galerie du Lac et vue sur les grottes troglodytiques des Estreys sur la commune de Polignac (photos J.P BEAL)

En bordure de plateau dans les falaises basaltiques de tête de vallée, on retrouve des anfractuosités naturelles, ayant servi d'abris troglodytiques, devenus ouvrages souterrains anthropisés.

Les Grottes des Estreys sont une première série de telles grottes, situées sur la commune de Polignac, mais non loin de la limite communale de Saint Vidal¹⁰. "A l'aplomb de la falaise basaltique, pratiquement en partie sommitale, s'ouvre d'abord face au sud, dans la roche rouge formée de scories soudées, un petit ensemble de grottes taillées d'environ 75 m² qui englobe 3 cavités. On note quelques aménagements dont l'emplacement d'un fort blocage de porte sur la grotte qui s'ouvre de plein pied et la présence d'une petite fenêtre sur celle de l'étage. Mais le rocher laisse entrevoir d'autres aménagements ou des vestiges de cavités à différentes hauteurs. Certaines grottes peuvent d'ailleurs avoir une origine naturelle. Mais les occupants se sont ingénies à les agrandir, à modifier ou améliorer les accès, les parois, le sol afin de répondre à des nécessités spécifiques. Si certaines grottes, compte tenu de leur situation, de leur exposition, de leurs dispositions intérieures furent réservées à l'usage d'habitants, d'autres servirent de pièces annexes. On retiendra une fonction assez rare en Haute Loire, pour être signalée, celle d'une grotte entièrement destinée à un petit élevage de pigeons. En creusant des trous pour les faire nicher les avantages liés à ce singulier pigeonnier sont non négligeables. Température constante, résistance à l'acidité des déjections, protection contre les prédateurs. Cette dernière a d'ailleurs conservé son enduit à la chaux que l'on distingue depuis le village " (propos recueillis auprès de Jean-Paul Beal).

Bien plus près du bourg, la Grotte de la Vierge n'est qu'une parmi plusieurs anfractuosités constituant les Grottes des Clausels inaccessibles sans guide local car situées dans un environnement périlleux (illustration 48). "Situés au terroir des Clausels. (Lo Clausè, en patois), ces grottes, se trouvent non loin de Locussol, en bordure du plateau. Elles se développent sur plusieurs niveaux dans des scories soudées, fissurées.

¹⁰ Après examen d'un zonage d'aléa préliminaire chutes de blocs, celui-ci ne déborde sur la commune de Saint Vidal, le front de falaise restant suffisamment loin de la limite communale (15 m et plus) pour y exercer une quelconque d'influence (y compris aux incertitudes de positionnement près).

Une première grotte sous la partie sommitale en partie effondrée, forme une grande arche de 9m30 par 6m10 de large et 3 m de haut. On observe au sol d'importants blocs de plusieurs mètres cubes détachés du plafond. En dessous on accède par une vire herbeuse, quelque peu périlleuse, à l'entrée d'une autre grotte aménagée dans la roche volcanique ici un peu plus compacte. Dès l'ouverture on discerne encore l'emplacement du chambranle d'une porte. On note dans cette sorte de vestibule la présence d'une banquette réservée dans la roche. En poursuivant un couloir pentu et scabreux, on accède en contrebas à un espace relativement plat sensiblement rectangulaire de 5m80 par 3m80. Il est éclairé par deux ouvertures qui s'ouvrent sur la vallée. L'une a 1m80 de largeur et l'autre 70cm. La hauteur sous plafond, varie de 2m10 à 4m50. Ces anciens habitats troglodytiques, orientés au sud, dominant d'une centaine de mètres la vallée de la Borne" (d'après Jean-Paul Beal).



Illustration 48 : grottes des Clauzels situées jusque au-dessus des hautes falaises basaltiques, et d'accès périlleux (photos J.P BEAL)

Fonds de vallée de la Borne

A son arrivée au nord de la commune, la Borne s'écoule dans un fond de plaine alluviale plate et large de plusieurs dizaines de mètres, avec un encaissement très faible du lit mineur, ne dépassant pas au plus les 0,5 m (illustration 49). Ces replats enherbés constituent des zones d'épandage naturel du cours d'eau en période de crue (illustration 50). Là encore, dans certaines cuvettes ou dépressions linéaires, l'eau y est présente de manière permanente (zones humides).



Illustration 49 : profil de la rivière au niveau de l'ancien Moulin de Saint Vidal puis au niveau du gué amont



Illustration 50 : fonds de vallée (rive droite) à hauteur de l'ancien Moulin de Saint Vidal puis en rive droite sous la falaise de cinéritiques

La rivière s'écoule d'abord suivant un axe nord sud avec une faible sinuosité puis la sinuosité s'accroît juste en amont du grand méga-glissement en très grande partie fossilisé du bois de Chelette ; le tracé devient alors quasiment ouest-est.

Au premier virage un peu sinueux (illustration 49), le talus ancien hérité de la rive érosive concave est séparé de la berge proprement dite par la piste d'accès aux prairies (en amont du premier gué).

Entre les deux gués, le second virage concave est plus marqué et correspond au pied du glissement SNCF. L'écoulement de la rivière a retrouvé peu ou prou le lit mineur d'origine (les matériaux glissés restent aisément érodables), sans avoir encore notablement sapé le pied du

glissement hors du lit mineur lors des épisodes de crue. Le chemin de bordure de berge en rive gauche qui avait disparu sous le glissement n'a pas été rétabli.

Le troisième virage (en aval des gués mais amont du pont) reste peu prononcé mais pour la première fois, le pied de versant en place (non glissé bien que constitué par des argiles : illustration 13) constitue directement une des berges du cours d'eau. En sortie de ce virage, la Borne reçoit le seul affluent relativement pérenne de la commune, le ruisseau du ravin de Chazelles.

En aval du pont de franchissement de la Borne, le quatrième virage est bien plus marqué, à hauteur du bourg (aval immédiat du pigeonnier). Il est à l'origine d'un talus très ponctuel (illustration 48), susceptible de se déstabiliser par sape de pied en période de crue.

Le cinquième virage reste également prononcé et à sa sortie (prairie de l'Aigue Salade côté sud), le cours d'eau acquiert définitivement sa direction globale d'écoulement d'ouest en est. C'est à la faveur de ce virage au contact du (méga)glissement en très grande partie fossilisé du Bois de Chelette de la rive droite que la rivière déstabilise le plus le flanc de vallée par érosion, et sape le pied de versant, en phase de crue. Le glissement de la RD112 et le glissement plan de Borne-Vidal atteignent en pied le lit majeur de la Borne et sont susceptibles tous les deux de se réactiver en cas de sape de leur pied en phase de crue (une zone de replat dans le lit majeur de la Borne constitue néanmoins une bande de zone humide en zone tampon entre le cours d'eau et les pieds de glissement). Entre les deux zones de glissement actifs, le versant a été, semble-t-il, déstabilisé sur tout sa largeur (140 m) et une profondeur dans le versant de 50 m (contre respectivement 120 et 85 m de profondeur pour les zones de glissements actifs)¹¹.

A la sortie de virage, le fond de vallée s'élargit à la faveur de l'ancien méandre de la rive gauche (aujourd'hui comblé) de 60 m à plus de 200 m. A près de 220 m après cette sortie de virage, la rivière revient buter à nouveau à la faveur d'une courbure concave contre une zone en falaise du (méga)glissement en très grande partie fossilisé du bois de Chelette (illustration 51) longue de 125 m.



Illustration 51 : bas de versant en falaise berge sud (rive droite) entre Aigue Salade et les Pobies Basses.

¹¹ D'après les observations terrains, ruptures de pente du MNT et examen des photoaériennes anciennes (illustration 63). On reviendra en détail dans la partie rive droite aval du bourg sur ces zones déstabilisées de versant, en bonne partie induites par l'érosion active en pied par la Borne.

La zone de replat en rive gauche de fond de vallée alluviale se poursuit jusqu'à la fin du méandre et bascule sur la rive droite au-delà de la zone de falaise dans la vaste prairie des Pobies Basses, sur une distance de 265 ml (illustration 52).



Illustration 52 : zones de fond de vallée plat les plus avales (Pobies Basses en rive droite au premier plan et de l'ancien méandre en rive gauche des Pobies en arrière plan).

La vallée de la Borne se renferme d'abord côté nord du fait de la butte du Chilout puis au sud sur les contreforts du massif basaltique de la Pénide. De par son encaissement, la rivière franchit en un étroit et élancé canyon ce "verrou" basaltique (illustration 53) sur plus de 500 m linéaire.



Illustration 53 : extrémité aval de la rivière Borne en canyon

La falaise continue côté sud atteint 40 à 50 m de haut. Côté nord, les éperons rocheux ne dépassent pas 15 à 20 m de haut et ne verrouillent que ponctuellement le passage de la rivière Borne.

Rive droite en amont du bourg

L'amont de la vallée de la Borne en rive droite pour la commune est caractérisé par la présence dans le versant de vastes étendues en clapiers. Ces clapiers démarrent sous la corniche basaltiques mélangés aux éboulis et s'étendent dans le versant jusqu'au contact du fond de vallée.

Au coin nord-est de la vallée sur la commune, la corniche de bordure de plateau (illustration 7) est matérialisée par une falaise basaltique de 6 à 8 m de haut, longue de 540 m, qui s'amenuise à son extrémité sud jusqu'à disparaître. Cette falaise reste massive, avec de beaux prismes hexagonaux ("orgues") visibles, notamment à la faveur d'un surplomb assez constant et plus ou moins prononcé des deux tiers supérieurs de paroi (sans signes de fatigue ou d'instabilités laissant penser à des signes de départs possibles en volume (illustration 54)).



Illustration 54 : falaise de corniche au coin nord-est de la vallée

Une première zone de clapier (d'environ 1 ha) prend le relais dans l'aval de la falaise des simples éboulis. A mi-versant, à la faveur d'un replat, deux lucarnes à travers l'épandage rocheux ont été aménagés pour y favoriser la reprise forestière (illustration 52). Le clapier s'étend jusqu'en pied de versant, se finissant par un petit talus en bordure probable du lit majeur de la Borne.

Entre les zones de clapiers, l'essentiel du flanc de vallée est boisée. On note une progression de la forêt (illustration 16) au détriment d'anciennes zones de prairies (comparatif entre l'état actuel et les photos aériennes IGN de 1948), et non des zones de clapiers. Le flanc boisé de versant est constitué d'éboulis de versant au sens large (non limité aux seuls éboulis uniquement de nature pierreuse).



Illustration 55 : zone de clapier amont

La (seconde et) principale zone de clapier est bien plus étendue (environ 10 ha). En partie haute, la pente est marquée (30° à plus de 50°), puis avec une nette rupture de pente (illustration 56), la pente passe à moins de 20° , jusqu'à une zone de replat assez large proche de 100 m. En partie basse, on observe encore 1 à 2 talus où la pente dépasse localement les 30° . Le pied du clapier atteint à son extrémité sud-est le fond alluvial plat de la Borne. La zone de corniche en bordure de plateau au-dessus du clapier n'a pas été reconnue.



Illustration 56 : zone principale de clapier en rive droite (vue depuis la zone de replat vers l'amont)

En aval du clapier, et sous l'unique chemin dans le versant menant au plateau, une zone boisée présente localement des raideurs notables (secteur dit du Sanibadoux) dans le bas versant.

100 m plus au sud du grand clapier, l'éperon rocheux isolé de la Prade à mi pente de versant constitue la dernière zone rocheuse visible à l'affleurement jusqu'au ravin de Chazelles. Ce dôme basaltique atteint les 20 m de large pour des hauteurs similaires de 15 à 20 m de haut. Les éboulis et clapiers rocheux associés s'étendent sur 55 m en aval (illustration 57).

A partir de ce dôme jusqu'au ravin de Chazelles, les éboulis de versant concernent toujours les deux tiers supérieurs du flanc de vallée, mais en partie basse, des niveaux argileux à argilo-sableux d'âge éocène affleurent sur une bande longue de plus de 500 m et 100 m de large : le relief y présente un modelé arrondi et des pentes plus modérées dépassant rarement les 30° . Cette bande éocène est essentiellement boisée, mais on observe des traces de moutonnement dans les rares parcelles restées en prairie.



Illustration 57 : dôme basaltique de la Prade

La zone du ravin de Chazelles reste une zone plus particulièrement riche d'indices de possibles instabilités :

- sur son flanc amont en aval du flanc de versant, la berge constituée d'argiles illites (illustration 13) peut être déstabilisée par sape de pied, mais aussi du fait des venues d'eau en amont, avec glissement dans le versant (en "direct" ou après une déstabilisation en surface liée à du ravinement plus ou moins intense) ;
- sur la zone aval du ravin, à la morphologie de petit delta, le passage du cours d'eau plus ou moins pérenne dans des terrains (prairies) saturées en eau, avec indices de moutonnement ;
- cette zone de ravine constitue le flanc nord du complexe de versant, siège du (méga)glissement en très grande partie fossilisé du Bois de Chelette. Le désordre survenu en 1931 à mi versant rappelle, s'il en était besoin, le potentiel d'instabilité existant dans cette partie de flanc de vallée ;
- enfin, dans la zone amont où l'on trouve de nouveaux frontons rocheux (petites falaises étagées sur 3 niveaux (illustration 58 et 59).

Sur le flanc droit (sud) du talweg peu encaissé du ravin de Chazelles, on retrouve en effet une première petite falaise basaltique verticale, haute de 3 à 7 m (près de 10 m de dénivelé avec les éboulis de pied (illustration 58). Au même niveau, sur le flanc opposé gauche (nord), s'observe un premier talus raide sans fronton vertical (constituant, comme la falaise, le talus amont d'un chemin vicinal vers le nord à flanc de vallée). Ce talus du flanc nord est lui-même chapeauté en tête par une plateforme large de 5 à 20 m et suivi côté amont par un second niveau de falaise basaltique haute de 8 m environ, presque totalement masquée par la végétation (illustration 58).

Près de 30 m environ plus haut en altimétrie, la corniche du plateau est matérialisée par un linéaire de falaise haut de 5 à 6 m (3^{ème} niveau de falaise au niveau de ce ravin), qui disparaît en tête de vallon en s'approchant de la ferme de Chazelles (illustration 59). Un petit panneau de cette corniche s'est détaché, distant de moins d'un mètre de la corniche en aval (illustration 59).



Illustration 58 : falaises étagées sous la corniche de plateau au niveau du ravin de Chazelles (flanc droit inférieur puis flanc gauche intermédiaire)



Illustration 59 : falaises de corniche du plateau (flanc nord du ravin de Chazelles), dont un panneau détaché en aval

Enfin, le flanc (droit) sud du ravin de Chazelles est matérialisé en pied de versant par une petite paroi rocheuse haute de 4 à 6 m, qui fait office de talus amont à la RD112 en aval du pont. (illustration 60).



Illustration 60 : petite falaise résiduel en partie sud aval du ravin de Chazelles

Rive droite en aval du bourg

A partir du ravin de Chazelles jusqu'à l'aval de la vallée de la Borne en limite sud de la commune de Saint Vidal, se succèdent, en rive droite de vallée, deux domaines bien distincts mais présentant tous deux de fortes instabilités potentielles de versant, avec d'abord le (méga)glissement en très grande partie fossilisé de versant du Bois de Chelette puis le massif basaltique de la Pénide aux hautes parois abruptes.

Ce grand glissement de versant concerne l'ensemble du flanc de vallée de la rive droite de la Borne. Avec le changement radical de direction d'écoulement de la Borne au droit de cette instabilité de versant, ce glissement de versant a une forme globale en cirque.

La corniche de plateau en tête de vallée suit un tracé plus ou moins circulaire de près de 2 km de long, au rayon de courbure proche de celui du cours d'eau, avec une distance entre cette corniche et la Borne proche en moyenne de 350 à 400 m (600 m dans le renforcement de vallée en partie médiane et 250 m à son extrémité aval). La base du glissement correspond au fond de vallée, soit le parcours de la Borne, sur environ 900 m linéaire. Au total, cette instabilité héritée du flanc de versant couvre une surface estimée de près de 63 ha (soit 8 % du territoire communal à lui tout seul). Le dénivelé total du versant est très constant, proche des 120 m.

A son extrémité de tête, la bordure de corniche reste très étroite, avec une bande de talus raide large de 5 m à plus de 80 m (en moyenne 30 à 50 m). Le dénivelé varie de 5 m à plus de 50 m (là où la bande atteint 80 m de large) avec une moyenne entre 10 et 20 m.

Le corps du (méga)glissement constitue l'essentiel de la surface du glissement : il est large en général de 250 à 350 m (localement jusqu'à 500 m), pour un dénivelé global moyen de 40 à 60 m (variant entre 25 et jusqu'à près de 70 m). Il se caractérise par la présence d'instabilités héritées de toute taille (panneaux basaltiques et orgues inclinés dans la pente, ou en contrepente (illustrations 14 et 61) aujourd'hui figées en l'état. Des pans entiers de corniche entraînés par des mouvements rotationnels récursifs puis des jeux de fluage et de solifluxion intenses donnent à la surface (et au profil) du versant un aspect chaotique avec présence (au moins en partie centrale) en alternance de cuvettes allongées et de lignes de crêtes (perpendiculaires à la pente générale : illustration 62). Des zones de stagnation des eaux dans les cuvettes sont signalées. Ces variations internes de dénivelé (du fond des cuvettes à la ligne de crête) peuvent atteindre ou dépasser des fluctuations de 10 m en altimétrie.



Illustration 61 : orgues inclinées en pente comme en contre pente

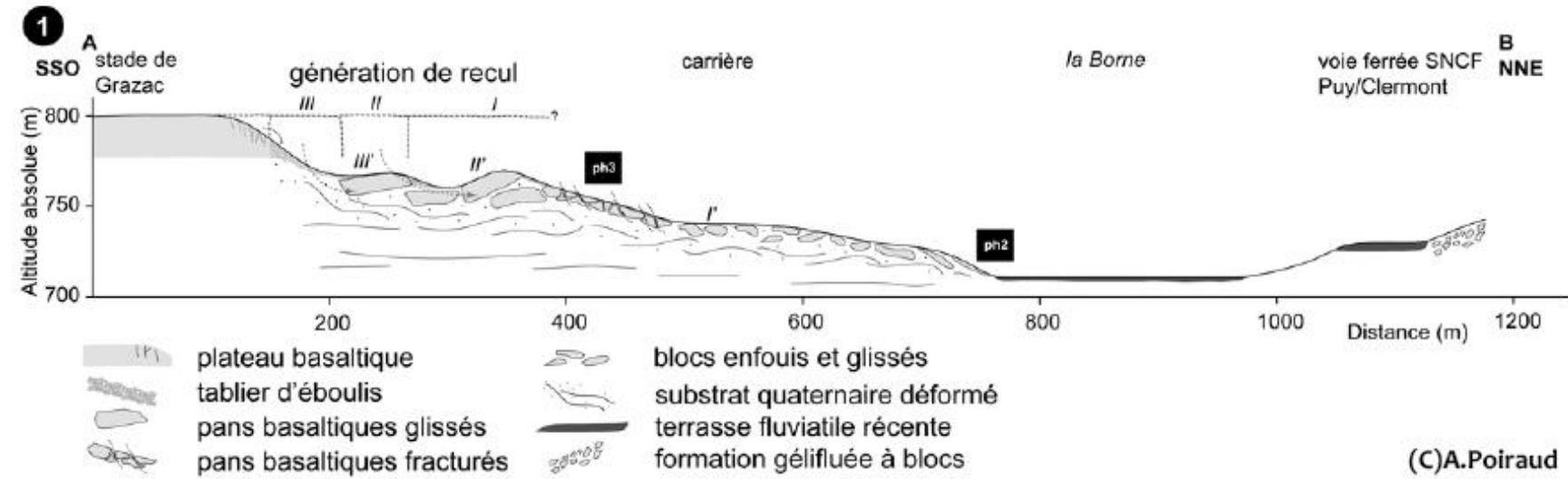
Compte tenu de la pente moyenne générale dans le corps du glissement, de la déconnection avec l'agent érosif le plus à même de favoriser une réactivation des mouvements de terrain, à savoir les crues de la Borne, cette partie centrale du glissement reste aujourd'hui durablement stabilisée. Aucun signe de réactivation récente en masse n'a été repéré ni signalé (ce qui n'exclut pas de possibles réajustements ponctuels lors des épisodes pluviométriques les plus intenses).

En se rapprochant en aval de la Borne, la pente générale s'accroît et le caractère instable de la base du versant devient tangible, avec la présence de zones actives marquées et récentes, comme détaillées ci-dessous. Cette activité se concentre dans les zones concaves de la Borne, qui influence, déstabilise le pied de versant sur une largeur de 30 à 120 m (70 à 120 m dans la zone de glissement la plus active).

La zone de versant restant la plus active s'étend de la zone du glissement de la RD112 jusqu'au niveau du dernier glissement de 2012 (illustration 20).

Au niveau de la RD112, le signalement le plus ancien retrouvé en termes de mouvement de terrain date de 1977 (date où le glissement a atteint la route), mais son évolution a très certainement démarré bien avant (illustration 63). En 1983, sa progression amène à réaliser une série de sondage (CETE de Clermont Ferrand) pour essayer d'en comprendre la géologie.

La progression de ce glissement a contraint à dévier d'environ 10 m en amont le tracé de la route, dont il reste des traces de l'ancien tracé (illustration 64), avec un abrupt de 4 m sur la partie de chaussée ancienne finalement emportée. Le glissement se finit au niveau de la Borne 100 m plus loin avec 40 m de dénivelé.



