

DEPARTEMENT DE LA HAUTE LOIRE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

**CARTOGRAPHIE
ET ZONAGE DE RISQUES DE
MOUVEMENTS DE TERRAIN**

[25 COMMUNES DU BASSIN DU PUY EN VELAY]

ECHELLE : 1 / 25000

CETE DE LYON
LABORATOIRE REGIONAL
DES PONTS ET CHAUSSEES
RÉGIONS AUVERGNE LIMOUSIN
BP 11
63014 CLERMONT-FERRAND CEDEX
Tél: 73.42.10.10
Dossier 43 89 1662 - 1

J. RESTITUITO **

J. MAILLARD *
A. MALATRAIT *
A. CROUZIER *

BRGM
SERVICE GEOLOGIQUE
REGIONAL AUVERGNE
BP 186
63174 AUBIERE CEDEX
Tél: 73.26.24.31
Dossier: R 30504 AUV4S90

DEPARTEMENT DE LA HAUTE LOIRE
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

CARTOGRAPHIE ET ZONAGE
DE RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN
(25 COMMUNES DU BASSIN DU PUY-EN-VELAY)

Echelle 1/25 000

R 30504
AUV 4S 90

FEVRIER 1990

R E S U M E

La cartographie des zones exposées aux mouvements de terrain élaborée sur 25 communes du Bassin du Puy-en-Velay (à l'échelle du 1/25 000) s'est traduite par une proposition de zonage en quatre niveaux de risques hiérarchisés.

Ce document informatif, qui ne prend pas en compte les occupations du sol et la vulnérabilité, reflète un constat technique à la date de l'étude et n'a pas de valeur réglementaire. Quelques recommandations générales sont énoncées, relatives aux aménagements possibles.

Les résultats de l'étude permettront de dégager des priorités dans le cadre d'un futur programme de Plan d'Exposition aux Risques (1/5 000 ou 1/2 000).

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
1 - INTRODUCTION	1
2 - CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE - OBJECTIF	2
3 - CONTEXTES GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	3
4 - METHODOLOGIE - TRAVAUX EFFECTUES	7
5 - RESULTATS - ELABORATION DU ZONAGE DE RISQUES	8
6 - RECOMMANDATIONS APPLICABLES A CHAQUE ZONE DE RISQUES	12
7 - CONCLUSION	13

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation avec périmètre de l'étude et tableau d'assemblage des planches cartographiques (1/100 000)	
Figure 2 : Exemples de logs stratigraphiques des formations géologiques du Bassin du Puy en Velay	4
Figure 3 : Coupe géologique schématique COLLANDRE / CHADRON	5

ANNEXES

Planches 1 à 11 : zonage de risques de mouvements de terrain sur le bassin du Puy-en-Velay (1/25 000)

1 - INTRODUCTION

L'identification des zones soumises à des risques de mouvements de terrain en Haute-Loire (rapport du BRGM n° 89 SGN 688 AUV) avait permis de mettre en évidence, à l'échelle du 1/100 000, des secteurs particulièrement exposés, comme le bassin sédimentaire du Puy-en-Velay et son pourtour.

Les résultats de cette analyse ont conduit la Direction départementale de l'Équipement de la Haute-Loire à demander au Laboratoire Régional des Ponts-et-Chaussées (région Auvergne-Limousin) et au Service géologique régional Auvergne du BRGM de poursuivre la cartographie préventive des mouvements de terrain, à plus grande échelle et, en priorité, dans le bassin du Puy-en-Velay.

Le programme suivant a été retenu :

- A - Actualisation de la cartographie et du zonage de type ZERMOS à 1/100 000 déjà établie sur 7 communes du district du Puy-en-Velay en 1980, avec intégration des événements survenus éventuellement depuis cette date et report à l'échelle du 1/25 000.
- B - Elaboration d'une cartographie et d'un zonage de risques à 1/25 000 sur les communes périphériques et concernées par le SDAU, avec intégration des résultats d'une étude antérieure sur les communes proches de la future retenue du barrage de Serre de la Fare.