(C)A.Poiraud

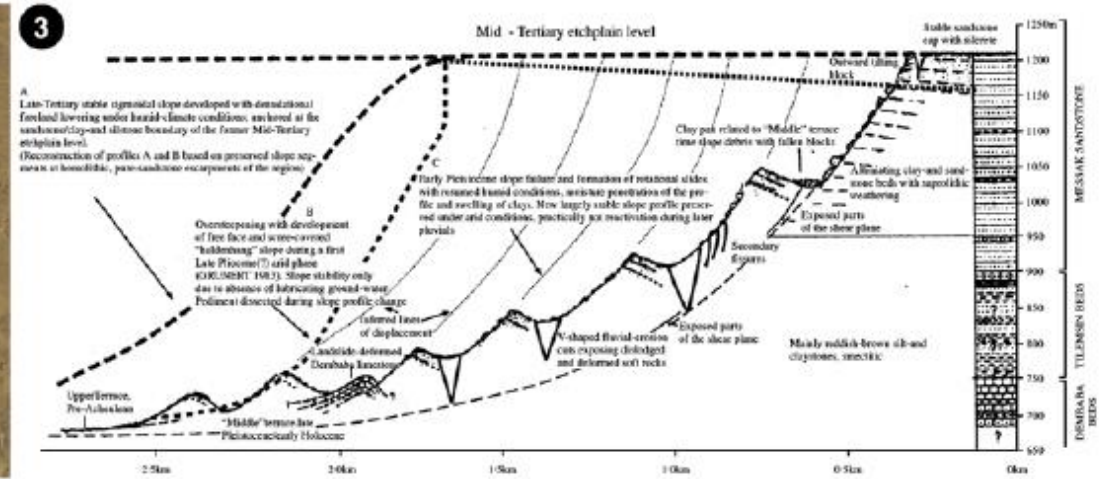
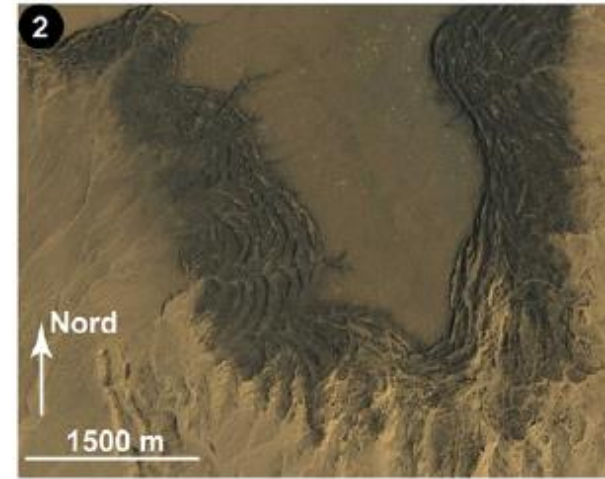
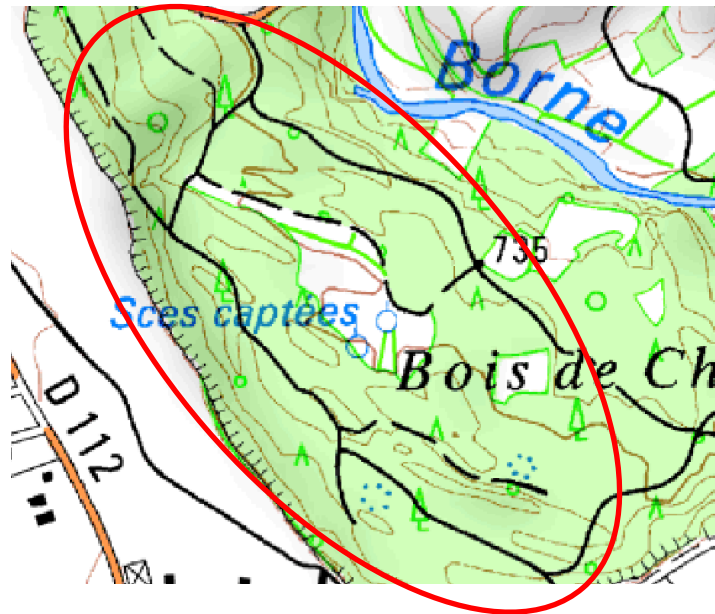


Figure 57 – Coupe géologique et interprétations du glissement de St Vidal. 1) coupe géologique et interprétation de type « glissements rotationnels et fluage ». Les encadrés noirs 'ph1' correspondent aux photos de la fig.56). 2) démantèlement des bordures d'une digitation du plateau du Djado, image Google Earth ; 3) interprétation de ce type de glissement comme glissements rotationnels successifs (Busche, 2001)

Illustration 62 : profil en crêtes et cuvettes allongées dans le cœur du glissement (ellipse en rouge) puis géomorphologie du corps du glissement avec deux interprétations possibles évoquées (extrait de la thèse de A Poiraud, 2012)

L'interprétation 1 associe glissement rotationnel et fluage, solifluxion intense. L'interprétation 3 retient principalement le seul jeu des glissements rotationnels récurrents successifs. Outre ces mécanismes en glissements rotationnels (et plans), de fluage et solifluxion intense, un des paramètres importants dans la formation de ce glissement complexe de versant est sûrement aussi les variations importantes possibles du niveau de base de la Borne, pouvant venir réactiver en périodes de hauts niveaux (fontes post épisodes glaciaires par exemple) par son jeu en sape de pied de versant les niveaux instables étagés des parties hautes (contrôle hydrographique).

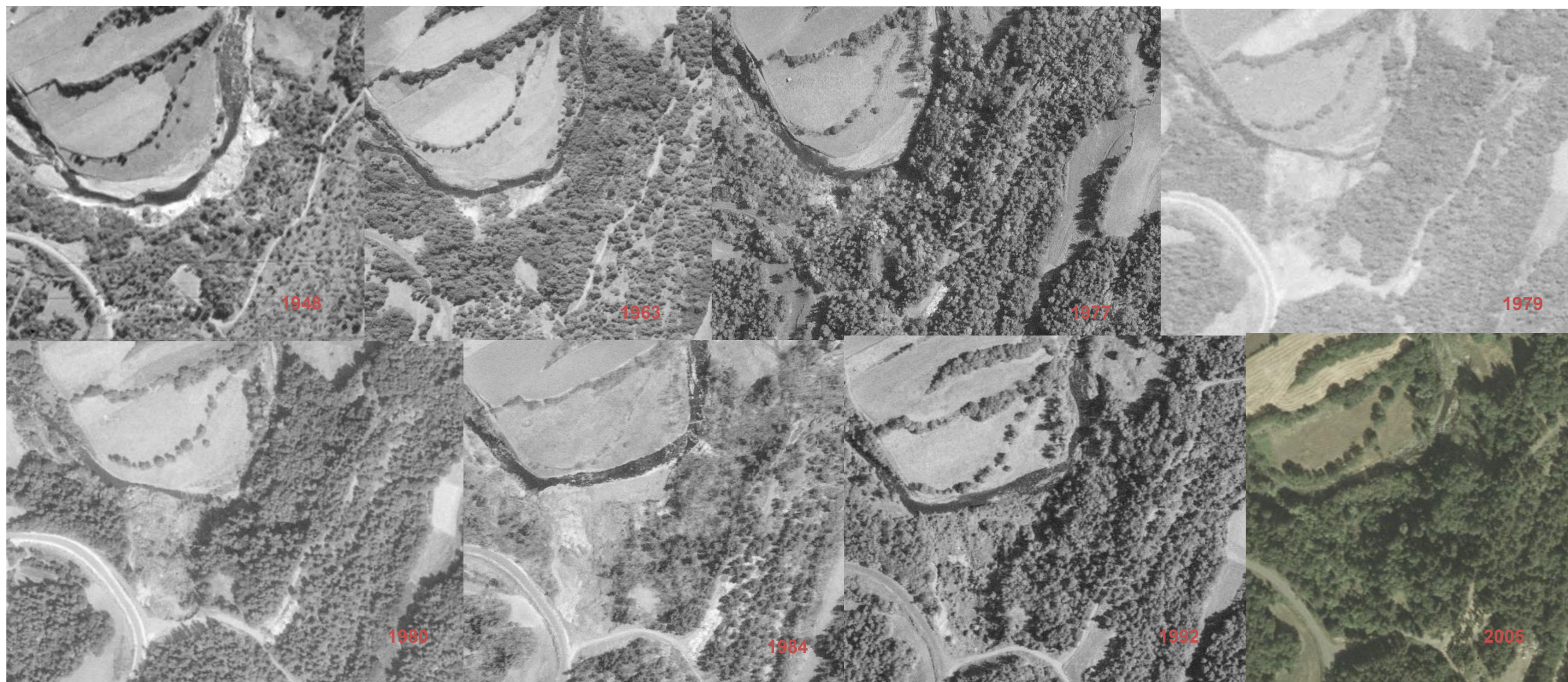


Illustration 63 : instabilité du versant généralisé sous la RD112 (extraits photo aériennes IGN de 1948 à 2005)

Récemment (2012), le chemin de desserte qui part de la RD112 vers le sud, a vu son accotement aval davantage grignoté, attaqué par la même ligne d'escarpement finale.

Actuellement, ce glissement s'est stabilisé avec un profil de versant étagé sur 3 niveaux :

- en tête, l'escarpement sommital atteint des dénivelés de l'ordre de 5 à 8 m, dont des cicatrices d'arrachement en latéral aux parois verticalisées de 2 à 5 m. A son contact, les accotements en aval de la RD112 et du chemin de desserte ont tendance à maigrir du fait de glissements récurrents de la tête de couronne lors des épisodes pluviométriques les plus intenses. Les matériaux glissés récemment en tête ont formé ensuite un zone de relatif replat à pente faible ;
- à mi-hauteur, la pente se raidit sur environ 20 m de dénivelé avant d'atterrir sur un second dépôt de matériaux glissés large de quelques mètres.

Ce dépôt en pied de versant à moitié situé dans le lit majeur du cours d'eau est attaqué en pied par l'érosion hydrographique de la Borne lors des crues.



Illustration 64 : ancien tracé de la RD112

On retrouve un peu partout, de manière systématique, un tel profil du versant avec des niveaux étagés, zone de relatifs replats +/- étroits (rarement plus de 10 m de large), séparés par des talus à forte pente (40° et plus) ou par des frontons, falaises plus ou moins rocheux d'au plus une bonne dizaine de mètres en dénivelé. Cet étagement n'est pas constant partout et fluctue beaucoup, au fur et à mesure que les cicatrices se recoupent entre glissements différents d'étendue, d'intensité et d'âge variés.

Au nord de la cicatrice d'arrachement récente de 1973 à 1992, il ne subsiste que deux niveaux de petites falaises de 3 à 5 m de haut qui s'amenuisent au fur et à mesure que le dénivelé de versant faiblit côté nord (puis disparaissent juste avant d'atteindre les champs).

Au sud, le flanc sud d'arrachement récent de 1973 à 1992 se suit assez bien, pour partie en talus raide, puis pour partie avec un front de falaise de 5 m de haut (parfois plus). A la faveur de ces zones de replat des masses glissées de tête, on franchit aisément l'arrachement dans la progression vers le sud (illustration 65).





Illustration 65 : instabilités ponctuelles dans le versant au dessus de la Borne (mélangeant généralement matériaux rocheux et meubles)

On finit par arriver ensuite sur un grand glissement plan régulier, large de 20 à 30 m, long de 60 m, sur un dénivelé de près de 30 m, qui semble descendre tout le versant jusqu'à toucher à son pied la Borne, glissement plan dit de Borne-Vidal. Les escarpements latéraux sont bien marqués, réguliers de l'ordre du mètre en dénivelé (illustration 66). Le cœur en surface du glissement est constitué de pierres quasi exclusivement. Ce glissement semble en place depuis longtemps (on le devine présent sur les photos aériennes - en 1948, l'absence de végétalisation du versant dans ce secteur laisse penser qu'il était déjà présent avec au moins une phase de réactivation récente). En amont, le glissement vient buter sur un front de versant verticalisé haut de 9 à 12 m.



Illustration 66 : glissement plan de Borne-Vidal (flanc nord et vue vers la Borne)

Ce front de falaise parallèle au versant se suit sur près de 150 m. Il délimite bien la zone restée active du (méga)glissement en aval de la zone figée en amont (au-delà des 5 m en arrière de la tête de falaise). Il est surmonté par un chemin carrossable qui rase par moments la tête de falaise. En cas de progression du front de falaise vers l'amont, la situation du chemin sera rendue d'autant plus précaire que sur l'autre accotement vient tangenter le bord aval d'une cuvette du corps de versant.



Illustration 67 : front verticalisé vue de l'aval depuis le glissement plan de Borne-Vidal et en tête (en aval du chemin carrossable)

Sur l'extrémité sud de ce front où la falaise venait brutalement mourir, un glissement s'est produit récemment en 2012, venant agrandir, prolonger le front vertical (illustration 68), et progressant côté aval, en direction du flanc sud de la tête de glissement plan dit de Borne-Vidal. Dans le versant à mi-distance de ces deux glissements, on observe des matériaux rocheux très altérés qui évoluent vers une matrice nettement plastique (surface boueuse glissante).



Illustration 68 : départ meuble de 2012 (zone d'arrachement en tête puis zone de propagation vue de l'aval)

Toujours dans la même zone en tête du glissement plan de Borne-Vidal, on retrouve sur son flanc sud un double étage du versant avec en amont un talus raide, et 10 m de dénivelé en dessous, puis un front verticalisé haut d'au moins 5 m. En bordure de ce front en se rapprochant du glissement plan de Borne-Vidal, plusieurs grands arbres sont couchés vers l'amont, signe que cette zone est en mouvement (illustration 69).



Illustration 69 : matériaux plastiques et arbres inclinés vers l'amont

Accolé au sud, un pré (à chevaux) s'étend d'un replat sous le chemin carrossable jusqu'à la berge de la Borne. Il présente une surface irrégulière (illustration 70), très moutonnée avec franc gradin. Ces signes d'instabilité passés apparaissent particulièrement anciens, sans signes de réactivation récente apparente.



Illustration 70 : pré à chevaux le long du versant

A 160 m de là au sud, la falaise rocheuse située dans une boucle érosive et attaquée en pied par la Borne (illustration 51) constitue la dernière zone d'instabilité vive repérée dans le (méga)glissement du Bois de Chelette. Le reste du versant dans des courbures de rivière convexe non soumis à l'érosion hydrographique et sans pente marquée semble dans un état relativement stable.

Plus en aval, le massif basaltique de la Pénide ne constitue qu'une avancée du plateau basaltique (illustration 53 et 71) que la rivière Borne a entaillé.



Illustration 71 : massif basaltique de la Pénide (et détail de la paroi)

Le raccord latéral à la zone du mégaglisement s'est fait (illustration 72) par marches d'escalier (glissement rocheux probable mais aujourd'hui pouvant être considéré comme stable au glissement).



Illustration 72 : interface entre le massif basaltique et le mégaglisement

Plateau en rive droite

La zone de corniche (raccord entre le plateau et le versant de la Borne) n'a été reconnue qu'à hauteur de Grazac. Elle est constituée par un franc talus d'éboulis à pente très raide (illustrations 16 et 73), parfois chapeauté par une petite falaise terminale de 2 à 4 m de haut, qui longe en aval immédiat les voies de circulation. Très localement, à hauteur du terrain de sports, un petit bombement, avancé du plateau, dépasse au-delà de l'accotement aval de la route, avec un raccord avec la vallée un peu adouci et des variations de pente en tête moins tranchées.



Illustration 73 : vue du versant sous la corniche (abords de Grazac)

3.5. CARTOGRAPHIE FINALE

La carte informative finale, où l'ensemble des éléments collectés et levés est reporté, constitue l'illustration 20.

4. Evaluation des aléas

Dans le cas de la commune de Saint-Vidal, l'ensemble des investigations a permis de montrer que :

- les cavités signalées renvoient à des anfractuosités de volume plus ou moins anedoctique dans des falaises basaltiques (où l'aléa éboulement / chute de blocs est prépondérant), et à quelques galeries superficielles, souvent de faible gabarit, plus ou moins effondrées dans des terrains souvent hétérogènes plus ou moins compétents ;
- les mouvements de terrains et instabilités de terrain sont tous centrés dans la vallée de la Borne (corniche de bordure de plateau inclus) ;
- les instabilités de terrain relevées et phénomènes attendus sont avant tout liés aux glissements et éboulements/chutes de blocs, nombreux et de toutes intensités possibles. Les glissements constituent la typologie la plus active en terme de fréquence, mais cela dans des zones sans forts enjeux. A l'opposé, les chutes de blocs et éboulements à l'activité plus faible pourraient atteindre quelques maisons ;
- l'aléa érosion des berges liés aux crues de la Borne est également présent, mais il reste toujours corrélé à l'aléa glissement dans le pied de versant (y compris au-dessus des seules berges) ;
- les phénomènes de coulée ne sont pas avérés mais restent dans le contexte local possibles a priori.

On retiendra aussi que le phénomène non gravitaire du retrait/gonflement argileux constitue sûrement après les glissements et éboulement, le phénomène le plus significatif, même si les intensités atteintes restent plutôt peu préoccupantes (bonne cohérence avec la cartographie faite à l'échelle communale lors de l'étude départementale).

4.1. CARTOGRAPHIE ANTERIEURE DES ALEAS

Les trois cartographies antérieures liées aux mouvements de terrain (hors cavités souterraines) couvrant la commune de Saint-Vidal ont été reportées en annexe 1. Elles ont été réalisées pour des finalités et échelles différentes :

- la carte de zonage des risques de mouvement de terrain réalisée en 1987 dans le cadre d'une approche méthodologique par l'université de Saint Etienne. Cette carte est à une échelle indiquée de 1/10 000. Elle identifie sans hiérarchiser des zones de risques de chutes de blocs, de mouvements superficiels (en rive gauche) et profonds (surtout en rive droite). La cartographie restituée définit des zones globales distinctes selon un tracé relativement sommaire au regard de l'échelle indiquée ;
- la carte de type ZERMOS¹² à l'échelle de l'agglomération du Puy en Velay, publiée en 1989 à l'échelle de 1/100 000, effectuée par le BRGM (rapport 89SGN688AUV) en concertation avec le CETE de Clermont Ferrand. Cette carte identifie les mouvements rocheux et les glissements actifs ou potentiels. Le zonage ainsi défini est surtout de

¹² Intitulé "Cartographie et zonage de risques de mouvement de terrain -25 communes du bassin du Puy-en-Velay – Echelle 1/25 000 (1990) élaborée conjointement par le BRGM et le CETE de Clermont-Ferrand (Maillard, Malatrait, Cruzier (Rapport BRGM R 30504 AUV4S90) et Restituito (Dossier CETE 43 89 1662-1)).

niveau prédominant moyen. La cartographie finale est déclarée comme un travail d'orientation préliminaire, préalable à des études d'aléa sur les secteurs prioritaires menés à une échelle plus fine de 1/10 000 à 1/25 000 ;

- les cartes de susceptibilité aux mouvements de terrain réalisées en 2010 à l'échelle régionale par le BRGM à 1 /100 000 (rapport RP-59805-FR). Aux phénomènes glissement et éboulement rocheux, s'ajoutent aussi les phénomènes de type mouvement coulée de boue. Les cartes de susceptibilités d'aléa sont graduées de 1 à 4 (note de 1 pour les chutes de blocs et de 0 à 2 pour les coulées). Il s'agit d'un travail de cartographie par traitement numérique sans visite de terrain associée systématique (pas de visite sur le secteur de Saint Vidal ou autres communes voisines présentant une quelconque similarité). Ce traitement s'appuie sur le MNT IGN disponible au pas de 25 m et les couches géologiques numériques harmonisées issues des cartes à 1/ 50 000.

4.2. ALEA EFFONDREMENT (LOCALISE)

La proximité des parois verticales basaltiques avec les anfractuosités troglodytiques (avec un niveau d'aléa fort chutes de bloc/éboulement prépondérant¹³), le développement limité des cavités (4,5 m de largeur dans la grotte de la Vierge, 3 à 4 m visible dans l'amorce remblayée de galerie au sein de la carrière de scories) par rapport aux incertitudes de positionnement et de levés précis, des mécanismes de vieillissement naturels qui impliquent autant, sinon plus des instabilités liés au recul du front vertical en contrebas que le toit des grottes, ne rendent pas pertinent l'évaluation d'un aléa effondrement localisé sur ces cavités d'origine naturelle.

Pour toutes les autres galeries souterraines,

- Le gabarit est limité, avec des hauteurs ne dépassant généralement pas 1,5 m (parfois un peu plus jusqu'à 1,7 m localement dans le souterrain refuge de la Champ du Maçon et même 1,8 m sur Pobie), pour des largeurs réduites de 0,8 à 1,6 m ;
- Pour ces dimensions, l'intensité d'un effondrement ne peut être considérée que comme limitée ;
- La tenue au toit quand elle est connue est indiquée comme fragilisée. Toutes les explorations se sont arrêtées sur des effondrements constatés au fond (Pobie est, Champs du Maçon, Locussol Nord....) ou en surface (le Lac), liées à la très faible épaisseur du recouvrement qui a déjà permis aux zones les plus fragilisées de s'effondrer. Le recouvrement maçonné (Pobie, Lac), les ciments même hétérogènes des scories (Champs du Maçon) limitent la cinétique de vieillissement naturel des vides résiduels.
- Ainsi, la prédisposition à un effondrement apparaît au final (sauf cas particulier évoqué ci-dessous) comme sensible.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, on en déduit dans le cas général un aléa effondrement localisé de niveau faible.

¹³ Le zonage d'aléa chute de blocs intègre les parties verticales puis à fort pente en arrière amont des fronts verticaux, un band de recul de la falaise de 5 m et l'incertitude de positionnement, ce qui couvre ces zones de grottes troglodytiques.

Dans le cas du souterrain refuge de Locussol à La Champs du Maçon, malgré l'obturation partielle au fond pour empêcher les visites et les accidents, il reste un orifice vertical ouvert dans des terrains de tenue médiocre qui pourrait aisément rompre (rupture de tête de puits). Pour cet orifice, le niveau d'aléa est majoré au niveau moyen. Le reste des aléas liés aux galeries superficielles associées à cette cavité reste sinon de niveau faible.

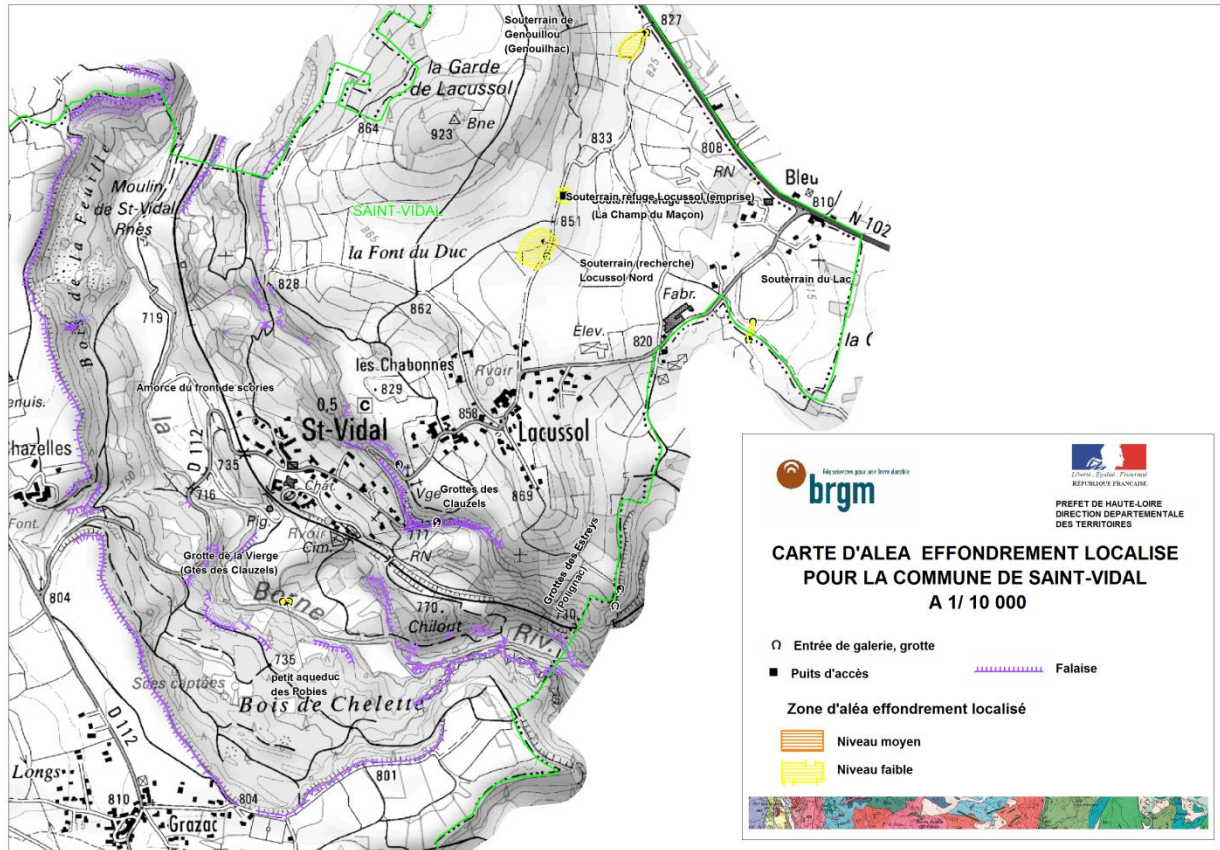


Illustration 74 : cartographie des zones d'aléa effondrement localisé

4.3. ALEA GLISSEMENT

4.3.1. Méthodologie

La méthodologie consiste d'abord à déterminer les secteurs où l'aléa est retenu du restant du territoire, compte-tenu des principaux facteurs de prédisposition (nature lithologique et pente). L'évaluation du niveau d'aléa se fait ensuite par croisement de l'intensité par la probabilité d'occurrence.

Identification des zones retenues

La prédisposition des terrains à glisser devient nulle ou négligeable pour une pente inférieure à un seuil qui varie selon les lithologies. La détermination de ces seuils par lithologie est issue des précédentes études pour des formations géologiques similaires, seuils réajustés le cas échéant en fonction des événements constatés et des indices d'instabilité levés sur le terrain.

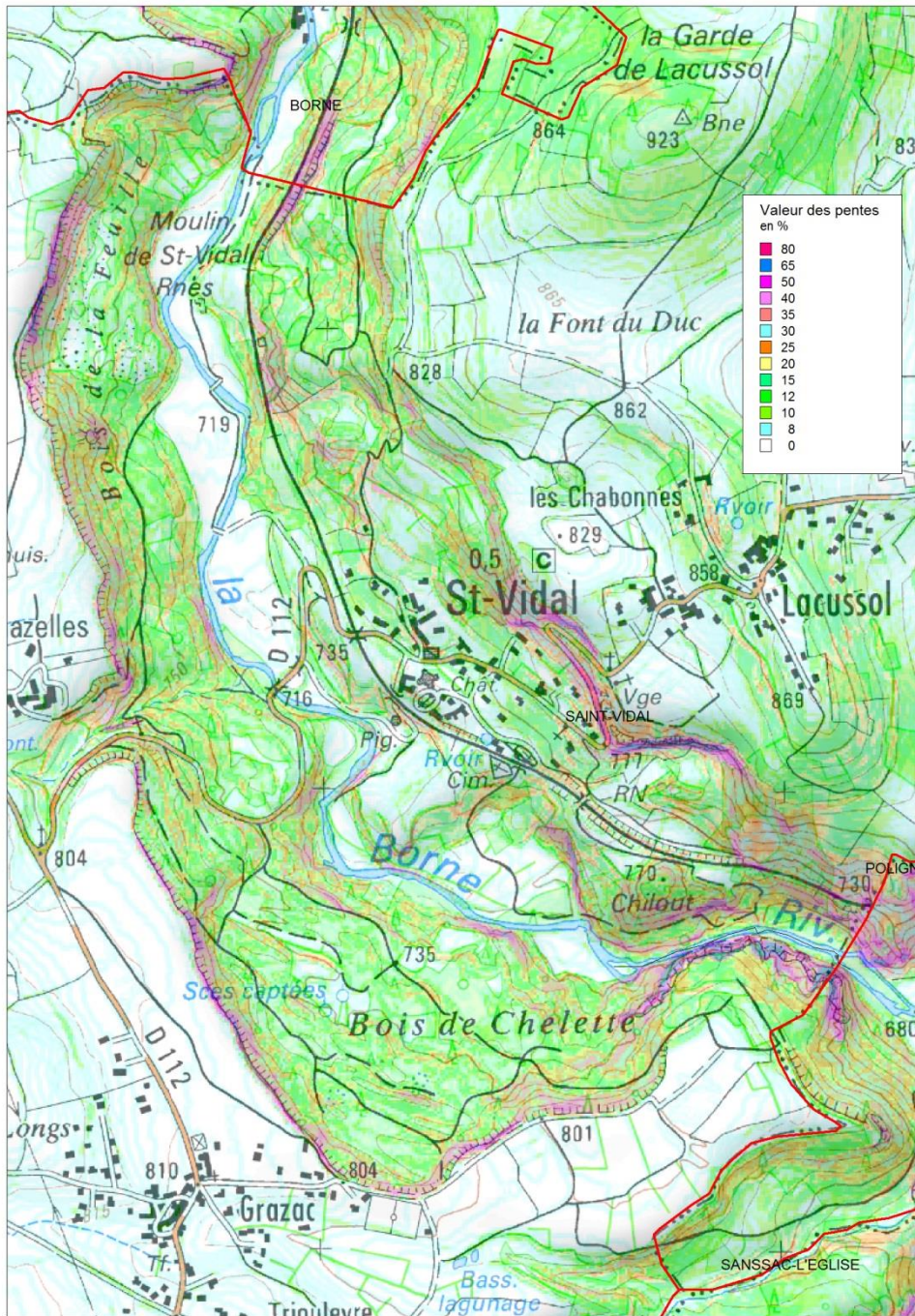


Illustration 75 : carte des pentes, calculée à partir du MNT CRAIG (maille 6 m)

Le travail de terrain réalisé dans le cadre de cette étude, a permis de déterminer des classes lithologiques assez contrastées, à un niveau de détail supérieur à celui de la carte géologique à 1 / 50 000. Pour ces diverses formations, les seuils de pente retenus au final sont les suivants :

- Clapiers, matériaux pyroclastiques frottants (pierres ponces) : 35-40° ;
- Eboulis de falaise, matériaux pyroclastiques un peu cohésifs (cendres altérées, cinérites) : 30-35° ;
- Autres éboulis, colluvions de versant : 25-30° ;

- Partie des complexes de versant à dominante rocheuse très marquée : 20-25° ;
- Formations sédimentaires argileuses en place, alluvions, partie des complexes de versant à moyenne teneur en argiles : 15 -20° ;
- Formations argileuses déjà déplacées, partie des complexes de versant à forte teneur en argiles : 10 -15°.

D'un point de vue traitement numérique SIG automatique, toutes les délimitations de zonage se sont appuyées sur la carte des pentes (Illustration 75). Pour cela, il a été utilisé le MNT du CRAIG, d'une maille de 2 m (le MNT IGN disponible sur l'ensemble de la région auvergne en 2009 est au pas de 25 m pour la DRAF AUV). Pour éviter toutes les fluctuations ponctuelles de pentes instantanées à cette résolution, il a été dégradé au pas de 6 m. Lorsque les variations de pente restent marquées d'un pixel à l'autre, le seuil de coupure en terme de délimitation est alors plutôt fixé sur 2 sinon 3 pixels (détermination d'une pente moyenne représentative).

Intensité

D'un point de vue intensité, par rapport aux phénomènes observés sur la commune, les distinctions principales suivantes peuvent être faites (Plans de Prévention des risques naturels Prévisibles. Guide général : G. Garry et al ,1997) :

- Glissements potentiels de faible ampleur : intensité limitée ;
- Glissements potentiels de moyenne ampleur (> 1000 m³) : intensité modérée ;
- Glissements avérés (stabilisés mais avec réactivation récente) de faible ampleur : intensité modérée ;
- Glissements avérés (stabilisés mais avec réactivation récente) de moyenne à forte ampleur (> 1000 m³) : intensité modérée ou élevée ;
- Glissements fossiles de grande ampleur (réactivation des parties figées) : intensité modérée.

Probabilité d'occurrence :

En dehors de la pente, les autres paramètres (événements et facteurs de prédisposition) pris en compte pour les délimitations, intensités et probabilités d'occurrence sont les suivants:

- événements passés : volume et géométrie des masses glissées, formations concernées, historique et récurrence.....
- facteurs géologiques et géotechniques : nature lithologique (et notamment la teneur et nature en argiles en relation avec la résistance au cisaillement et la capacité au gonflement), état sain/altéré (en relation avec l'érosion de surface), structures géologiques (fracturation, pendage....), caractérisation des formations superficielles.....
- facteurs topographiques et géomorphologiques : outre la pente, la courbure (effet de convergence ou pas), l'orientation, couches en aval pendage et amont pendage, morphogénèse des formations superficielles...
- facteurs hydrologiques : état de saturation des sols (présence de nappes libre) venues d'eau, suintements ou émergences diffus, drainages naturels dans le versant, organisation du réseau hydrographique (dont aptitude relative à l'infiltration et au ruissellement).... ;
- facteurs biotiques (usages des sols) : couverture végétale (limitation de l'effet de l'érosion des sols, système racinaire.....).

La période de retour attendue estimée est inférieure à 100 ans, ainsi la probabilité d'occurrence est estimée comme moyenne, sauf :

- élevée sur les zones de mouvement très récents, ou associés à d'autres facteurs aggravants (facteur érosif particulièrement actif, autre mécanisme possible : coulée, érosion, chute de blocs.....) ;
- faible sur les zones figées du glissement fossile de grande ampleur (réactivation des parties figées).

Niveau d'aléa

Au final, le niveau d'aléa glissement est :

- faible sur les glissements potentiels de faible ampleur, et sur les parties a priori figées du grand glissement fossile du Bois de Chelette ;
- moyen sur les glissements potentiels de moyenne ampleur et les glissements avérés de faible ampleur ;
- fort sur les glissements avérés de forte ampleur, de moyenne ampleur très récents ou avec facteurs aggravants.

4.3.2. Déclinaison

Il a été retenu en aléa glissement de niveau fort :

- En rive gauche, la zone de versant marneux au nord du glissement 1997 SNCF au amont de la voie ferrée (équipée de piézomètres) qui pourrait connaître dans une certaine mesure un événement similaire à 1977, a été cartographié en aléa glissement de niveau fort. Pour le glissement SNCF 1977 où le versant s'est vidé du plus gros des masses argileuses du versant, et qui a fait l'objet de travaux de stabilisation par risberme et donc pour lequel la pente est moins marquée, le niveau d'aléa n'est considéré qu'au niveau moyen ;
- En rive droite, la zone de berge éocène argileuse en amont de pente menacée à la fois en pied dans la zone concave érosive et en amont de la pente marquée est cartographiée en aléa glissement fort. Le reste des flancs éocènes à pente marquée est affecté par un aléa de niveau moyen. Sur les pentes encore prononcées (supérieures à 15 °-20 °), un niveau d'aléa de niveau faible a été retenu. La moitié environ de la surface de la formation éocène à l'affleurement est ainsi affectée. L'axe du ravin de Chazelles et les parties raides sur les flancs (quasi uniquement sur le flanc sud) sont affectés d'un aléa glissement de niveau moyen (zone coalescente avec le zonage moyen des flancs éocènes précédents)
- la zone de glissement de la RD112 et son flanc sud, le secteur du glissement plan de Borne-Vidal et du petit glissement de 2012, sont cartographiés en aléa glissement fort. Le reste du flanc de versant entre les deux est affecté d'un niveau moyen. En dehors de la partie aval du pré à chevaux qui a déjà dans le passé été évidé des matériaux les plus mobiles du complexe du versant et ne reste que marginalement exposé (avec niveau d'aléa faible), le reste du flanc de versant en pente ayant en pied la Borne est qualifié par un niveau d'aléa moyen. L'aval immédiat de la corniche de bordure de plateau sur la zone du mégaglisement du Bois de Chelette est également affecté d'un niveau moyen et le reste du mégaglisement du Bois de Chelette est affecté par un aléa glissement de niveau faible.

Sur le reste de la rive droite, il a été sinon considéré les zonages cartographiques suivants :

- en aval, la corniche en tête de falaise du massif de Pénide n'est pas retenu à l'aléa glissement (mais il le restera au titre de l'aléa chutes de blocs et éboulement) ;
- en amont de la vallée, les éboulis de pied de falaise, les zones de colluvions de versant, les zones de clapiers, dont les pentes dépassent nettement les valeurs seuils, sont affectés d'un aléa glissement de niveau moyen et d'un niveau faible pour les pentes proches des valeurs seuils.

On notera aussi la présence d'une zone d'aléa moyen en pied de versant sur une berge érosive (en amont du premier gué) et dans son prolongement nord (versant raide avant comblement alluvial de cet ancien méandre).

Sur le reste de la rive gauche, il a été sinon considéré les zonages cartographiques suivants :

- en amont de la vallée, la corniche de bordure de plateau présente un flanc d'éboulis (dans lequel parfois se trouvent aussi des pointements ou autres frontons rocheux) jusqu'au niveau du bourg. Compte tenu d'une mobilisation potentielle des terrains de moyenne ampleur, un aléa de niveau moyen a été affecté (sauf au Nord où le profil d'équilibre apparaît atteint et où un aléa de niveau faible a été retenu) ;
- en aval de la vallée, des glissements potentiels de faible ampleur restent possibles localement dans les talus dans les niveaux pyroclastiques au sud de Locussol (niveau faible), puis en contrebas dans le flanc de vallée, des glissements potentiels de moyenne ampleur des altérites dans le talus amont de la voie ferrée (niveau moyen).
- en aval de la vallée et aval de la voie ferrée jusqu'à la Borne, dans des pentes et terrains identiques au cas précédent, un aléa glissement de niveau moyen a été également retenu. Sur les parties moins pentues (pentes modérée que l'on retrouve aussi en auréole de la butte de Chilout), un aléa de niveau faible a été retenu. Sur le reste du pied de versant en rive gauche de la Borne, plusieurs zones d'éboulis rocheux de la butte du Chilout à pente raide sont susceptibles de glisser en un relatif volume et ont été donc retenus au niveau moyen.
- les éboulis fins sous la falaise de cinérites à l'ouest de la butte de Chilout sont le siège d'un possible glissement de moyenne ampleur (niveau moyen). La pente bien plus réduite (25 à 30°) au sein des niveaux sablo-argileux sous le cimetière limiterait les possibilités de départ en volume (niveau faible).
- au sud du bourg, seule la partie bâtie du centre bourg au coin sud-est du château présente une pente localement un peu plus soutenue de 25 à 35 °. Pour ce talus d'envergure limitée en amont de la voie ferrée (présentant sans doute des niveaux argilo sableux comme ceux identifiés par les forages SNCF), un aléa glissement de niveau faible a été retenu. Sous la voie ferrée en amont du pigeonier, on retrouve à nouveau des pentes susceptibles de petits glissements de faible ampleur. Enfin la forte attaque érosive de la Borne pourrait engendrer dans le talus entaillé des glissements plans de plus moins grande ampleur (niveau moyen)
- au nord du bourg, la pente atteint et dépasse 25° dans les formations de versant en plusieurs endroits suivant des bandes parallèles à l'axe de la vallée. Dans la zone de clapiers, la pente dépasse localement 35 °. Pour toutes ces zones mais aussi les zones à pente plus réduite mais présentant un moutonnement plus ou moins fugace, un aléa de niveau faible a été retenu.

- au nord du clavier, la zone de complexes de versant de ce flanc de vallée de rive gauche de la Borne présente un faciès plus argileux (niveaux marneux épais reconnus par sondages SNCF). Dans les bandes de terrains à pente significative de cette zone, un niveau d'aléa faible a été retenu (porté au niveau moyen quand un moutonnement marqué a été repéré).

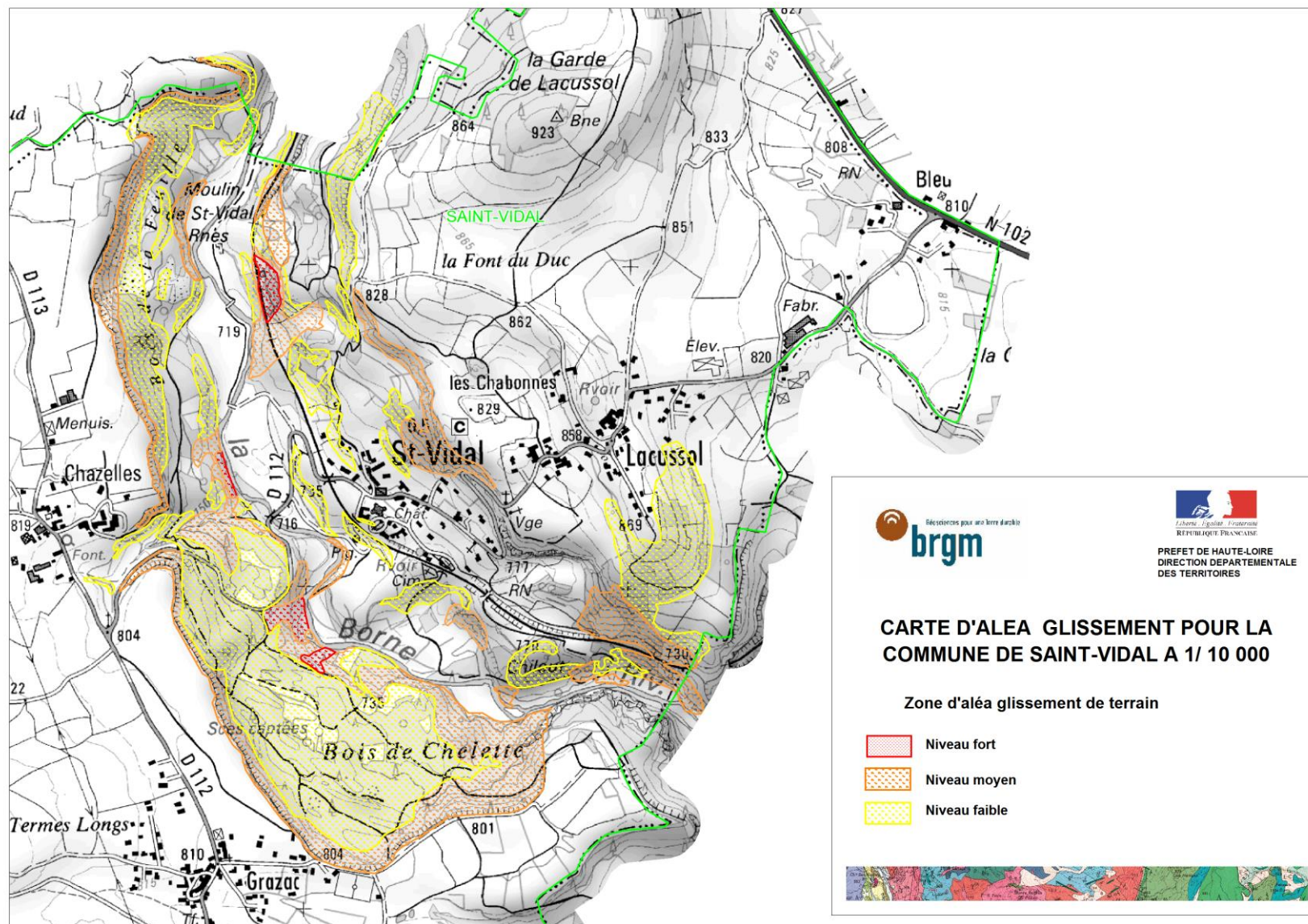


Illustration 76 : cartographie des zones d'aléa glissement sur la commune de Saint Vidal (43)

4.4. ALEA EBOULEMENT /CHUTE DE BLOCS

4.4.1. Méthodologie

La méthode utilisée, telle que décrite ci-dessous, est celle du protocole national en cours de validation finale pour l'aléa rocheux MEZAP (Méthode d'Evaluation des Zone d'Aléas rocheux P(ierres)).

La méthode s'intéresse à caractériser :

- l'aléa de départ (bloc du scénario de référence, activité associée) ;
- l'aléa de propagation (méthode de la ligne d'énergie ou encore dite des cônes).

Sur la base des observations faites sur les matériaux déjà éboulés, de la fissuration et autres éléments d'instabilités rocheux pré-existants (pré-découpage) des parois rocheuses, il est estimé le volume du bloc du scénario de référence, volume rapporté aux classes de référence de l'intensité.

Les différentes classes d'intensité définies pour les départs rocheux sont les suivantes : faible ($[0,0.25 \text{ m}^3]$), modérée ($[0.25,1 \text{ m}^3]$), élevée ($[1,10 \text{ m}^3]$), très élevée ($>10 \text{ m}^3$) et exceptionnel (phénomène de grande ampleur avec écoulement rocheux turbulent).