2 - CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE - OBJECTIF

Le périmètre de l'étude s'inscrit dans la zone délimitée sur le plan de situation à 1/100 000 (figure 1) ; 25 communes ont été traitées, du Nord au Sud :

SAINT PAULIEN, BLANZAC, BORNE, SAINT VIDAL, CEYSSAC, LE MONTEIL, BLAVOZY,

POLIGNAC, ESPALY SAINT MARCEL, AIGUILHE, LE PUY, CHADRAC, VALS PRES LE PUY, BRIVES CHARENSAC (district du Puy-en-Velay)

COUBON, CUSSAC SUR LOIRE, SAINT GERMAIN LAPRADE, SAINT MARTIN DE FUGERES, ARSAC EN VELAY, LE MONASTIER SUR GAZEILLE, LANTRAC, GOUDET, SOLIGNAC SUR LOIRE, LE BRIGNON, CHADRON.

L'objectif de la cartographie de risques demandée est d'alerter les responsables de l'aménagement et de la sécurité sur les risques de mouvements de terrain, de localiser les secteurs sensibles, de les classer en fonction de leur degré d'instabilité, de la nature probable des mouvements susceptibles de s'y produire et de l'ampleur de ceux-ci.

Par "zone exposée à des risques de mouvements de terrain", on peut sous-entendre : soit une zone elle-même instable, soit une zone stable susceptible d'être affectée un jour par des terrains en mouvement venus d'ailleurs, tels que des blocs rocheux écroulés le long d'une pente. Lorsque l'ampleur des mouvements peut être évaluée, l'aspect prévisionnel s'ajoute au caractère préventif de la carte.

L'objectif de l'étude est d'élaborer des documents "d'alerte" sur les zones sensibles aux mouvements de terrain qui puissent orienter le choix des aménageurs ou des décideurs lors de l'élaboration des projets de constructions ou d'infrastructures.

3 - CONTEXTES GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Le cadre géologique du secteur étudié présente une grande diversité, les formations rencontrées sont d'âge et de nature très variés.

Le socle est constitué par le complexe granitique du Velay. Le granite du Velay affleure sur de larges étendues au Nord-Est et à l'Est de la ville du Puy, au Sud de cette ville ce granite est rencontré en fond de vallée où il est parfois très entaillé, exemple : projet d'implantation d'un barrage sur le site de Serre de la Fare.

Ce granite a été affecté, au début du Tertiaire, par des mouvements tectoniques créant des fossés remblayés, dès l'Eocène, par des matériaux détritiques, ce sont les bassins sédimentaires du Puy et de l'Emblaves. Les formations sédimentaires les plus anciennes connues sont les Arkoses de Brive et de Chaspinhac.

Au niveau de ces deux bassins, les variations latérales de faciès ne permettent pas d'établir une échelle stratigraphique rigoureuse. Pour exemple les formations sédimentaires observées, figure 2, illustrent ces variations latérales au sein du bassin du Puy.

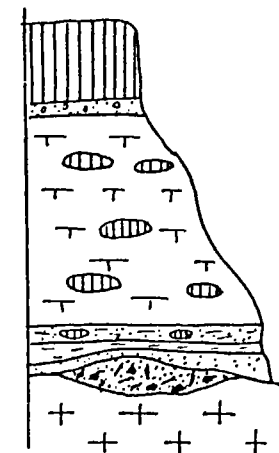
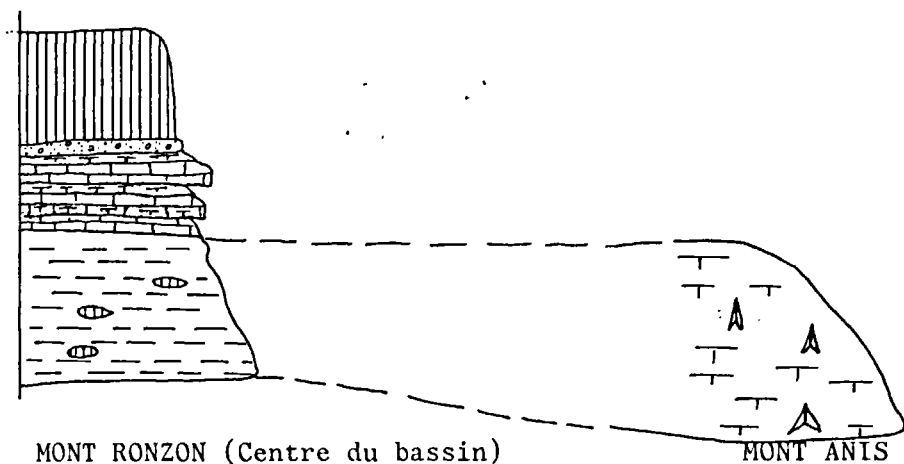
D'un point de vue général, les formations sédimentaires sont d'abord principalement détritiques et deviennent de plus en plus carbonatées, pour redevenir détritiques dans les dernières formations connues.