Une fois le bloc du scénario de référence défini, on définit le degré d'activité de ce bloc de référence en relation avec la probabilité de départ telle qu'on peut l'estimer suivant les classes de probabilité de départ suivantes : activité faible (de l'ordre d'un départ du bloc de référence tous les 100 ans), activité moyenne (de l'ordre d'un départ du bloc de référence tous les 10 ans) et enfin activité forte (de l'ordre d'un départ du bloc de référence tous les ans).

La propagation rocheuse reste limitée en aval suivant un angle fixe entre la tête de falaise et le point d'arrêt (principe de la ligne d'énergie : illustration 77). Cet angle d'arrêt permet de tracer du point de départ rocheux un cône en 3 dimensions dans lequel l'éboulement est possible. Par superposition de ce cône et de la surface 3D en aval, on détermine la surface de versant potentiellement concernée par l'aléa rocheux.

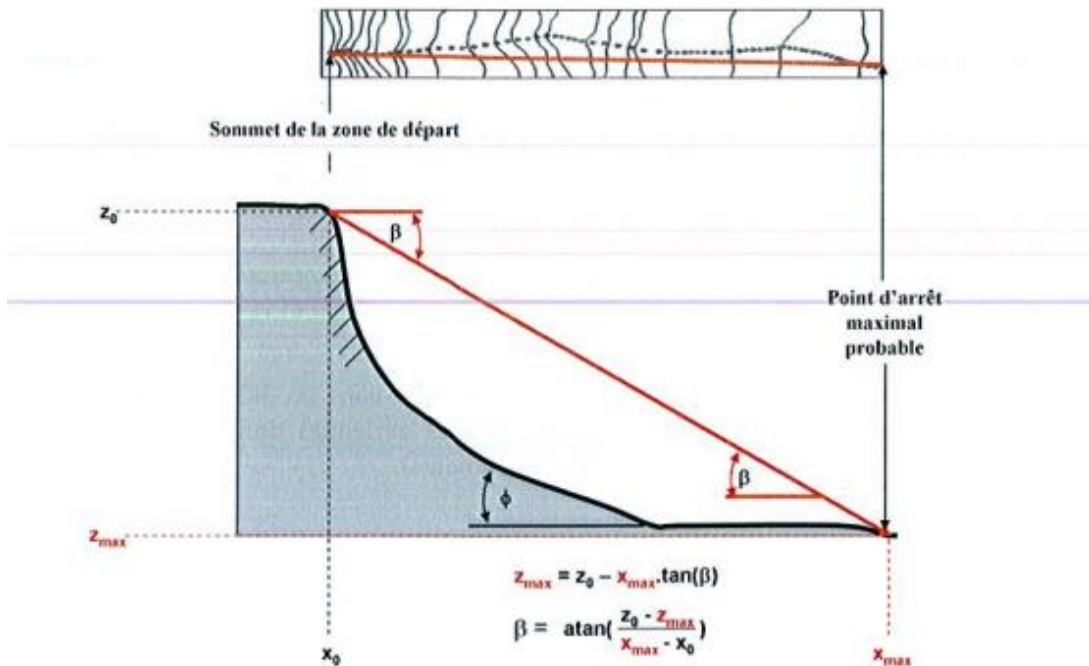


Illustration 77 : représentation schématique de la ligne d'énergie (et formule pour l'angle d'arrêt)

La valeur de l'angle fixe d'arrêt varie selon la présence d'une couverture de forêt en aval du point de départ rocheux ou non (si les arbres de cette forêt sont en mesure ou non d'arrêter, freiner en partie la propagation du bloc de référence).

En tout point de la surface de versant potentiellement concernée par l'aléa rocheux, la probabilité d'atteinte est déterminée suivant l'angle de ce point à la zone de départ rocheux et permet de déterminer une probabilité d'atteinte (illustration 78).

Probabilité d'atteinte d'un point	Intervalle d'angles de la méthode du cône sans prise en compte de la forêt	Intervalle d'angles de la méthode du cône avec prise en compte de la forêt
Très fort	36° et plus	39° et plus
Fort	32°-35°	35°-39°
Moyen	30°-33°	33°-37°
Faible	26°-30°	29°-34°

Illustration 78 : Qualification des niveaux de probabilité d'atteinte selon la méthode de la ligne d'énergie sans et avec prise en compte de la fonction de protection du couvert végétal

De cette probabilité d'atteinte et de l'indice d'activité rocheux au départ du bloc du scénario, il est déduit la probabilité d'occurrence (illustration 79).

		Probabilité d'atteinte			
		Faible	Moyenne	Forte	Très Forte
Indice d'activité	Faible	Faible	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Moyen	Modérée	Modérée	Elevée	Très Elevée
	Fort	Modérée	Elevée	Elevée	Très Elevée

Illustration 79 : Définition de la probabilité d'occurrence de l'alea de référence en un point

Enfin, par croisement de l'intensité et de la probabilité d'occurrence, le niveau de l'aléa est déduit (illustration 80).

		Intensité				Phénomène de grande ampleur (écoulement turbulent)
		$V \leq 0,25 \text{ m}^3$	$0,25 < V \leq 1 \text{ m}^3$	$1 < V \leq 10 \text{ m}^3$	$V > 10 \text{ m}^3$	
Probabilité d'occurrence	Faible	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	Cartographie avec un niveau d'aléa unique: très élevé (Cf. 3.1)
	Modérée	Faible	Modéré	Elevé	Elevé	
	Elevée	Modéré	Modéré	Elevé	Très élevé	
	Très élevée	Elevé	Elevé	Très élevé	Très élevé	

Illustration 80 : Définition du niveau de l'alea de référence par zone homogène

4.4.2. Déclinaison

Aléa de départ :

Ici, les départs rocheux sont peu nombreux et mal qualifiés : quelques chutes de pierre s'observent à des fréquences comprises entre 1 et 10 ans sur les sites les plus actifs (en bordure du front de taille de l'ancienne carrière de matériaux pyroclastiques par exemple). L'éboulement récent de fin 2012 concerne un volume de quelques m³ avec des blocs de référence ne dépassant guère les 0,25 m³. Le bloc retrouvé dans le filet anti chute en amont de la voie ferrée ne l'atteignait pas non plus. En de nombreux points, le seuil du m³ pourrait néanmoins être dépassé (bascule de section d'orgue sous-cavée par exemple).

De manière générale et majorante (hypothèse sécuritaire a priori), il a été considéré la possibilité de départs sur la plupart des fronts rocheux, d'un bloc de référence compris entre 0,25 m³ et 1 m³ (intensité modérée) pour une fréquence de l'ordre de 100 ans (activité faible).

Pour quelques rares petits frontons (partie basse en bordures des falaises par exemple), on considère la possibilité de départ d'un bloc de référence entre 0,25 m³ et 1 m³ (intensité faible) pour une fréquence de l'ordre de 10 ans (activité moyenne) qui donnerait lieu à un aléa équivalent ou inférieur au cas général.

Sur quelques rares zones, la possibilité de départs plus importants a été considérée, avec un bloc de référence compris entre 1 et 10 m³ (intensité élevée) pour une activité faible de l'ordre de 100 ans. Cela concerne la falaise basaltique au-dessus de Saint Vidal, dans son prolongement nord (au niveau des deux avancées en tête et des plaques pré-décollées), comme sur le prolongement sud et exclut la partie médiane qui a fait l'objet de la purge à la pelle mécanique. Cela concerne également quelques zones de frontons rocheux instables au sud de la butte de Chilout, le massif de la Pénide (avec des départs pouvant même être plus conséquents mais pour une activité moindre) et la falaise érodée en pied par la Borne en aval des zones de glissements actifs sur le (méga)glissement du Bois de Chelette.

D'un point de vue zonage d'aléa, il a été considéré une largeur en arrière de falaise de 5 m partout, sauf au niveau du massif de la Pénide, où la largeur en arrière de falaise a été prise à 10 m.

Aléa de propagation

Compte tenu des rares événements (et du niveau d'aléa final calculé en se basant sur la méthode MEZAP), la méthode a été légèrement simplifiée ici en ne retenant que deux angles de base β pour la méthode des cônes, 32 ° (atteinte forte à très forte) et 26 ° (atteinte faible à moyenne). Lorsque la zone de propagation en aval est boisée de manière prépondérante (soit sous certaines zones de corniche, sous une partie de la falaise des cinérites.....), les angles retenus β seront plus fermés avec respectivement 34 et 28 °.

La distance de propagation d_{propag} est déduite de la hauteur de la falaise, de l'angle considérée β (entre 26 et 34 °) et de la pente moyenne en aval de falaise dans la zone de propagation, comme suit :

$$d_{propag} = \frac{h_{falaise}}{(\tan \beta - \tan \text{pente}_{aval})}$$

Pour les calculs de distance de propagation, les variations de hauteurs de falaise (et plus rarement du fait d'une pente en aval du front rocheux qui varie fortement) obligent sur certaines falaises à découper la falaise en tronçons, secteurs différents pour considérer des distances de propagation différentes.

Lorsqu'il existe un replat juste sous un fronton subvertical de falaise, c'est l'abaque de Richtie (adaptée au cas d'une chute libre puis de rebonds limités sur une surface de sol plate) qui a retenue pour évaluer la distance de sécurité. Cette distance de sécurité est par rapport au pied du talus rocheux de 5,5 m pour des fronts de moins de 5 m de dénivelé, de 8 m pour des hauteurs de dénivelé du front comprises entre 5 et 10 m et enfin de 11,5 m pour des hauteurs de dénivelé du front comprises entre 5 et 10 m.

Niveau d'aléa :

Les trois configurations de départ rocheux rencontrées ici ont donné lieu aux niveaux d'aléas comme suit :

Configuration	Départ		Propagation		
	Intensité	Activité	Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Niveau d'aléa
Cas général	modérée	faible	faible à moyen	faible à modérée	moyen
			fort à très fort	élevée	moyen
Chutes limitées de pierre	faible	moyen	faible à moyen	modérée	faible
			fort à très fort	élevée	moyen
Départs plus conséquents que le cas général	élevée	faible	faible à moyen	faible à modérée	fort
			fort à très fort	élevée	fort

Illustration 81 : Tableau des niveaux d'aléa selon les configurations courantes

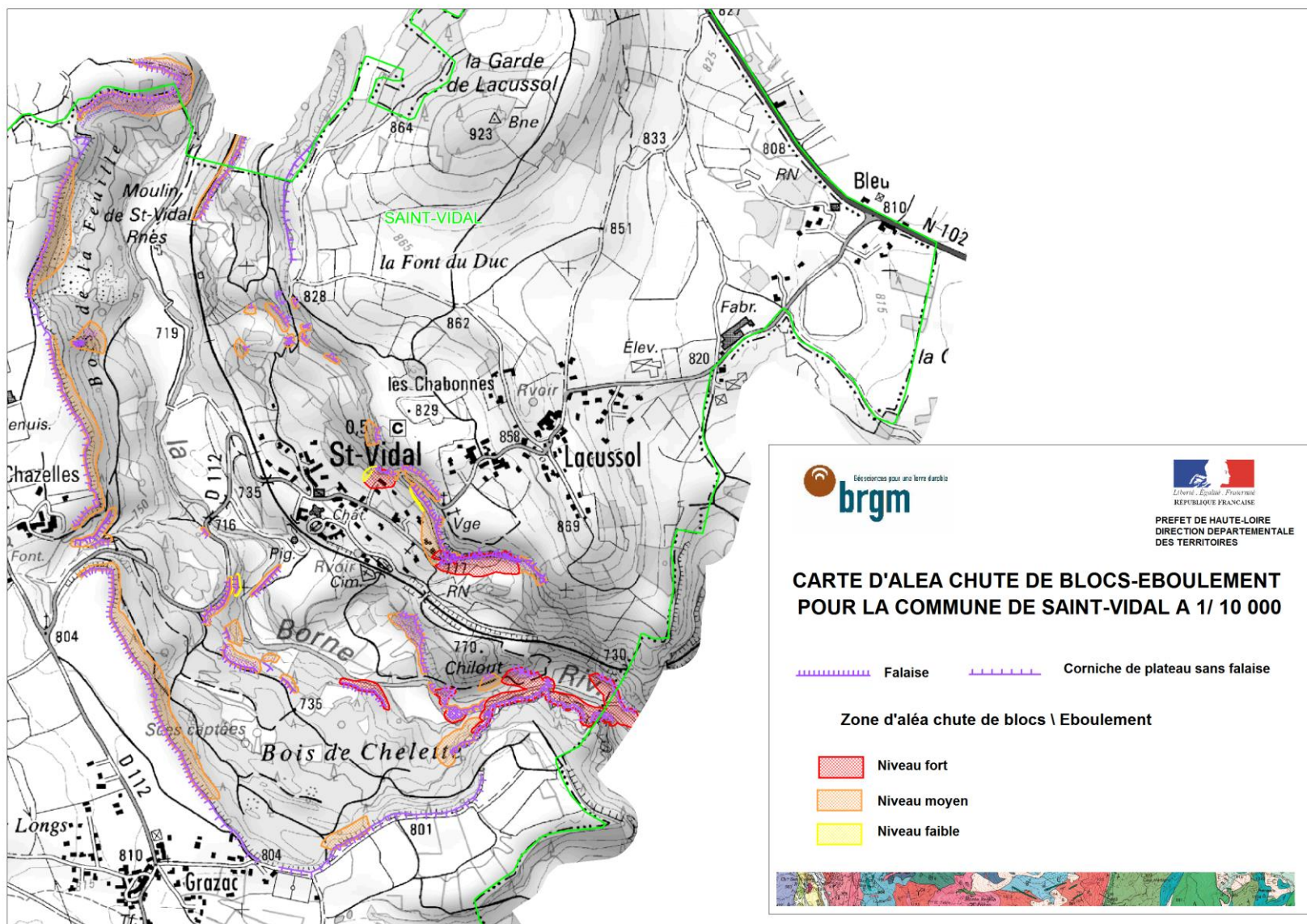


Illustration 82 : cartographie des zones d'aléa chute de blocs \ éboulement sur la commune de Saint Vidal (43)

4.5. ALEA COULEE

La méthodologie employée reste celle utilisée pour la cartographie des zones exposées aux mouvements de terrains à l'échelle régionale de l'Auvergne pour le compte de la DRAF Auvergne (RP-59085-FR), mais aussi pour l'évaluation des susceptibilités aux aléas coulées de boue des départements du Jura et du Rhône (RP-61114-FR), mais déclinée à plus petite échelle par une approche plus naturaliste.

4.5.1. Méthodologie de l'aléa coulée de boue

Elaboration du modèle de drainage

Le mécanisme classique de la coulée de boue consiste en la reprise de produits de glissements par un flux hydrique. En général, il faut que ce flux hydrique soit suffisamment important pour entraîner une reprise et un « écoulement » des matériaux vers l'aval. A contrario, le flux hydrique ne doit pas non plus être trop important par rapport à la masse solide sinon on parle alors de crue hyperconcentrée.

On peut rencontrer un flux hydrique suffisant pour la production d'une coulée de boue, dès lors que la surface drainée atteint une valeur minimale. Compte tenu de notre expérience, nous choisissons de fixer cette surface minimale à 2,5 Ha. A contrario, si le bassin versant est trop grand, la phase liquide devient prépondérante et on passe alors en crue hyperconcentrée. Compte tenu de notre expérience, nous choisissons de fixer la surface drainée maximale à 25 Ha.

Une fonctionnalité du Logiciel ARCGIS permet d'élaborer automatiquement à partir du MNT, un modèle de drainage de l'ensemble du territoire de l'Auvergne. Ce modèle de drainage symbolise en quelque sorte les zones de concentration des écoulements.

Il suffit ensuite de procéder à un reclassement des surfaces drainées de façon à ne faire apparaître que les surfaces drainées comprises entre 2,5 et 25 Ha.

Ces deux seuils surfaciques, tirés de notre expérience en matière de cartographie des aléas géologiques à grande échelle, ont toutefois fait l'objet d'un calage sur des phénomènes connus en Auvergne (RP-59085-FR). Ces mêmes seuils ont été retenus pour les départements du Jura et du Rhône.

On notera après coup pour ce dernier département lors d'une étude en cours sur la Métropole du Grand Lyon (RP-64408-FR) que les événements mentionnés de coulée de boue s'avéreraient en fait davantage relever du type du ruissellement (agricole) boueux, à savoir donc des événements boueux inondants (crue hyperconcentrée). Dans le contexte géologique de ce département du Rhône, il n'existerait pas vraiment de possibilité de coulées de boues, la notion de ces seuils associés à la carte des pentes n'étant pas suffisante pour discriminer systématiquement parmi les événements boueux ce qui relève des événements inondants par rapport aux mouvements de terrain sensu stricto. La méthode prévoit aussi d'ajouter des facteurs de pondération sans que cela ne garantisse une meilleure discrimination.

Elaboration d'une carte des pentes

A partir de la carte des pentes, on effectue simplement un reclassement en 3 classes (0 à 8°, 8 à 12° et plus de 12°). En fait, on considère que des coulées peuvent survenir au-delà de 12° de pente mais peuvent parfois se propager sur des pentes comprises entre 8 et 12°. En revanche, en dessous de 8° de pente, une coulée ne se propage plus et s'arrête. Si toutefois elle se propage, c'est que la phase liquide est telle que le phénomène s'apparente d'avantage à une crue hyperconcentrée, phénomène qui n'est pas étudié ici.

Facteurs de pondération

La nature lithologique des terrains joue un rôle important sur une alimentation possible en éléments sur la zone de départ de la coulée (elle joue aussi un rôle sur l'aléa glissement et donc déjà de manière indirecte en tant que facteur de pondération). Les formations à forte matrice argileuse, limoneuse ou tourbeuse sont des zones favorables alors qu'à contrario des formations rocheuses non altérées ne peuvent pas alimenter le phénomène en éléments fins.

L'aléa coulée de boues a des affinités très marquées avec l'aléa glissement dont elle constitue un pôle plus fluide que les glissements bien que toujours visqueux. La coulée de boue se différencie des glissements par sa propagation bien plus importante le long d'un axe d'écoulement (axe du talweg) ; de plus elle se différencie des crues hyperconcentrées par son pouvoir destructeur. Il n'est retenu que les couloirs d'écoulements relatifs à des surfaces drainées comprises entre 2,5 et 25 ha à condition qu'elle recoupe une zone d'aléa glissement ou sinon au moins une couche à la lithologie argileuse marquée).

L'occupation des sols est un autre paramètre important qui influe fortement sur la survenue ou non de coulées. Les secteurs agricoles laissant la terre à nu (labours ou zones viticoles) constituent un facteur prépondérant de départ de coulée, y compris en faible pente. A contrario, les zones boisées limitent de tels événements. Ce facteur a été pris en compte pour le département du Rhône (zones viticoles) et de manière plus fouillée pour la Métropole du Grand Lyon.

4.5.2. Déclinaison

Aucun événement de coulées de boue n'est connu sur la commune. Parmi les 9 coulées reparties sur le département de Haute Loire dans la base BD-MVT, 6 concernent des communes du bassin du Puy en Velay (1 sur Auzon, 2 au Puy en Velay 1 sur Cussac sur Loire 1 sur Brives Charensac et 1 sur Polignac). La coulée à Auzon en 1988, les coulées sur le Puy de 1862 et 1866, la coulée de Brives-Charensac de 1980 (associée à une crue et érosion de berge sur la Loire) relèvent d'un phénomène inondant (ruissellement orageux). Sur Cussac-sur-Loire, des trombes d'eau se sont accumulées en 1914 derrière un amas de troncs d'arbres qui a rompu d'un coup. Seul l'événement de Polignac serait en rapport avec une zone de glissement au sein de colluvions argilo-sableuse au niveau du lieu dit Les Chanceux et pourrait correspondre à une coulée de boue.

Le fort contraste lithologique des terrains à l'affleurement permet d'éliminer comme zones d'apports toutes les formations volcaniques (hors zones d'altérites du moins).

La zone reste contrainte à l'espace de la vallée de la Borne. Les zones d'apport possibles restent limités aux :

- formations argileuses éocènes presque entièrement boisées (quelques champs et espacées enherbés en berge de ravine de Chazelles) ;
- complexe de versant sous couverture boisée ou de prairies permanentes ;
- zones d'altérites limitées en épaisseur (les éboulis de la falaise de cinérites formant un volume plus marqué mais protégé par des arbres et situé en pied de versant, méandre).

On ne note aucun signe spécifique laissant croire à de tels événements, notamment des signes de ravinement même infimes.

Les zones semblant les plus propices à de tels événements resteraient la zone de l'ancien glissement de la voie ferrée (surtout le versant marneux encore en place au niveau des piézomètres), les abords nords de la ravine de Chazelle et les parties actives dans le mégaglisement du Bois de Chellette. Dans tous ces cas, c'est plus un glissement à évolution assez lente que l'on attendrait plutôt qu'une coulée à évolution plus rapide.

Par rapport aux zones d'aléas glissement, on retiendra aussi, dans les formations de complexe de versant, certains axes de talweg à pente assez modérée mais au profil moutonné, ainsi que des pentes peu prononcées dans la partie est du village.

Sur les zones d'aléas recoupant pour partie une zone d'aléa glissement au moins localement de niveau moyen, le niveau d'aléa retenu est moyen. Pour les autres zones, c'est un aléa de niveau faible qui est retenu.

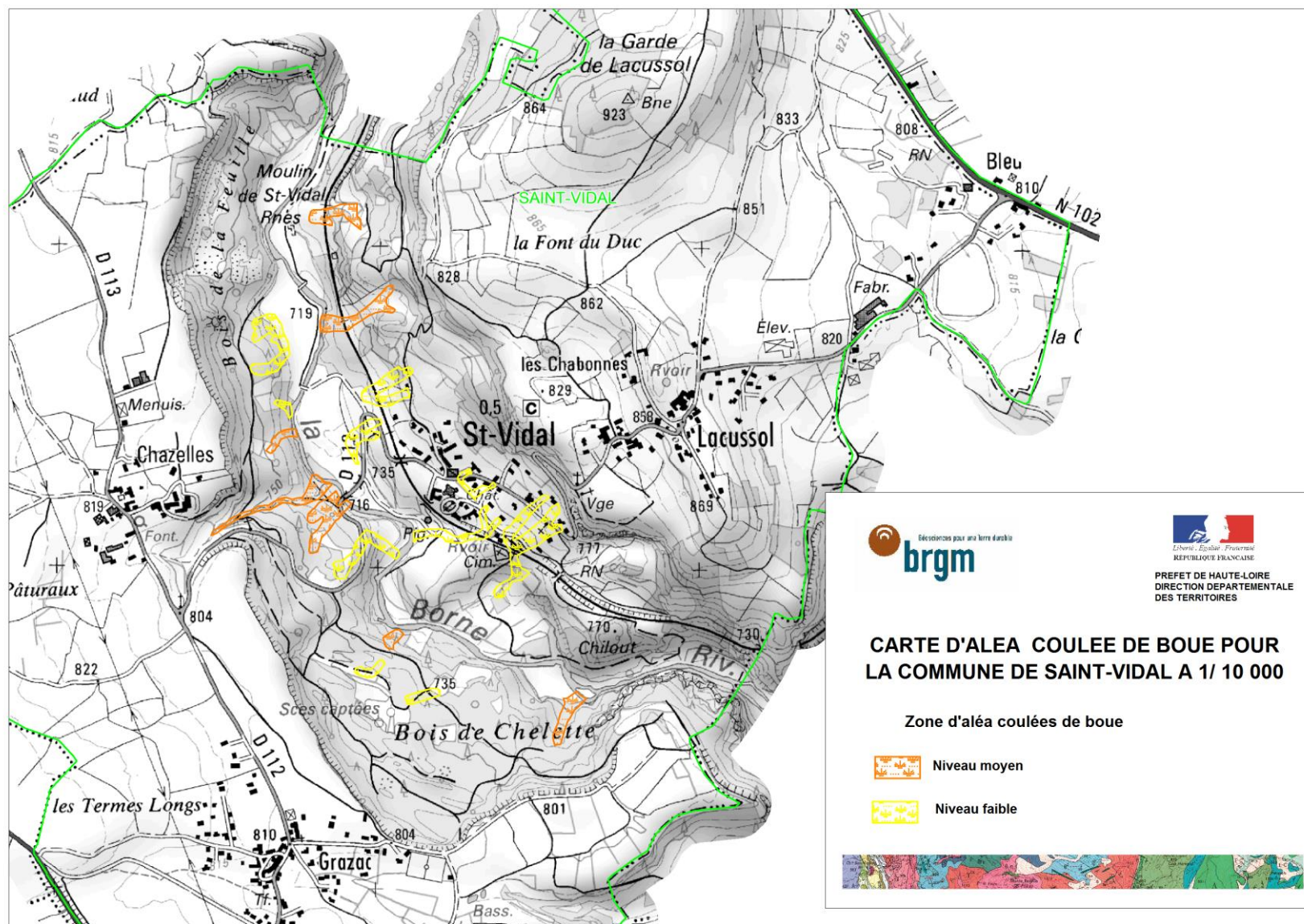


Illustration 83 : cartographie des zones d'aléa coulée de boue sur la commune de Saint Vidal (43)

4.6. ALEA EROSION DE BERGES

La Borne présente des sinuosités plus ou moins prononcées, notamment à hauteur du bourg où la direction globale d'écoulement bascule de la direction N-S à W-E. Les variations de débit permettent aisément à la rivière en crue de sortir de son lit mineur à hauteur des anciens méandres à fond de vallée plat et large, sans craindre une érosion marquée de la berge concave érosive.

Dans la zone aval de la rivière de fort encaissement basaltique (canyon), la rive sud en apic reste particulièrement résistante (rive convexe surtout) et l'érosion reste négligeable. La rive nord (flanc sud du massif du Chilout) avec une courbure concave assez peu prononcée y est beaucoup plus hétérogène, alternant tronçon de falaises déstabilisées, zone de falaise bien en place et zones d'éboulis de bas de versant.

En dehors de ces zones (méandres, canyon), dans les courbures plutôt prononcées de berge concave érosive, l'effet de sape des berges peut se révéler bien plus actif et en relation étroite avec les glissements de base de versant.

Il a été retenu un niveau d'aléa moyen à hauteur des deux virages les plus prononcés de la Borne en rapport avec une instabilité du pied de versant. Ce niveau est même porté au niveau fort à hauteur du pied du glissement non stabilisé de la RD112 du fait des interactions réciproques entre le glissement envahissant gravitairement le lit de la Borne et l'érosion de la Borne qui sape le pied de glissement.

Deux autres zones présentant des signes d'instabilité de base de versant ont été retenues comme zones d'aléa érosion de niveau moyen :

- pied du glissement SNCF en sortie de rive concave ;
- rive argileuse des illites éocènes, sans courbure marquée mais très sensible à l'érosion hydrologique.

Toutes les autres zones correspondent à des zones de berge érosive concave de moindre courbure ou sans instabilité de pied de versant associé. Elles ont été retenues comme zones d'aléa érosion de niveau faible.

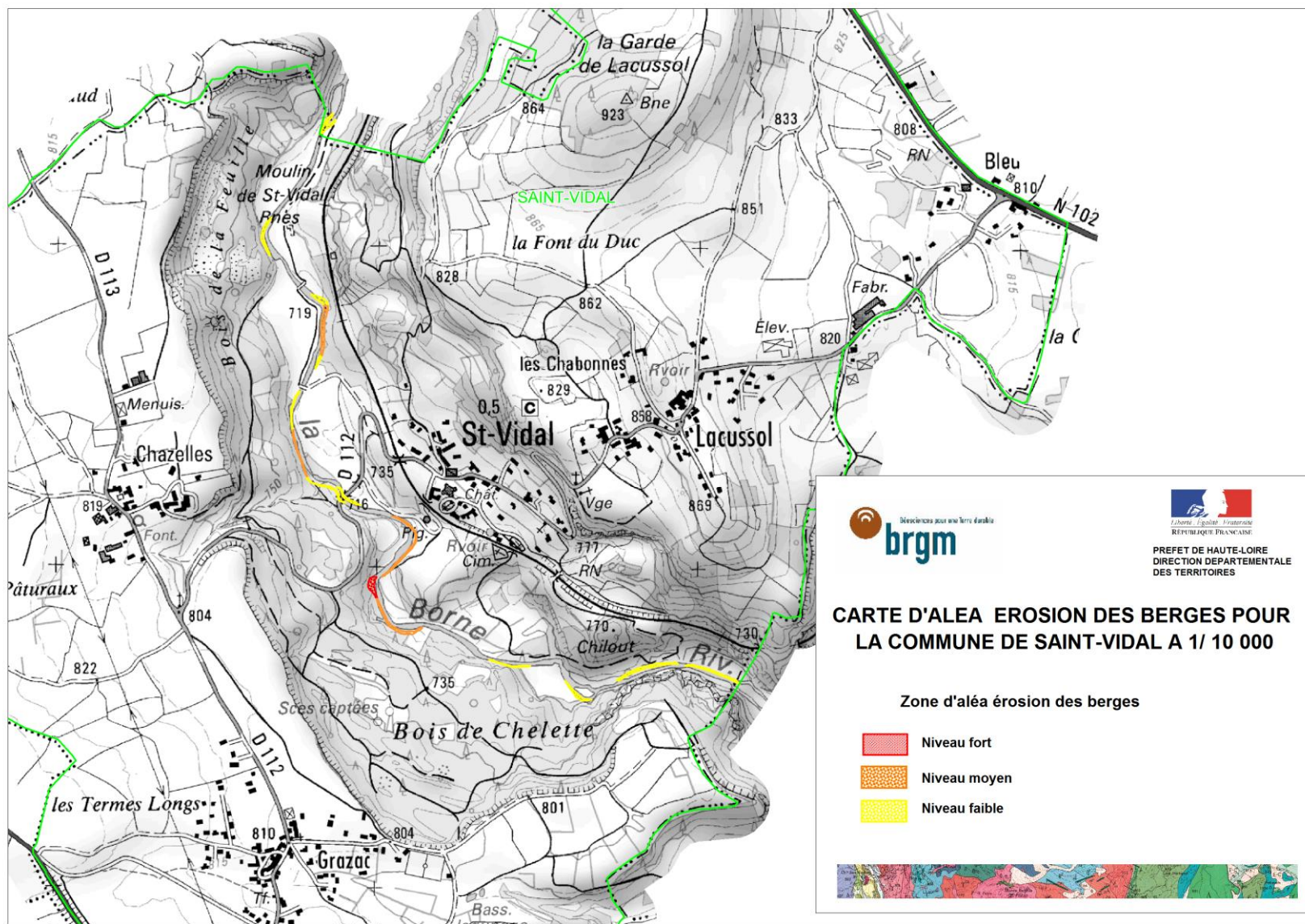


Illustration 84 : cartographie des zones d'aléa érosion de berges sur la commune de Saint Vidal (43)

4.7. CARTOGRAPHIE MULTIALEA

Il a été utilisé la terminologie usuelle employée associant une lettre pour le phénomène impliqué et un chiffre pour le niveau d'aléa :

- G ou g : glissement¹⁴ ; P : chutes de pierre ; f : effondrement localisé ; c : coulée, b : érosion de berge ;
- aléa faible 1 (jaune); aléa moyen 2 (orange); aléa fort : 3 (rouge) ;

Lorsque plusieurs phénomènes se superposent, on affecte à la zone de superposition la couleur de niveau d'aléa le plus haut et on somme les termes du plus significatif au moins important. Certains phénomènes restent des mécanismes assez proches, notamment les coulées et les érosions de berge vis-à-vis des glissements : lorsqu'ils sont présents par 3 ou plus sur de petites superficies pour des niveaux équivalent ou moindre, les aléas coulées et érosion de berge sont assimilés à du glissement pour simplifier et regrouper l'ensemble des zones d'aléa superposées.

La planche résultante est située en planche hors texte n°1 en annexe 2.

Les recommandations ou prescriptions associées à ces aléas naturels, générales comme spécifiques à la typologie et au niveau d'aléa, sont présentées en annexe 3.

4.8. ZONES DE RISQUE ET RECOMMANDATIONS

La présente étude a permis d'identifier sur les zones d'aléas un certain nombre d'enjeux concernés, notamment :

- en enjeux bâtis, sur le bourg en aval des falaises, 2 maisons concernées par un aléa chute de blocs de niveau fort (dont 1 à la marge) et 3 autres maisons (dont 1 à la marge) par un aléa chute de blocs de niveau moyen ;
- en infrastructures, la RD n°112 concernés en plusieurs endroits par des aléas glissement et chute de blocs de niveau moyen ou fort, et de même la voie ferrée.

Même si les zones de risques sur la Route Départementale n°112 et sur la voie ferrée n'ont pas été forcément formulées de manière explicite par les gestionnaires des réseaux (respectivement service des Routes du Conseil Départemental de la Haute Loire et RFF assistée par la SNCF Clermont Ferrand), les zones les plus sensibles leur sont déjà connues, les zones de désordres sont traitées (travaux, déviation) et des dispositifs de suivi sont en place (patrouilles régulières pour la RD112 d'une part, patrouilles, suivis piézométriques, inclinométriques, topographiques, filets de protection ASM posés d'autre part coté SNCF).

Par contre, vis-à-vis des enjeux bâtis individuels, aucune action (en dehors de la récente purge de mise en sécurité) n'a jamais été réalisée. Compte tenu de niveaux de risque évalués (moyen et fort), des volumes potentiels en cause et des conséquences possible en terme de sécurité publique, un certain nombre de recommandations afin de pouvoir gérer sereinement ces zones à risque sous falaise sont proposées ci-dessous

¹⁴ en majuscules si +/- récemment actif, avéré, et en minuscule sinon.

Deux zones de falaises basaltiques en amont du bourg sont ainsi concernées :

- la falaise faisant office de talus amont à la RD n°112, à l'origine de l'éboulement de fin 2012 puis ayant fait l'objet de travaux de purge en mars et avril 2013 (zone de risque moyen pour le bâti) ;
- dans son prolongement nord au delà du virage amont en épingle à cheveux de la RD n°112, une portion de falaise surplombe de près un corps d'habitation (zone de risque fort pour le bâti).

4.8.1. Zone de falaise en risque chutes de blocs/éboulements de niveau moyen :

La falaise a fait l'objet de travaux de sécurisation complets permettant d'éliminer les risques immédiats de chute de pierres et blocs au niveau du front de falaise et de la tête de ressaut : ces travaux ont permis de notoirement améliorer la stabilité notamment sur le court terme (aléa initial localement fort, réduit au niveau moyen).

Pour confirmer la pertinence et efficacité de ces travaux de sécurisation sur le court et moyen terme, il serait bon que la mairie enregistre et archive par écrit tous les événements de départ rocheux même très anodins (cailloutis sur bitume) : le descriptif technique de l'évènement peut se limiter à une simple photographie, une date et des commentaires circonstanciés associées (période de gel/dégel, pluies abondantes, suintements importants avant évènement).

D'autres travaux, sans caractère d'urgence, pour améliorer davantage la situation vis-à-vis des chutes rocheuses sont possibles sans garantir pour autant qu'ils puissent réduire le niveau d'aléa moyen à faible (une telle garantie pourrait nécessiter des coûts pouvant être prohibitifs, hors de proportions de l'activité rocheuse et pour une pertinence de ce fait très limitée) :

- notamment par la pose de filets plaqués à mailles fines pour guider les chutes de pierre en pied de paroi pour la partie de falaise aux abords et en aval du couloir d'éboulement médian. La mise en œuvre d'un réceptacle à caillou avec écran/mur en pied de couloir d'éboulement. A la marge, la pose de quelques crayons de blocage ou ceinturage ;
- un examen du versant au-dessus des fronts de falaise permettrait de diagnostiquer les possibilités de chutes et éboulement provenant d'au-dessus de la falaise et pouvant se propager jusqu'à leur pied, et d'envisager les parades adéquates. On notera que la zone dans le virage en épingle à cheveux du bas, d'aspect en pied guère rassurante (illustration 32 droite) n'a pas été diagnostiquée par SNEB (hors zone d'étude) à l'origine d'un zonage d'aléa fort pour la route (la maison étant estimée a priori comme suffisamment éloignée en principe).

Cette première ligne de travaux aura surtout pour effet de réduire les risques d'instabilité rocheuse sur un bien plus long terme pour la RD n°112 avant tout. Le coût complet de ces travaux est estimé entre 100 et 150 kEuros TTC (hors coûts d'entretien à long terme). La seconde ligne de travaux plus destinée aux instabilités rocheuses provenant du versant en amont de talus routier est estimée à un coût variant entre 12 kEuros TTC jusqu'à 45 kEuros TTC (si travaux nécessaires et engagés dans le virage en épingle à cheveux aval).

4.8.2. Zone de falaise en risque chutes de blocs/éboulements de niveau fort

Il est vivement recommandé qu'un dispositif de suivi soit mis en œuvre et rendu opérationnel. Celui-ci permettra de confirmer ou infirmer une évolution aggravante de la situation. En fonction de ces observations et du suivi, des mesures préventives éventuelles (sinon de crise) pourront être prises.

Un tel suivi devrait être mené sur quelques années au pas de temps annuel dans un premier temps, pour une caractérisation a minima fiable ; en absence de mouvements constatés (résultats du suivi ou événements extérieurs), les mesures pourraient être par la suite davantage espacées.

Cette zone se caractérise par un front a priori peu actif, mais avec un fort potentiel de départ rocheux, et une exposition très forte d'une maison en pied de ressaut. Le simple examen visuel en pied de falaise mais aussi en amont sur l'arrière front en tête, sans mise en œuvre de techniques cordistes, permet de recommander tout d'abord la réalisation par méthode cordiste d'actions très légères au départ (étude de diagnostic spécifique et mise en place d'éléments de suivi) sans travaux de sécurisation ou de confortement, avant d'envisager si nécessaire par la suite la réalisation de travaux de confortement adaptés qui devraient être dans tous les cas délicats et onéreux à mettre en œuvre.

Le contexte ne permettra pas lors du diagnostic rocheux d'envisager des actions de purge associées même légères (sauf à en maîtriser totalement la descente contrôlée des éléments rocheux ainsi purgée). De même, tout test de résistance des discontinuités découpant les masses rocheuses ne peut s'envisager qu'à condition de pouvoir contrôler tout éventuel mouvement enclenché. La faible activité rocheuse, permet juste d'envisager une exploration assez complète sans redouter qu'elle suffise à elle seule à déclencher des départs. Par précaution, on devra évacuer la maison lors de cette exploration. Ce diagnostic pourrait être l'occasion d'être conjugué avec la mise en place sur le front rocheux des éléments de suivi retenu (cibles topos, extensomètre...)

A l'issue de ce travail, il sera possible de définir et d'évaluer la pertinence des travaux de confortement au regard d'autres issues possibles (réévaluation de l'aléa à la baisse, évacuation.....).

Si la solution des travaux de confortement est finalement retenue et mise en œuvre, ceci devrait potentiellement permettre de réduire le niveau d'aléa d'un cran.

Cette étude est estimée à environ 10 -15 k€ TTC de travaux acrobatiques (diagnostic, pose des équipements de suivi), auquel il convient d'ajouter le cout du suivi estimé entre 5 et 15 k€ TTC sur 3 ans, selon la technologie développée (visée laser simple, levé laser complet, levé Lidar...) et l'interprétation faite à chaud plus ou moins détaillée. Les travaux de confortement ne peuvent aujourd'hui faire l'objet d'un pré-chiffrage.

“

5. Conclusions

La commune de Saint-Vidal est située sur la vallée de la Borne dont la rivière a entaillé le plateau basaltique et laissé des flancs de versant plus ou moins en équilibre limite.

Des mouvements de terrain plus ou moins récents (éboulement et surtout glissements parfois conséquents) témoignent du caractère d'instabilité existant sur les versants des deux rives. L'examen des données historiques et surtout sur le terrain a montré en effet dans la vallée de nombreuses falaises et signes d'instabilité plus ou moins avérés ou potentielles, dont le grand glissement de l'ensemble du versant sur le Bois de Chelette, hérité des périodes glaciaires et aujourd'hui figé en masse même si localement des zones de réactivation ponctuelle y restent présentes.

L'évaluation des aléas des différents types de mouvement de terrain impliqués montre que ce sont l'aléa glissement et l'aléa chute de blocs—éboulement qui prédominent largement tant en nombre, superficie et importance (niveau d'aléa faible à fort).

Trois autres types d'aléa mouvement de terrain ne sont pas écartés et restent retenus mais à des niveaux plus réduits (aléas effondrement localisé ou coulée de niveau faible et plus rarement moyen) ou pour des surfaces très réduites (aléa érosion de berge de niveau d'aléa faible à fort).

Plusieurs galeries de faible gabarit pour l'eau (captage, recherches ou drainage) mais situées en position superficielle et plus ou moins effondrées par endroit, justifient un zonage d'aléa effondrement localisé de niveau faible (porté à moyen sur un orifice vertical de tenue médiocre et partiellement obturé).

Les enjeux bâtis exposés restent limités à 3 maisons (plus 2 autres de manière marginale) du centre bourg soumis à l'aléa chute de blocs de niveau moyen (2 maisons +1) et fort (1 maison+1) en rapport avec les falaises surplombant le village. La route départementale RD112 et la voie ferrée sont également exposées à des aléas glissements et chutes de blocs de niveau moyen et fort.

Quelques recommandations associées aux zones sous falaise de risque moyen et fort liées au bâti existant accompagnent la carte d'aléa fournie.

6. Bibliographie

Belin J-M (2013) Purge falaise basaltique. Commune de Saint-Vidal. Contrôle d'exécution Mars et Avril 2013. Rapport Qualys TPI. Rapport G007-01-13-Moul. 14 p.

Cochery R. (2014) – Établissement de scénarios de risques mouvement de terrain dans le département du Jura – phase 2 : complément au rapport BRGM/RP-62519-FR. Rapport final. BRGM/RP-63571-FR, 25 p., 9 ill., 8 ann., 1 CD. (à paraître).

Destretet M., Duranton P., Pleyne R., Robin M. (1988) Rapport sur les risques de mouvement de terrain sur les communes d'Arsac-en Velay et Saint-Vidal. Rapport du CRENAM de l'Université de Saint-Etienne pour le compte de la DDE Haute-Loire. 23 p.

Durand N, Renault O. (2010) Cartographie des zones exposées aux « mouvements de terrain » en Région Auvergne. Elaboration d'un document d'orientation pour la gestion forestière - Rapport final – Rapport BRGM/RP-59085-FR, 57 pages, 23 ill., 1 carte hors-texte.

Equilbey E. Cochery R. (2015) – Révision du PLU_H de la Métropole du Grand Lyon. Réactualisation de la cartographie préventive liée aux mouvements de terrain. Rapport BRGM/RP-64408-FR. 93P. 53 fig., 11 tab. 2 ann., 6 pl. dont 2 h.t ;

Maillard J., Crouzier A. (1989) Département de la Haute Loire. Identification des zones soumises à risques de Mouvements de Terrains (Carte ZERMOS). Rapport BRGM 89-SGN-688-AUV. 14 p.

Maillard J., Malatrait A., Crouzier A ; Restituto J. (1990) Département de la Haute Loire- D.D E Cartographie et zonage de risques de mouvement de terrain [25 communes du bassin du Puy en Velay]. Echelle 1/25 000. Rapport BRGM R 30504 AUV4S90 et CETE 43 89 1662-1.

Saint-Martin M., Rocher P., Lechat K. (2010) Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux dans le département de la Haute-Loire. Rapport final. Rapport BRGM RP-58946-FR. 141 p., 6 ann., 3 cartes h.t.

Poiraud A (2012) Les glissements de terrain dans le bassin tertiaire volcanisé du Puy-en-Velay (Massif Central, France). Caractérisation, facteurs de contrôle, cartographie de l'aléa. Thèse de l'Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand. 563 p., 217 fig, 40 tab.

Renault O., Rouzaire D. (2005) Inventaire départemental des mouvements de terrain en Haute Loire. Rapport BRGM RP-53786-FR. 76 p., 17 ill., 4 annexes, 1 carte hors texte.

Renault O., Borget J.N., Rouzaire D. (2005) Inventaire départemental des cavités souterraines (hors mine) de Haute Loire. Rapport BRGM RP-53787-FR. 72 p., 19 ill., 1 carte hors texte.

Renault O. (2012) Cartographie de la susceptibilité aux "mouvements de terrain" dans le département du Rhône (hors Grand Lyon) – élaboration d'un document unique de porter-à-connaissance – Rapport final – Rapport BRGM/RP-6114-FR, 73 pages, 31 ill., 1 annexe, 1 carte hors texte.