Les épanchements volcaniques qui recouvrent les formations sédimentaires, forment des entablements surmontés de cônes stromboliens ou d'appareils de projections. Une coupe schématique dans le secteur Collandre Chadron (figure 3) rappelle la disposition générale des formations décrites.

Par ailleurs, il faut noter l'importance des formations superficielles résultant des remaniements de ces trois unités, à des stades plus ou moins évolués : alluvions de la Loire, colluvions basaltiques, colluvions argilo-sableuses, éboulis basaltiques. Ces formations superficielles ont un rôle important dans l'évolution morphologique récente et actuelle.

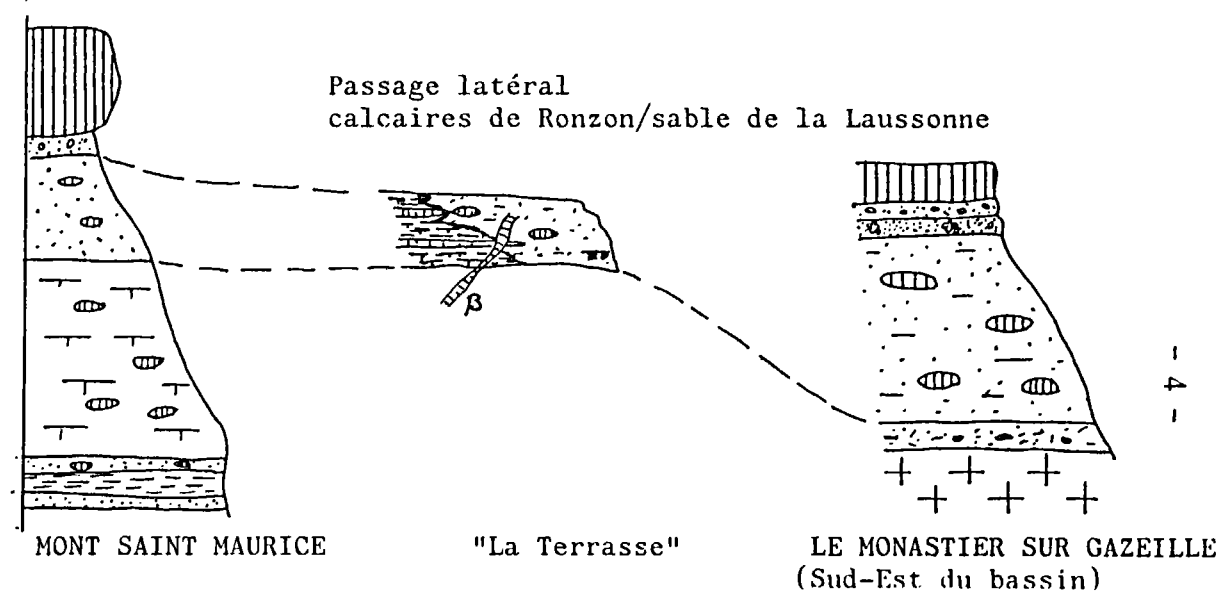
Les traits morphologiques dominants du bassin du Puy en Velay consistent en l'inversion de relief marquée des plateaux basaltiques, ainsi que celle de necks de basalte et de brèches formant des "sucs". Un premier épisode villafranchien a mis en relief les basaltes plus anciens ; un second épisode volcanique s'est mis en place postérieurement aux dépôts villafranchiens : ces nouveaux épanchements forment l'entablement du plateau du Devès ; un dernier épisode plus récent a permis la mise en place de coulées basaltiques sur des surfaces d'érosion récentes (âge inférieur à 0,5 millions d'années).