Renault O., Cochery R., Bastone V. (2013) Etablissement de scénarios de risques mouvement de terrain dans le département du Jura - phase 2. Rapport BRGM/RP-62519-FR. 93 p., 56 ill., 3 ann., 12 pl. hors texte, 1 CD.

Sedan O., Terrier M., Hohmann A., Kobayashi H., Mathon C., Rohmer J. (2011) – Scénario de risque mouvements de terrain : Méthodologie et processus de réalisation, Rapport BRGM/RP-59065-FR, 291 p., 100 fig., 19 tab., 8 ann.

SNEB (2013) Rapport technique falaises. Lieu : commune de Saint-Vidal (43) Voie N°1/ Parcelle A308. Avis technique et études de travaux pour sécurisation selon constat du 11 janvier 2013. 8 p.

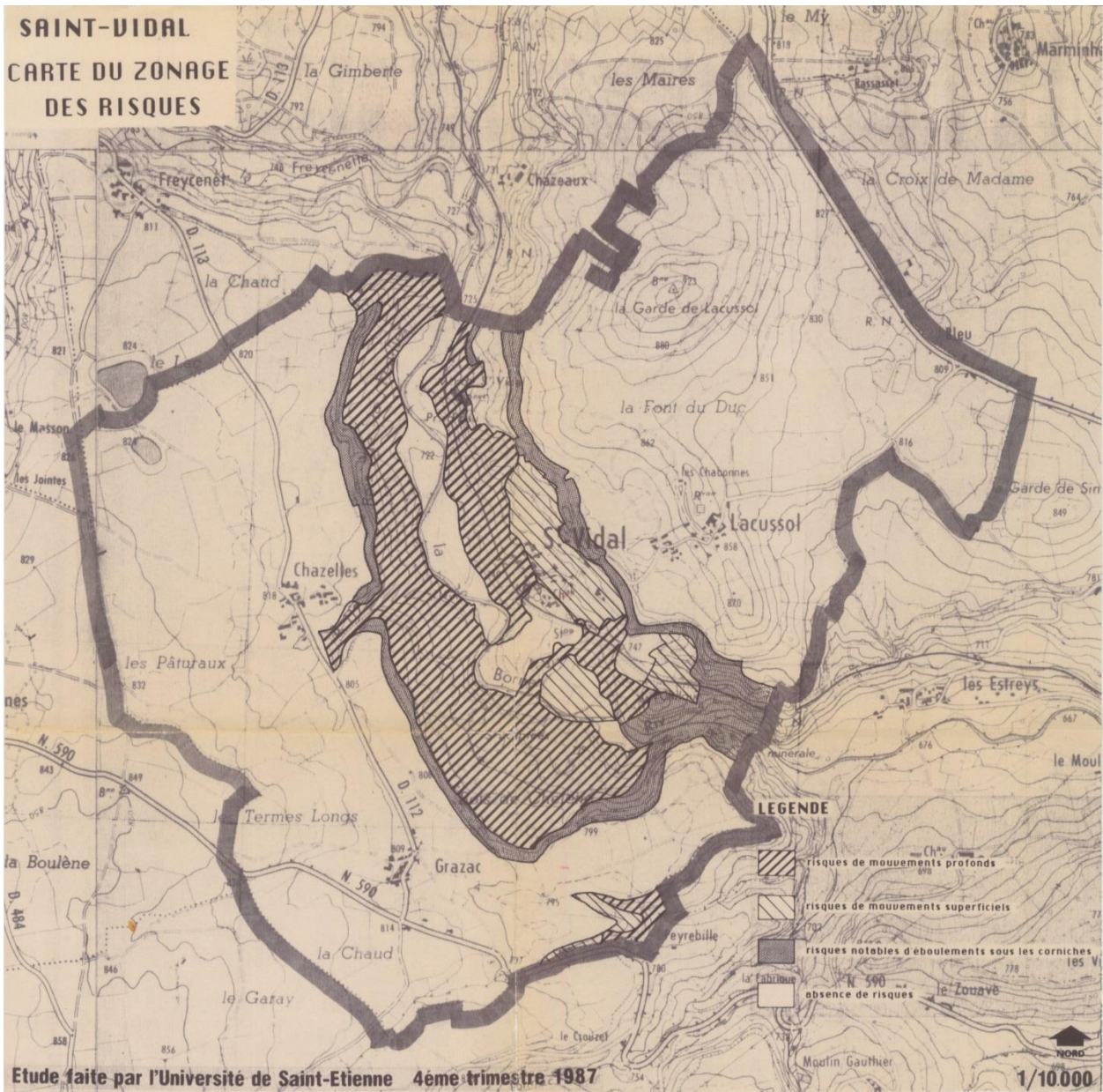
Annexe 1

Cartographies antérieures

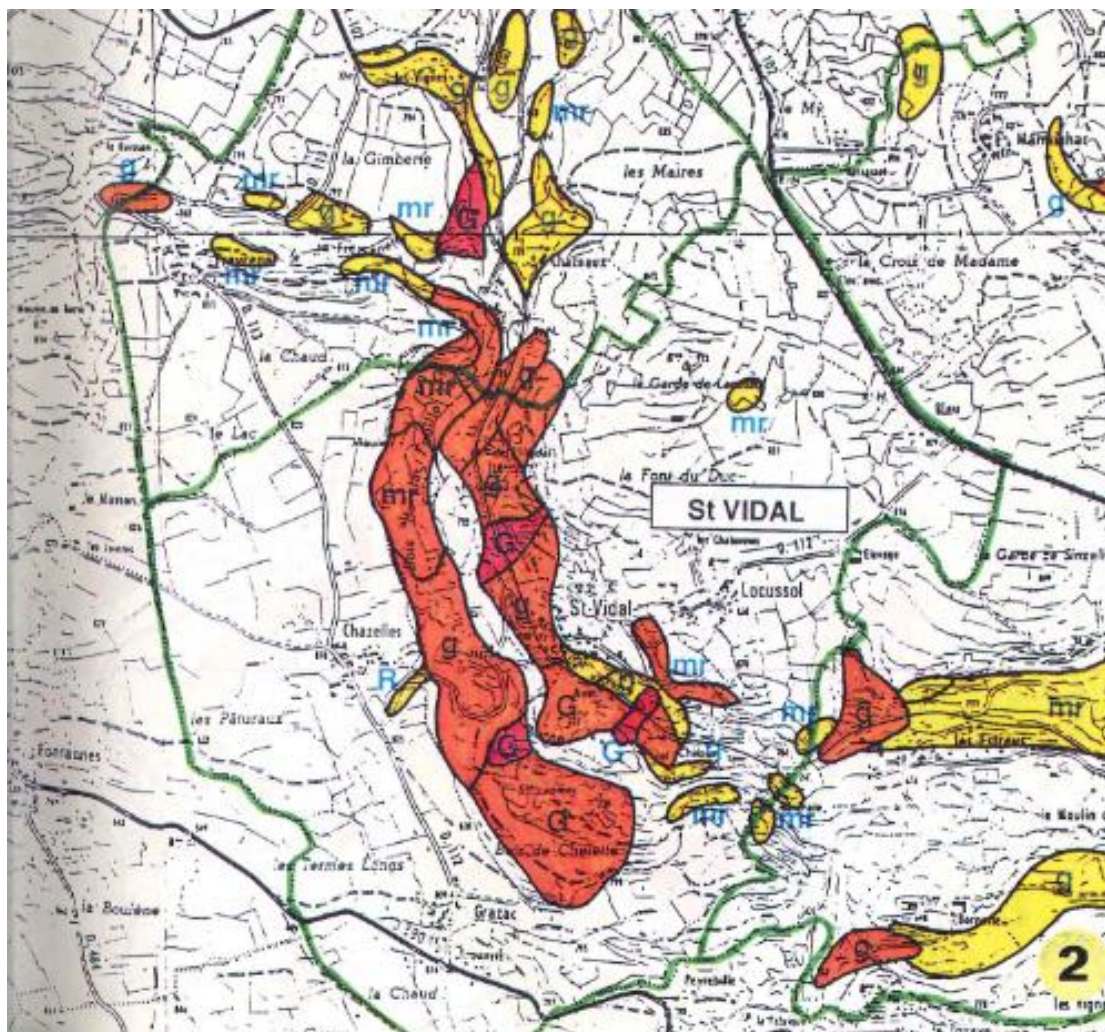
Cartographie des zonages de risques pour la commune de Saint Vidal (43) établie par l'université Saint Etienne en 1998

Extrait cartographique relatif à la commune de Saint –Vidal (43), de la cartographie de type Zermos de 1990 (*Cartographie et zonage de risques de mouvements de terrain - 25 communes du bassin du Puy-en-Velay - Echelle 1/25 000 (1990) élaborée conjointement par le BRGM et le CETE de Clermont-Ferrand (Maillard, Malatrait, Cruzier (Rapport BRGM R 30504 AUV4S90) et Restituto(Dossier CETE 43 89 1662-1))*) :

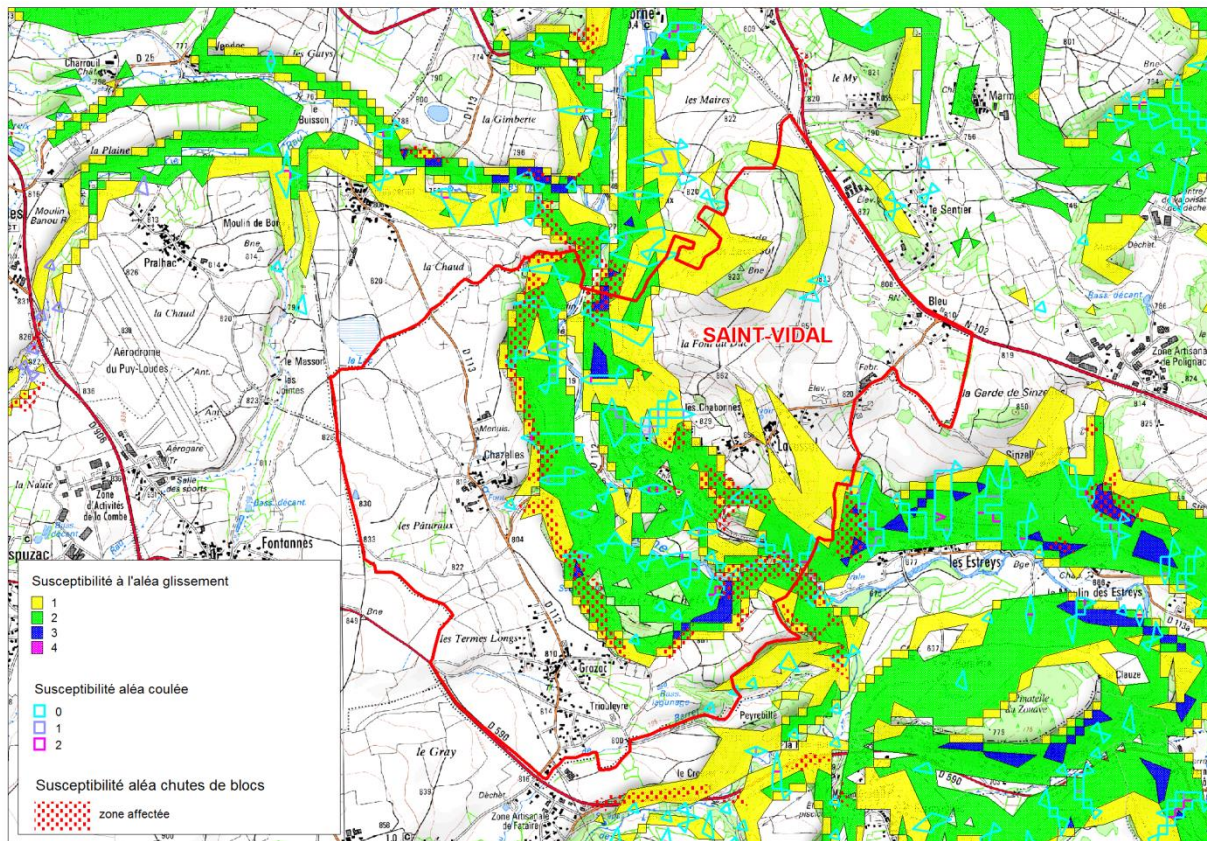
Susceptibilité des aléas issue de la cartographie régionale établie en 2010 dans le cadre du rapport BRGM RP-59085-FR (zoom relatif à la commune de Saint –Vidal (43))



Cartographie 1988 des zonages de risques pour la commune de Saint Vidal (43)



**Cartographie de type Zermos de 1990 sur le bassin du Puy en Velay
(zoom relatif à la commune de Saint – Vidal (43))**



Susceptibilité des aléas issue de la cartographie régionale relative à la commune de Saint – Vidal (43) d’après les données numériques du rapport BRGM RP-59085-FR

Annexe 2

Carte multialéa mouvement de terrain de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000

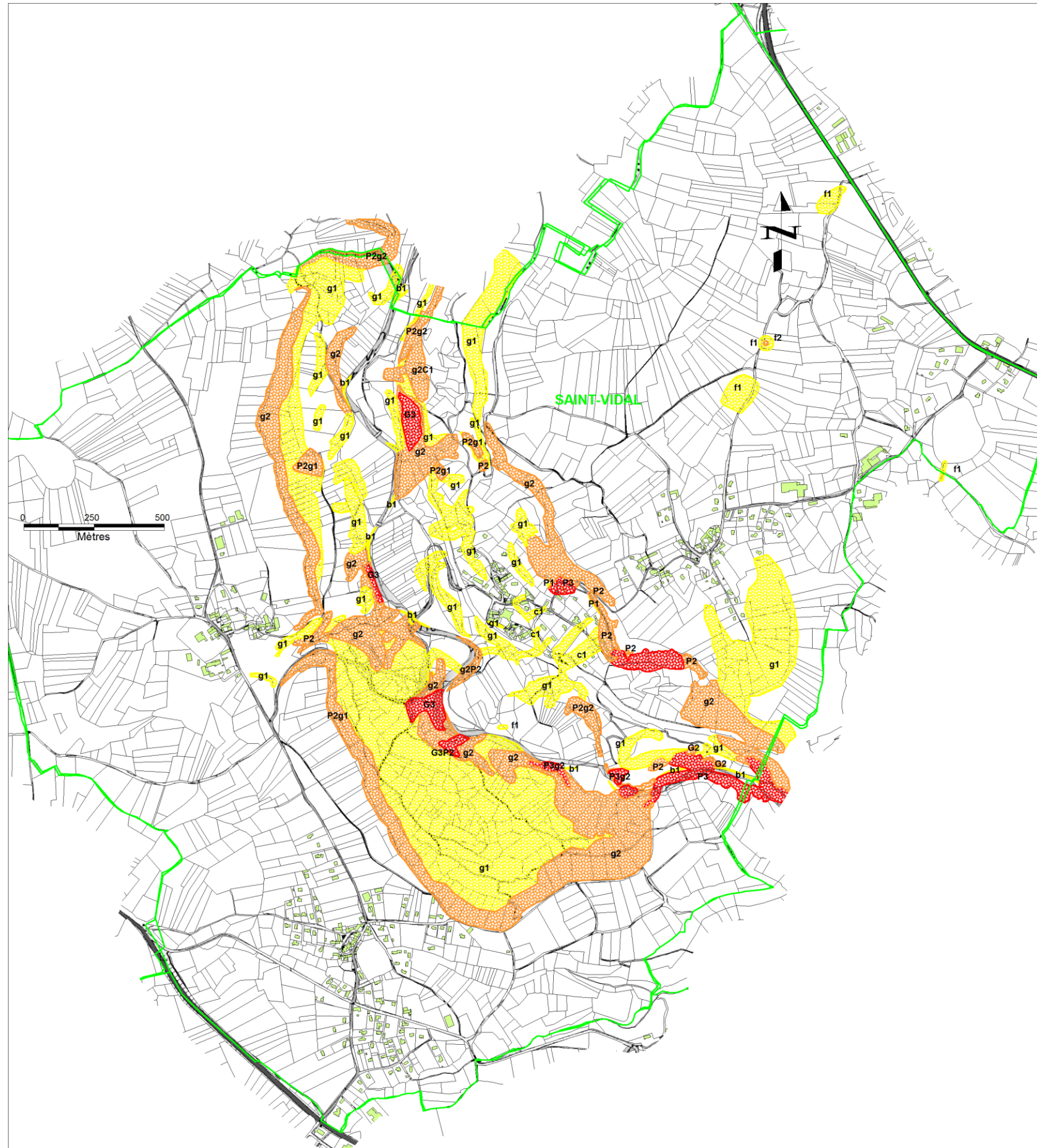
Carte aléa effondrement localisé de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000

Carte aléa glissement de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000

Carte aléa chutes de blocs – éboulement de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000

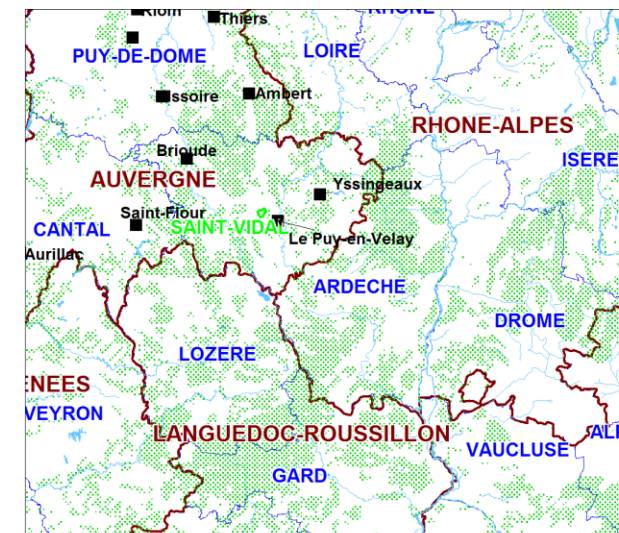
Carte aléa coulée de boue de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000

Carte aléa érosion de berge de la commune de Saint-Vidal à l'échelle 1 /10 000



PREFET DE HAUTE-LOIRE
DIRECTION DEPARTEMENTALE
DES TERRITOIRES

**CARTE D'ALEAS MOUVEMENT DE TERRAIN
DE LA COMMUNE DE SAINT-VIDAL A 1/ 10 000**



Zone d'aléa

- Niveau fort
- Niveau moyen
- Niveau faible

Type d'aléa

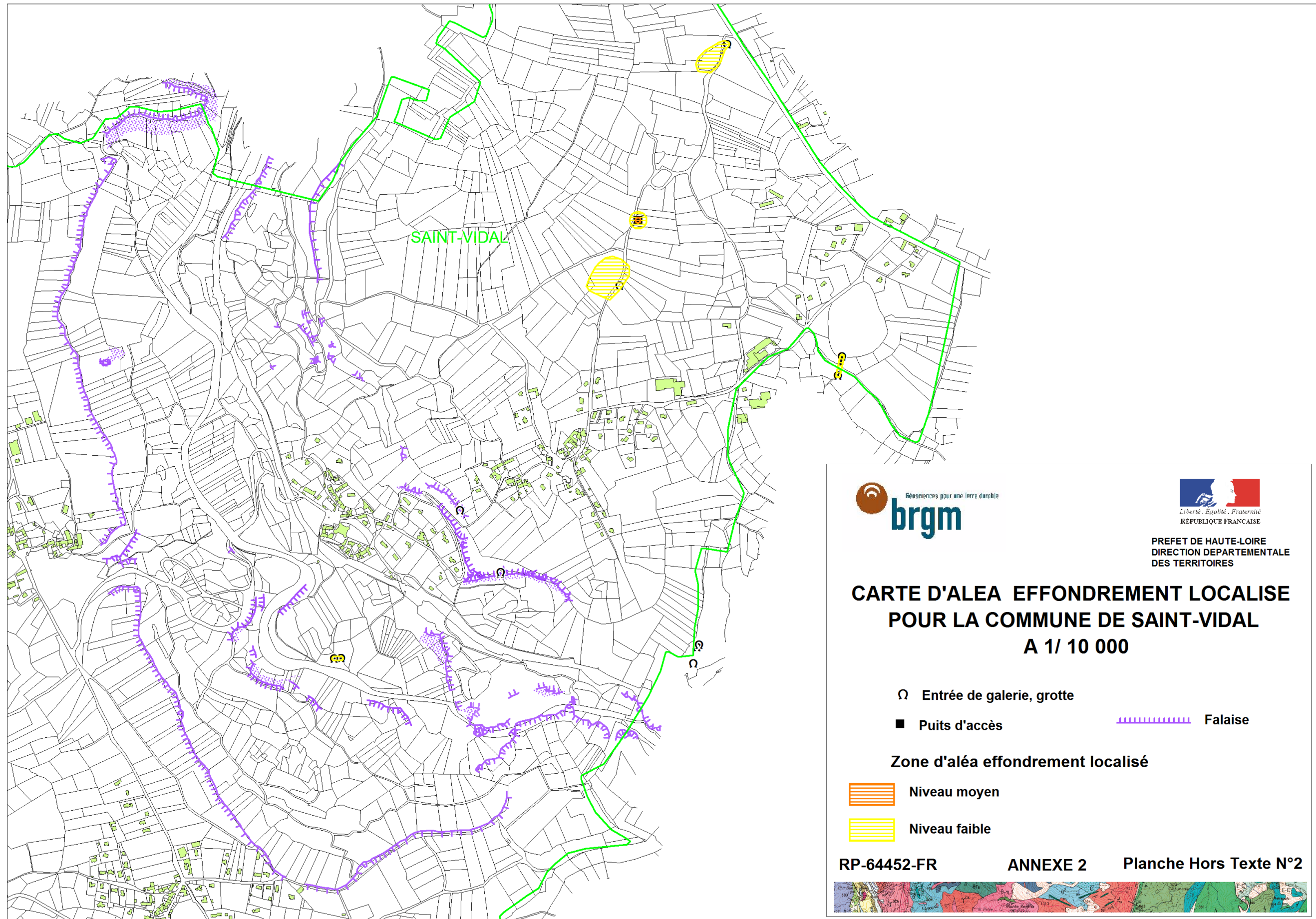
- P : chutes de blocs \ éboulement
- G, g : glissement
- c : coulée
- b : érosion de berge
- f : effondrement

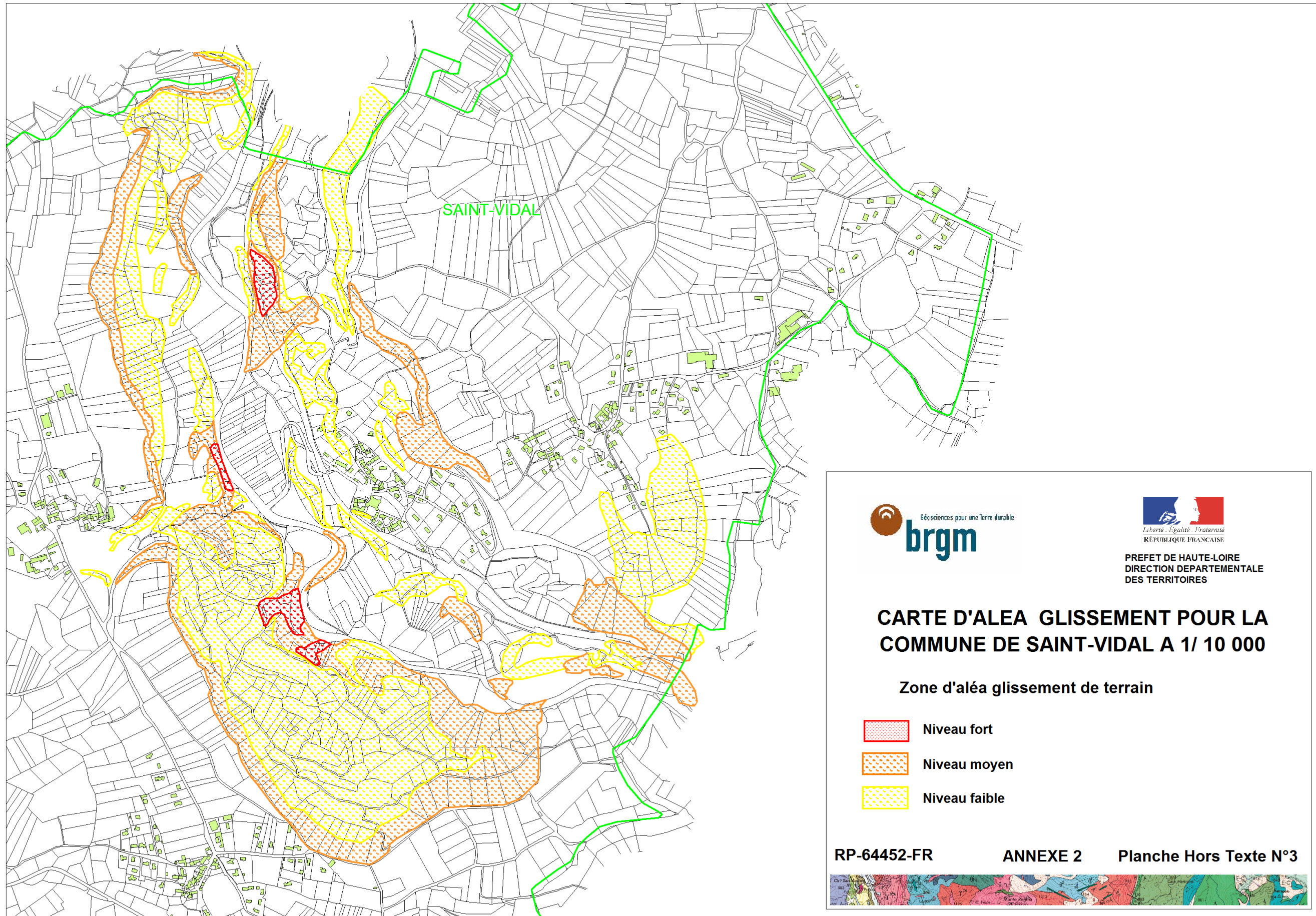
RP-64452-FR

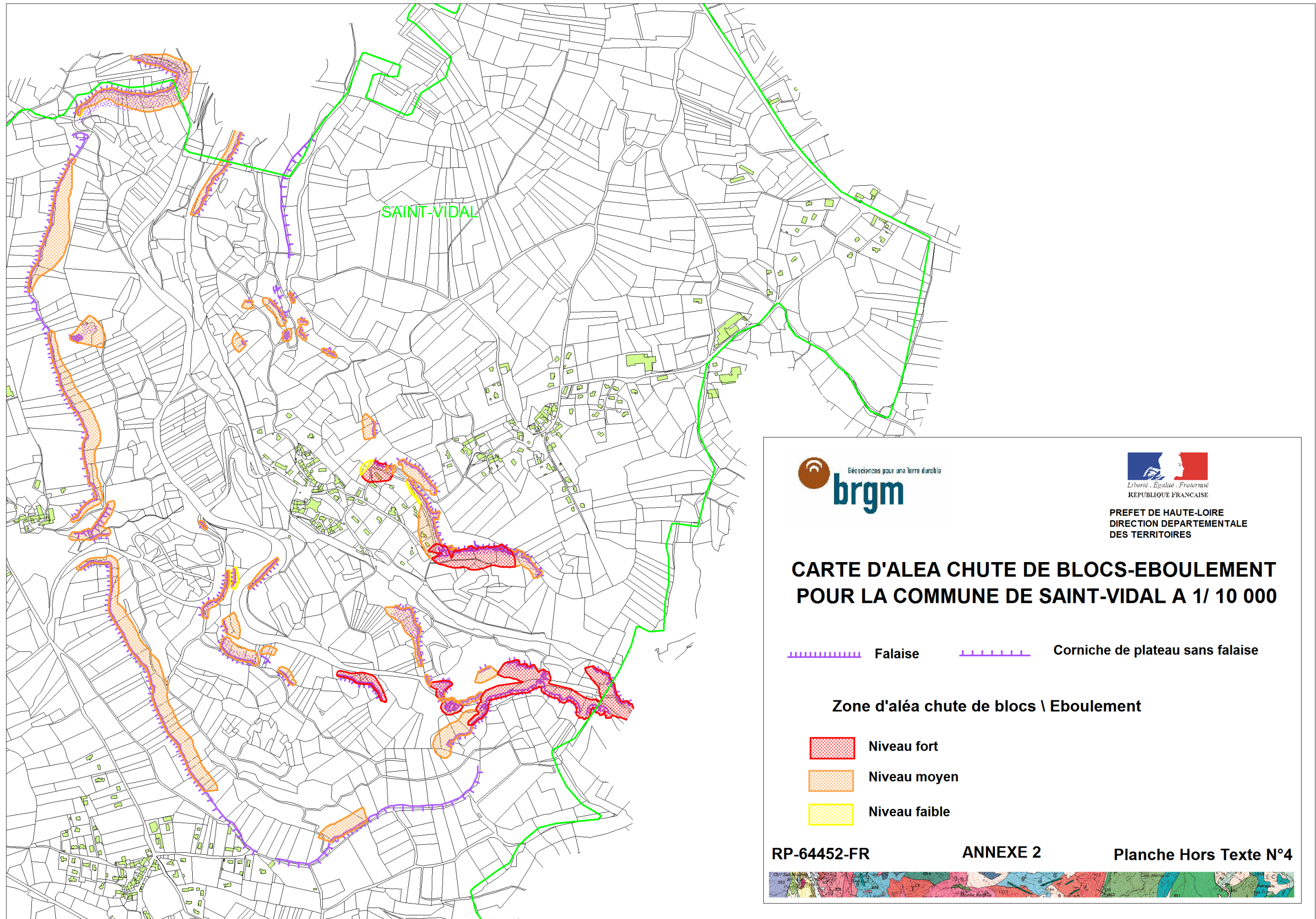
ANNEXE 2

Planche Hors Texte N°1

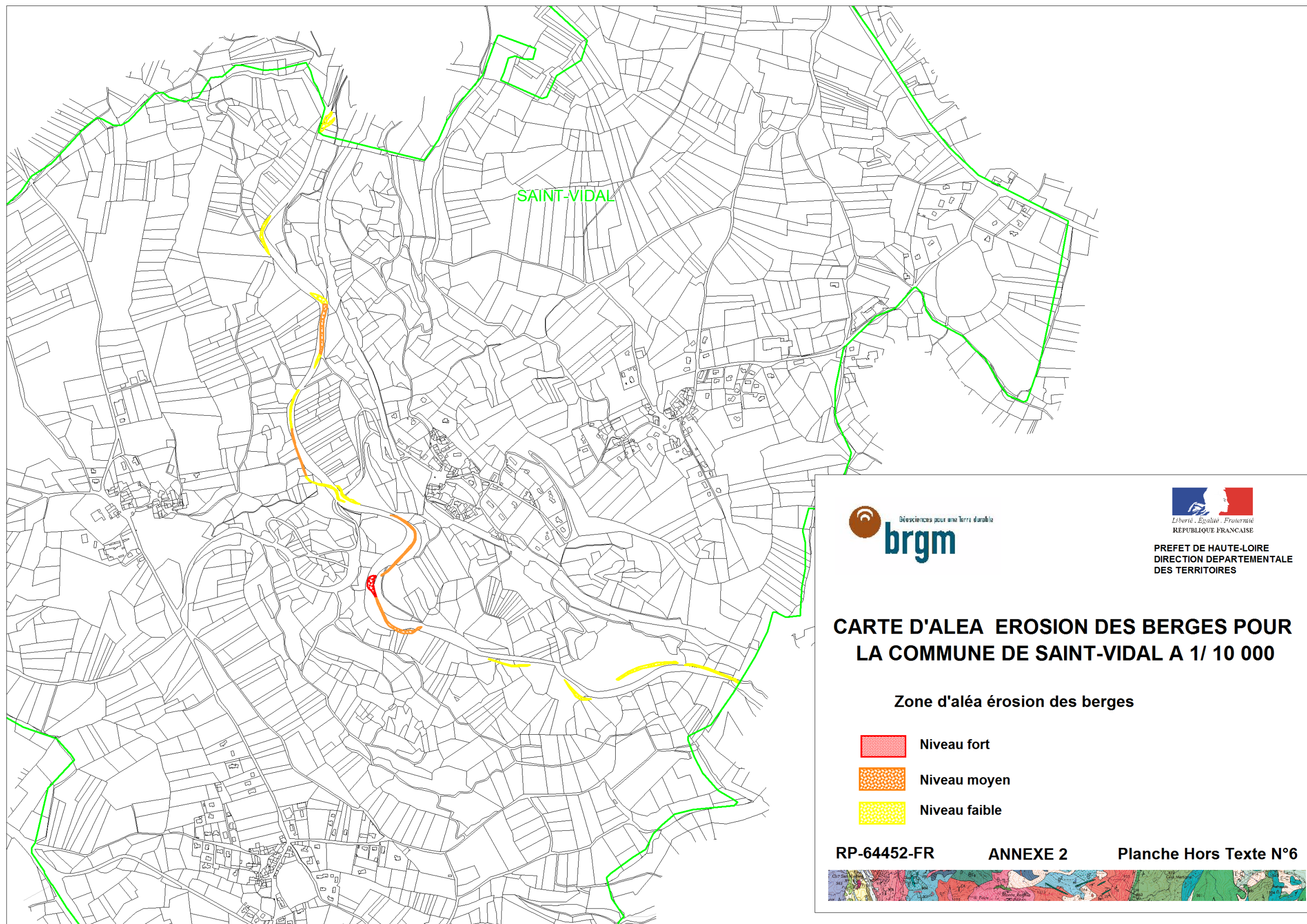












Annexe 3

Recommandations applicables pour chaque type de risque par niveau d'aléa

Annexe 4-1 Recommandations générales

La déclinaison, transcription- du zonage d'aléa en zonage réglementaire (PLU ou PPR) conduit à définir :

- une zone inconstructible, correspondant aux zones d'aléa fort et d'aléa moyen (sauf exceptions et cas particuliers, cf. § ci-dessous). Dans cette zone, certains aménagements, tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés.
- une zone de projet possible sous maîtrise collective, correspondant aux zones d'aléa moyen sur les secteurs urbanisés ou à urbaniser.

Ces zones peuvent, soit rester inconstructibles après réalisation d'études qui auraient révélé un risque réel plus important, ou montré l'intérêt de ne pas aménager certains secteurs sensibles pour préserver des orientations futures d'intérêt général, soit devenir constructible après réalisation d'études complémentaires par un maître d'ouvrage collectif (privé ou public) et/ou de travaux de protection.

- une zone constructible sous conditions de conception, de réalisation d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa et ne pas accroître la vulnérabilité des biens et des personnes, qui correspond globalement aux zones d'aléa faible et à certains cas particuliers de zone d'aléa moyen en zone urbanisée uniquement. Les conditions énoncées sont applicables à l'échelle de la parcelle.

Dans les zones blanches non couvertes par un aléa, les projets doivent être réalisés dans le respect des réglementations en vigueur et des règles de l'art. Cependant des phénomènes au-delà de l'événement de référence ou provoqués par la modification, la dégradation ou la disparition d'éléments protecteurs généralement naturels (par exemple, la forêt là où elle joue un rôle de protection) ne peuvent être exclus.

Les enveloppes limites des zones de risques définies réglementairement doivent s'appuyer globalement sur les limites des zones d'aléas.

La traduction de l'aléa en zonage réglementaire (PPRN ou PLU) est adaptée en fonction du phénomène naturel pris en compte et de son niveau.

Le tableau n°1 ci-après résume les correspondances entre niveaux d'aléa et zonage.

Niveau d'aléas	Aléas forts	Aléas moyens	Aléas faibles
Contraintes correspondantes	Zone inconstructible (sauf travaux de protection, infrastructures qui n'aggravent pas l'aléa)	Zone inconstructible (zones naturelles et agricoles) OU Zone constructible sous conditions (zone à urbaniser) : les prescriptions dépassant le cadre de la parcelle et relevant d'un maître d'ouvrage collectif (privé ou public) OU Cas particulier de zones déjà urbanisées ou mitoyennes de zones urbanisées : étude(s) spécifique(s) obligatoire(s) lors de la réalisation du projet	Zone constructible sous conditions : les prescriptions et recommandations ne dépassant pas le cadre de la parcelle Respect : des règles d'urbanisme ; des règles de construction sous la responsabilité du maître d'ouvrage ; des règles d'utilisation éventuellement.
Détail des mesures possibles	§ zones inconstructibles	§ zones d'aléas moyen sous maîtrise collective	§ zones d'aléa faible

Tableau 1 : Correspondances entre niveau d'aléa et zonage

Zones inconstructibles

Dans les zones interdites à la construction (aléas fort et moyen) peuvent toutefois être autorisés sous réserve de ne pas aggraver les risques et de ne pas en provoquer de nouveaux :

a) sous réserve qu'ils ne conduisent pas à une augmentation de la population exposée : les travaux courants d'entretien et de gestion des constructions et installations existantes, notamment les aménagements internes, les traitements de façades, la réfection des toitures,

b) sous réserve d'un renforcement de la sécurité des personnes et de réduction de la vulnérabilité des biens :

- les extensions limitées qui seraient nécessaires à des mises aux normes, notamment d'habitabilité ou de sécurité ;
- la reconstruction ou la réparation de bâtiments sinistrés dans le cas où les dommages n'ont pas de lien avec le risque à l'origine du classement en zone interdite, s'ils ne sont pas situés dans un secteur où toute construction est prohibée.

c) sous réserve qu'ils ne fassent pas l'objet d'une occupation humaine permanente et que la sécurité des personnes soit assurée :

- les abris légers, annexes des bâtiments d'habitation d'une surface inférieure à 20 m², ainsi que les bassins et les piscines non couvertes et liées à des habitations existantes. Les bassins et piscines ne sont pas autorisés en zone d'aléa fort de glissement de terrain ;

- les constructions et installations nécessaires à l'exploitation des carrières soumises à la législation sur les installations classées, à l'exploitation agricole ou forestière, à l'activité culturelle, touristique, sportive et de loisirs, dans la mesure où leur implantation est liée à leur fonctionnalité.

d) les travaux et installations nécessaires à des équipements d'intérêt collectif ou d'intérêt général sous réserve que le maître d'ouvrage prenne des dispositions appropriées aux risques, y compris ceux créés par les travaux ;

e) tous travaux et aménagements de nature à réduire les risques

Zones de projet possible sous maîtrise collective, correspondant aux zones d'aléa moyen sur les secteurs urbanisés ou à urbaniser.

Les détails des projets possibles sous maîtrise d'ouvrage collective (publique ou privée), et individuelle, en zone d'aléa moyen urbanisée ou destinée à une urbanisation future peut se décliner sous forme du tableau n°2 suivant :

Nature et intensité de l'aléa	Études et travaux envisageables	Fiche conseil
Glissement de terrain (G2) en zone d'urbanisation future.	<ul style="list-style-type: none"> • maîtrise d'ouvrage collective uniquement. • étude de stabilité de versant. • travaux de protection (drainage, soutènement...). • surveillance (inclinométrie, piézométrie...). • entretien des travaux. 	N° 1a, 4, 5, 6
Glissement de terrain (G2) en zone déjà urbanisée.	<ul style="list-style-type: none"> • maîtrise d'ouvrage individuelle. • étude géotechnique à la parcelle. • travaux de protection (drainage, soutènement...). • entretien des travaux. 	N° 1b, 4, 5, 6
Chutes de pierres (P2) en zone déjà urbanisée.	<ul style="list-style-type: none"> • inspection de la falaise et étude de trajectographie. • travaux de protection (confortement de falaise, purge, merlon • fosse, filets...) • surveillance (géodésie, distancemètre, fissuromètre...) • entretien des travaux. 	N° 2, 4, 5, 6
Chutes de pierres (P2) hors zone urbanisée.	<ul style="list-style-type: none"> • zone inconstructible. 	
Coulée de boue (b2) hors zone urbanisée	<ul style="list-style-type: none"> • zone inconstructible¹⁵ 	

Tableau n°2 : détails par type d'aléa des études et travaux envisageables

¹⁵ dérogation possible pour la construction ou extension d'un abri léger annexe d'une maison d'habitation de SHOB < 20 m² (sans usage d'habitation), sans modification du profil ou surcharge significative du terrain existant, après confirmation de la faisabilité d'une étude géotechnique (mission de type G2+G3).

Les zones d'aléa érosion de berge sont définies sur les berges et les abords immédiats de celles-ci et à ce titre sont situés dans la bande inconstructible liée aux inondations de crue du cours d'eau de la Borne.

Zones d'aléa faible

Les quatre premières colonnes des tableaux des pages suivantes indiquent si les règles édictées sont :

- des prescriptions d'urbanisme ;
- des prescriptions de construction ;
- des prescriptions de gestion de l'espace ou d'autres prescriptions ;
- des recommandations.

Prescriptions				Recommandations	<p align="center">PROJETS NOUVEAUX en zones d'aléas faibles</p>
Urbanisme	Construction	Autres			
					Zone de glissement de terrain (G0)
					Construction autorisée :
	x				- Maîtrise des rejets des eaux usées, pluviales, de drainage : dans les réseaux existants ou dans un exutoire superficiel capable de recevoir un débit supplémentaire sans aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux. En cas d'assainissement autonome, étude obligatoire (cf. fiche-conseils n° 1b)
	x				- Adaptation de la construction à la nature du terrain.
			x		- Étude géotechnique de sol (cf. fiche-conseils n° 1a)
		x			- Contrôle des ouvrages de soutènement existants (amont et aval)
		x			- Renforcement des ouvrages en cas d'insuffisance constatée
					Affouillement et exhaussement :
x					- Autorisé sous réserve de ne pas aggraver le risque d'instabilité
	x				- Adaptation des travaux (remblais-déblais) à la nature du terrain et aux ouvrages de soutènements existants
		x			- Contrôle des ouvrages de soutènement existants (amont et aval)
		x			- Renforcement des ouvrages en cas d'insuffisance constatée
					Zone de glissement de terrain (G1)
	x				Construction autorisée :
	x				- Maîtrise des rejets des eaux usées, pluviales, de drainage : dans les réseaux existants ou dans un exutoire superficiel capable de recevoir un débit supplémentaire sans aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux. En cas d'assainissement autonome, étude obligatoire (cf. fiche-conseils n° 1b)
	x				- Adaptation de la construction à la nature du terrain.
			x		- Étude géotechnique de sol (cf. fiche-conseils n° 1a)
		x			- Contrôle de l'étanchéité des réseaux (AEP inclus) et/ou des modalités de rejet dans les exutoires de surface
		x			- Remise en état des installations en cas de contrôle defectueux
x					Affouillement et exhaussement autorisé sous réserve de ne pas aggraver le risque d'instabilité.
	x				- Adaptation des travaux (remblais-déblais) à la nature du terrain
			x		- Étude géotechnique de stabilité de versant

Prescriptions				Recommandations	PROJETS NOUVEAUX en zones d'aléas faibles
Urbanisme	Construction	Autres			
					Zone de glissement de terrain (G2) en zone déjà urbanisée
x					Construction autorisée
	x	x			- si ERP : appliquer les dispositions Spécifiques de la fiche conseil N°4
x					- Maîtrise des rejets des eaux usées, pluviales, de drainage : dans les réseaux existants ou dans un exutoire superficiel capable de recevoir un débit supplémentaire sans aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux
	x				- Adaptation de la construction à la nature du terrain, définie par une étude géotechnique de sol (cf. Fiche-conseils n° 1b), le cas échéant une étude de structures (cf. fiche-conseil n° 6)
		x			- Contrôle de l'étanchéité des réseaux (AEP inclus) et/ou des modalités de rejet dans les exutoires de surface
		x			- Remise en état des installations en cas de contrôle défectueux
					Affouillement et exhaussement
x					- Autorisé sous réserve de ne pas aggraver le risque d'instabilité
	x				- Adaptation des travaux (remblais-déblais) à la nature du terrain
			x		- Étude géotechnique de stabilité de versant
					Chutes de blocs (P1)
x					Constructions autorisées
	x	x			- si ERP : appliquer les dispositions Spécifiques de la fiche conseil n°4
			x		- Privilégier les regroupements de bâtiments se protégeant mutuellement et protégeant les zones de circulation ou de stationnement
x	x				- Adaptation de la construction à l'impact des blocs avec notamment : - protection ou renforcement des façades exposées (y compris ouvertures) - accès et ouvertures principales sur les façades non exposées ; en cas d'impossibilité, les protéger
					- intégration dans la mesure du possible des locaux techniques du côté des façades exposées
			x		- Étude de diagnostic de chutes de blocs (cf. Fiche-conseils n° 2)
	x				Aires de stationnement (collectif ou privé) associé aux constructions autorisées, avec protection à assurer contre l'impact des blocs

				Zone de coulée de boue (c1)
				Construction autorisée :
x				- Maîtrise des rejets des eaux usées, pluviales, de drainage : dans les réseaux existants ou dans un exutoire superficiel capable de recevoir un débit supplémentaire sans aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux.
	x			- Adaptation de la construction à la nature du terrain,
		x		- Etude géotechnique de sol (cf. fiche-conseils n° 3)
		x		- Contrôle des ouvrages de soutènement existants (amont et aval)
		x		- Renforcement des ouvrages en cas d'insuffisance constatée
				Affouillement et exhaussement :
x				- Autorisé sous réserve de ne pas aggraver le risque d'instabilité
	x			- Adaptation des travaux (remblais-déblais) à la nature du terrain et aux ouvrages de soutènements existants
		x		- Contrôle des ouvrages de soutènement existants (amont et aval)
		x		- Renforcement des ouvrages en cas d'insuffisance constatée

Tableau n°3 : règles spécifiques par type d'aléa et de niveau

Quelques définitions et spécificités associées :

Est considéré comme **projet nouveau** :

- tout ouvrage neuf ;
- toute extension de bâtiment existant ;
- tous travaux, toute installation, toute transformation ou changement de destination d'un bâtiment existant, conduisant à augmenter l'exposition des personnes et/ou la vulnérabilité des biens.

On utilise la notion de « façade exposée » dans le cas de chutes de blocs ou d'écoulements avec charges solides (crues torrentielles, glissements superficiels sur versants raides).

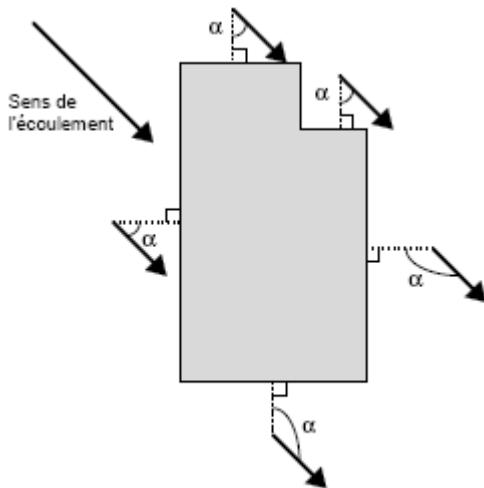
Cette notion, simple dans beaucoup de cas, mérite d'être explicitée pour les cas complexes :

- la direction de propagation du phénomène est généralement celle de la ligne de plus grande pente (en cas de doute, la carte des phénomènes et la carte des aléas permettront souvent de définir sans ambiguïté le point de départ ainsi que la nature et la direction des écoulements prévisibles) ;
- elle peut s'en écarter significativement, du fait de la dynamique propre au phénomène (rebonds irréguliers pendant les chutes de blocs), d'irrégularités de la surface topographique, de l'accumulation locale d'éléments transportés (blocs, bois, ...) constituant autant d'obstacles défecteurs ou même de la présence de constructions à proximité pouvant aussi constituer des obstacles défecteurs.

C'est pourquoi, sont considérés comme :

- directement exposées, les façades pour lesquelles $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$;
- indirectement ou non exposées, les façades pour lesquelles $90^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$

Le mode de mesure de l'angle α est schématisé ci après.

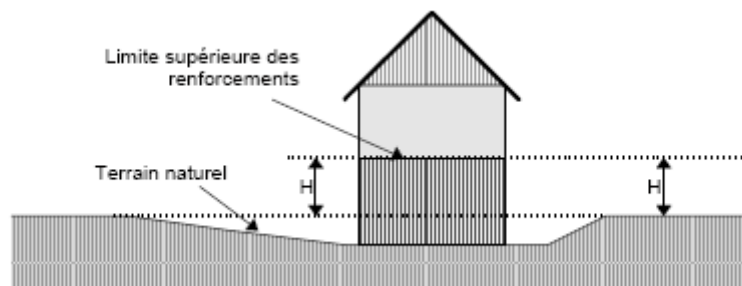


Toute disposition architecturale particulière ne s'inscrivant pas dans ce schéma de principe devra être traitée dans le sens de la plus grande sécurité.

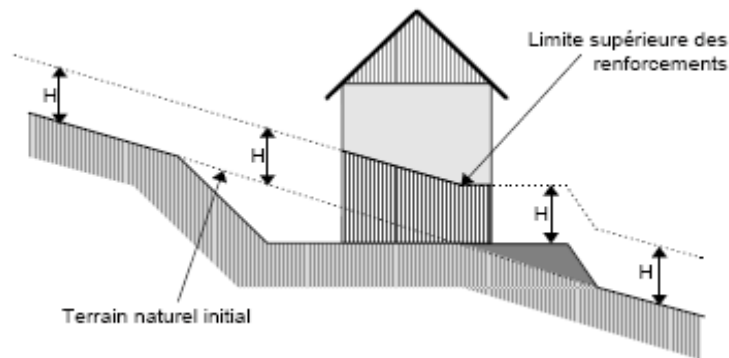
Il peut arriver qu'un site soit concerné par plusieurs directions de propagation ; toutes sont à prendre en compte.

On utilise aussi la notion de « hauteur par rapport au terrain naturel » et cette notion mérite d'être explicitée pour les cas complexes. Elle est utilisée pour les écoulements des fluides (débordements des ruisseaux torrentiels, inondations, coulées de boue) ou pour les chutes de blocs.

- Les irrégularités locales de la topographie ne sont pas forcément prises en compte si elles sont de surface faible par rapport à la surface totale de la zone d'aléa considérée. Aussi, dans le cas de petits thalwegs ou de petites cuvettes, il faut considérer que la côte du terrain naturel est la côte des terrains environnants (les creux étant vite remplis par les écoulements), conformément au schéma suivant :



- En cas de terrassements en déblais, la hauteur doit être mesurée par rapport au terrain naturel initial.
- En cas de terrassements en remblais, ceux-ci ne peuvent remplacer le renforcement des façades exposées que s'ils sont attenants à la construction et s'ils ont été spécifiquement conçus pour cela (parement exposé aux écoulements subverticaux sauf pour les inondations de plaine, dimensionnement pour résister aux efforts prévisibles, ...). Dans le cas général, la hauteur à renforcer sera mesurée depuis le sommet des remblais.



Toute disposition architecturale particulière ne s'inscrivant pas dans ce schéma de principe devra être traitée dans le sens de la plus grande sécurité.

Tout ERP (établissement recevant du public) du 1^{er} groupe est soumis aux prescriptions suivantes, s'ajoutant à celles s'appliquant déjà aux constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations situées dans la zone correspondante :

- réalisation préalable d'une étude de danger (voir fiche conseils n°6) définissant les conditions de mise en sécurité des occupants et usagers tant dans les bâtiments qu'à leurs abords ou annexes et, s'il s'agit d'un service public lié à la sécurité, les modalités de continuité de celui-ci,
- mise en œuvre des mesures de protection nécessaires (conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation de l'établissement) pour assurer la sécurité des personnes sur le site ou/et leur évacuation.

Il est rappelé que, s'agissant de règles de construction et d'autres règles, l'application de ces mesures est à la charge entière du maître d'ouvrage, le propriétaire et l'exploitant étant responsables vis-à-vis des occupants et des usagers.

Annexe 5-2

Recommandations par type d'aléa (fiches conseils)

**Recommandations (aléa faible) ou prescriptions (aléa moyen en secteur urbanisé)
relatives à la prise en compte du risque de glissement de terrain**

Fiche conseil 1a

Rappel : toute infiltration des eaux (usées, pluviales) est interdite en aléa faible et moyen, sauf étude spécifique obligatoire (cf. fiche conseil n°1b)

Votre terrain est situé dans un secteur exposé à un **risque faible ou moyen de glissement de terrain** qui **nécessite** l'adaptation de votre construction à la nature de ce risque (site du projet et terrains environnants) ainsi que des terrassements qui lui sont liés.

Cette adaptation **sera utilement définie** par une **étude géotechnique de sol** confiée à un bureau d'études spécialisé. Un exemple de modèle de cahier des charges vous est donné ci-dessous : il devra être adapté à la situation des lieux d'une part, aux caractéristiques du projet ainsi qu'aux modalités de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation (y compris entretien des installations) d'autre part.

CAHIER DES CHARGES SOMMAIRE DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE DE SOL

Cette étude a pour objectif de définir l'adaptation de votre projet au terrain, en particulier le choix du niveau et du type de fondation ainsi que certaines modalités de rejets des eaux. Menée dans le contexte géologique du secteur, elle définira les **caractéristiques mécaniques du terrain** d'emprise du projet, de manière à préciser les contraintes à respecter, d'une part pour **garantir la sécurité du projet vis-à-vis de l'instabilité des terrains** et des risques de tassement, d'autre part pour **éviter toute conséquence défavorable** du projet **sur le terrain environnant**.

Dans ces buts, l'étude géotechnique se préoccupera des risques liés notamment aux aspects suivants :

- instabilité due aux **terrassements** (déblais-remblais) et aux **surcharges** : bâtiments, accès;
- gestion des **eaux de surface et souterraines** (drainage...);
- conception des **réseaux** et modalités de **contrôle ultérieur** à mettre en place, avec prise en compte du risque de rupture de canalisations inaptes à résister à des mouvements lents du sol;
- en l'absence de réseaux aptes à recevoir les **eaux usées, pluviales et de drainage**, entraînant leur rejet dans un exutoire superficiel, **impact de ces rejets** sur ce dernier et mesures correctives éventuelles (ex. : maîtrise du débit par bassin-tampon, écrêtement du débit de pointe, etc.);
- définition des **contraintes particulières pendant la durée du chantier** (terrassements, collecte des eaux).

Le cas échéant, une étude des structures du bâtiment pourra compléter l'étude géotechnique.

Il est conseillé au maître d'ouvrage de faire vérifier la bonne conformité du projet avec les conclusions de l'étude géotechnique par le bureau ayant réalisé cette dernière.

La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la responsabilité du maître d'ouvrage

REMARQUE : Les dispositions retenues en matière de gestion des eaux usées, pluviales, de drainage devront être compatibles avec les dispositions du schéma d'assainissement et du schéma d'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement, s'ils existent, ainsi qu'avec les règles définies par les documents d'urbanisme et/ou par la réglementation en vigueur.

Prescriptions relatives à la prise en compte du risque de glissement de terrain avec rejets éventuellement possibles par infiltration

Fiche conseil 1b

Votre terrain est situé dans un secteur exposé à un **risque faible de glissement de terrain** qui **nécessite** l'adaptation de votre construction à la nature de ce risque (site du projet et terrains environnants) ainsi que des terrassements qui lui sont liés.

Cette adaptation **doit être définie** par une **étude géotechnique de sol** confiée à un bureau d'études spécialisé. Un exemple de modèle de cahier des charges vous est donné ci-dessous : il devra être adapté à la situation des lieux d'une part, aux caractéristiques du projet ainsi qu'aux modalités de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation (y compris entretien des installations) d'autre part.

CAHIER DES CHARGES SOMMAIRE DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE DE SOL

Cette étude a pour objectif de définir l'adaptation de votre projet au terrain, en particulier le choix du niveau et du type de fondation ainsi que certaines modalités de rejets des eaux. Menée dans le contexte géologique du secteur, elle définira les **caractéristiques mécaniques du terrain** d'emprise du projet, de manière à préciser les contraintes à respecter, d'une part pour **garantir la sécurité du projet vis-à-vis de l'instabilité des terrains** et des risques de tassement, d'autre part pour **éviter toute conséquence défavorable** du projet **sur le terrain environnant**.

Dans ces buts, l'étude géotechnique (mission de type G2+G3) se préoccupera des risques liés notamment aux aspects suivants :

- instabilité due aux **terrassements** (déblais-remblais) et aux **surcharges** : bâtiments, accès;
- gestion des **eaux de surface et souterraines** (drainage...);
- conception des **réseaux** et modalités de **contrôle ultérieur** à mettre en place avec prise en compte du risque de rupture de canalisations inaptes à résister à des mouvements lents du sol;
- en l'absence de réseaux aptes à recevoir les eaux usées, pluviales et de drainage entraînant leur rejet dans un exutoire superficiel, impact de ces rejets sur ce dernier et mesures correctives éventuelles (ex. : maîtrise du débit);
- en l'absence de réseaux et d'exutoire superficiel, le bureau d'études définira la **possibilité ou non d'infiltrer les eaux usées, une fois épurées**, sans aggravation du risque d'instabilité à terme. Il définira également la faisabilité et les caractéristiques d'un **système d'infiltration des eaux pluviales et de drainage**, se rapprochant le plus possible des conditions naturelles d'infiltration avant construction et évitant la concentration des rejets (ex. stockage tampon). Il précisera enfin les modalités **d'entretien et de contrôle** de ces différents dispositifs;
- définition des **contraintes particulières pendant la durée du chantier** (terrassements, collecte des eaux).

Le cas échéant, une étude des structures du bâtiment pourra compléter l'étude géotechnique

Il est conseillé au maître d'ouvrage de faire vérifier la bonne conformité du projet avec les conclusions de l'étude géotechnique par le bureau ayant réalisé cette dernière.

La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la responsabilité du maître d'ouvrage

REMARQUE : Les dispositions retenues en matière de gestion des eaux usées, pluviales, de drainage devront être compatibles avec les dispositions du schéma d'assainissement et du schéma d'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement, s'ils existent, ainsi qu'avec les règles définies par les documents d'urbanisme et/ou par la réglementation en vigueur.

**Prescriptions relatives à la prise en compte du risque
de chutes de pierres et de blocs
Fiche Conseil 2**

Votre terrain est situé dans un secteur exposé à un **risque faible de chutes de pierres et de blocs** qui **nécessite une adaptation de votre construction** à la nature de ce risque.

Parmi les mesures envisageables, **une attention particulière** mérite d'être portée notamment aux **points suivants** :

- implantation et dimensionnement du bâtiment ainsi que possibilités de protection naturelle ou non, au niveau de la parcelle;
- renforcement des façades exposées;
- positionnement des ouvertures dans toute la mesure du possible, sur les façades non exposées; protection de l'environnement immédiat de la construction (accès, jardin, modalités de stationnement des véhicules....).

Cette **adaptation sera utilement définie par une étude** du type diagnostic qualitatif du risque de chutes de pierres et de blocs, confiée à un bureau d'études spécialisé. Un exemple de modèle de cahier des charges vous est donné ci-dessous : il devra être adapté à la situation des lieux d'une part, aux caractéristiques du projet ainsi qu'aux modalités de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation d'autre part.

CAHIER DES CHARGES SOMMAIRE DU DIAGNOSTIC QUALITATIF DU RISQUE DE CHUTES DE PIERRES ET DE BLOCS

Cette étude géotechnique (mission de type G2 +G3) est menée dans le contexte géologique du site.

Elle doit prendre en compte des critères objectifs en particulier la masse des blocs au départ, déterminée par l'étude de la fracturation, leur forme, l'altitude de départ, la surface topographique sur laquelle se développent les trajectoires, la nature et les particularités des terrains rencontrés par les blocs (rebonds possibles, fracturation, dispersion aléatoire des débris, présence de végétation absorbant une partie de l'énergie).

Dans un certain nombre de cas, le bureau d'études pourra être amené à compléter cette étude qualitative par une simulation trajectographique sur ordinateur¹⁶.

Les résultats doivent permettre :

- 1°) de présenter une cartographie d'intensité du phénomène redouté ;
- 2°) de définir les principes de protection (localisation et dimensions) à partir des énergies développées et des hauteurs de rebond.

La réalisation d'une étude des structures des bâtiments est également vivement recommandée.

**La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la
responsabilité du maître d'ouvrage**

¹⁶ Ce type d'étude prend en compte les chutes de blocs isolés et non l'éboulement d'une masse rocheuse

Recommandations relatives à la prise en compte du risque de coulée de boue de niveau faible

Fiche conseil 3

Rappel : toute infiltration des eaux (usées, pluviales) est interdite, sauf étude spécifique obligatoire (cf. fiche conseil n°1b)

Votre terrain est situé dans un secteur exposé à un **risque faible de coulée de boue** qui **nécessite** l'adaptation de votre construction à la nature de ce risque (site du projet et terrains environnants) ainsi que des terrassements qui lui sont liés.

Cette adaptation **sera utilement définie** par une **étude géotechnique de sol** confiée à un bureau d'études spécialisé. Un exemple de modèle de cahier des charges vous est donné ci-dessous : il devra être adapté à la situation des lieux d'une part, aux caractéristiques du projet ainsi qu'aux modalités de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation (y compris entretien des installations) d'autre part.

CAHIER DES CHARGES SOMMAIRE DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE DE SOL

Cette étude a pour objectif de définir l'adaptation de votre projet au terrain, en particulier le choix du niveau et du type de fondation ainsi que certaines modalités de rejets des eaux. Menée dans le contexte géologique du secteur, elle définira les **caractéristiques mécaniques du terrain** d'emprise du projet, de manière à préciser les contraintes à respecter, d'une part pour **garantir la sécurité du projet vis-à-vis de l'instabilité des terrains** et des risques de tassement, d'autre part pour **éviter toute conséquence défavorable** du projet **sur le terrain environnant**.

Dans ces buts, l'étude géotechnique (mission de type G2+G3) se préoccupera des risques liés notamment aux aspects suivants :

- étude au niveau de la parcelle des possibilités de survenue de coulée de boue, avec positionnement estimée des zones d'aléa de départ, chenal d'écoulement et zone d'épanchement final.
- instabilité due aux **terrassements** (déblais-remblais) et aux **surcharges** : bâtiments, accès;
- gestion des **eaux de surface et souterraines** (drainage...);
- conception des **réseaux** et modalités de **contrôle ultérieur** à mettre en place, avec prise en compte du risque de rupture de canalisations inaptes à résister à des mouvements lents du sol;
- en l'absence de réseaux aptes à recevoir les **eaux usées, pluviales et de drainage**, entraînant leur rejet dans un exutoire superficiel, **impact de ces rejets** sur ce dernier et mesures correctives éventuelles (ex. : maîtrise du débit par bassin-tampon, écrêtement du débit de pointe, etc.);
- définition des **contraintes particulières pendant la durée du chantier** (terrassements, collecte des eaux).

Le cas échéant, une étude des structures du bâtiment pourra compléter l'étude géotechnique (très vivement recommandée si une partie des structures bordent le chenal d'écoulement ou la zone d'épanchement finale)

Il est conseillé au maître d'ouvrage de faire vérifier la bonne conformité du projet avec les conclusions de l'étude géotechnique par le bureau ayant réalisé cette dernière.

**Prescriptions relatives aux études de danger pour la protection des personnes,
par rapport aux risques naturels**

Fiche conseil n°4

Une étude de danger pour les établissements recevant du Public (ERP) et dans certains cas, pour les bâtiments collectifs existants doit notamment comprendre :

1 – Caractéristique de l'établissement :

- nature ;
- type d'occupation ;
- nombre de personnes concernées, âge, mobilité ;
- type de construction du bâtiment ;
- accès ;
- stationnements ;
- réseaux.

2 – Les risques encourus :

- description, document de référence, scénarios probables de crise ;
- vulnérabilité ;
- accès ;
- réseaux extérieurs et intérieurs ;
- structures du bâtiment ;
- milieu environnant (ex : poussières).

3 – Les moyens mis en œuvre :

3-1. adaptations du bâtiment et des abords :

- explication des choix architecturaux ;
- leur logique ;
- leur nécessité de maintien en état.

3-2. mesures de prévention :

- Les responsabilités ;
- Les mesures :
 - Les alertes ;
 - Comportement à tenir ;
 - zone refuge...

4 – Les consignes pour un plan particulier de mise en sécurité :

- points communs ou différents avec les consignes internes pour incendie ;
- articulation avec la gestion de crise au niveau du quartier ou de la commune (plan communal de sauvegarde).

**La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la
responsabilité du maître d'ouvrage**

**Recommandations (en zone d'aléa faible) ou prescriptions (en zone d'aléa moyen)
relatives aux études de vulnérabilité d'un bâtiment par rapport aux risques
naturels**

Fiche conseil N°5

Une étude de vulnérabilité des constructions dans le cas **de glissements de terrains, coulées de boue, érosion de berge et chute de blocs**, doit notamment comprendre :

1 – Les caractéristiques du bâtiment et de son environnement immédiat (accès, réseaux), type de construction

2 – Les risques encourus : description, document de référence, scénarios probables de crise

**La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la
responsabilité du maître d'ouvrage**

**Recommandations (en zone d'aléa faible) ou prescriptions (en zone d'aléa moyen)
relatives aux études de structures**

Fiche conseil n°6

Une étude de structure du bâtiment pour les constructions réalisées dans les zones de risques suivants :

- **glissement de terrains ;**
- **coulées de boues ;**
- **et pour les chutes de pierres et de blocs.**

a pour objet de montrer que les structures du bâtiment (fondations, ossature, clos-couvert,...) ont été définies et calculées pour assurer la solidité et la stabilité de l'ouvrage ou du bâtiment ou la résistance d'une partie de celui-ci, en fonction du type de risque en présence et doit notamment comprendre :

1- Description du bâtiment

- type de construction ;
- caractéristiques techniques du bâtiment.

2- Risques encourus

- description des phénomènes naturels (document de référence)
- exposition du bâtiment
- points de fragilité vis-à-vis du risque

3- Moyens mis en oeuvre

- sur le bâtiment lui-même et les réseaux.
- aux abords immédiats ou plus éloignés.

Pour ce qui concerne le risque sismique, la construction doit être conforme à la réglementation en vigueur définie par les décrets des 14 mai 1991 et 13 septembre 2000 et l'arrêté du 29 mai 1997

**La prise en compte de ces mesures ainsi que des résultats des études est de la
responsabilité du maître d'ouvrage**



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 - www.brgm.fr

Direction régionale Auvergne

12 avenue des Landais
63170 Aubière – France

Tél. : 04 73 15 23 00