**FIGURE 2 : EXEMPLES DE LOGS STRATIGRAPHIQUES DES FORMATIONS GEOLOGIQUES
DU BASSIN DU PUY-EN-VELAY**



BRIVES CHARENSAC

-  Sables à nodules calcaires (sables de la Laussonne)
-  Argiles (marnes du Puy)
-  Basaltes
-  Concrétions ferrugineuses
-  Marnes (marnes du Puy)
-  Calcaires (calcaires de Ronzon)
-  Sables et graviers (Villafranchien)
-  Arkoès (Brives Charensac)
-  Gypse
-  Chailles



Plateau basaltique du Devès
Coulée de la Serre du Bois

Coulée de Collandre
(vallée fossile de la Loire)

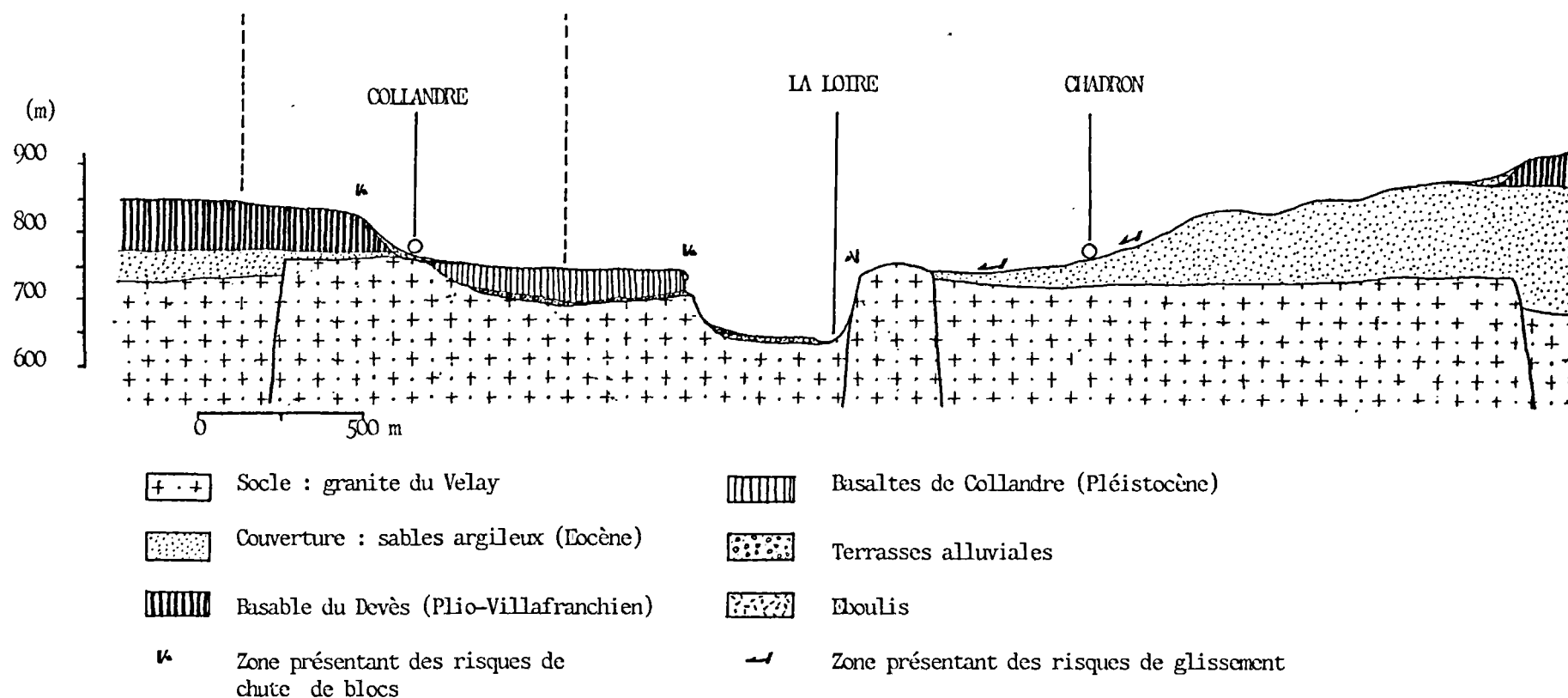


Figure 3 : COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE COLLANDRE / CHADRON

Au plan de l'évolution morphologique récente et actuelle, deux types de phénomènes corrélables à la géologie du site peuvent être distingués :

- les escarpements basaltiques et granitiques dont les falaises ou rebords abrupts nourrissent de vastes zones d'éboulis à caractère plus ou moins stable (clapiers) ; dans le cas de parois granitiques, le diaclasage peut engendrer un débit de la roche en éléments subverticaux que les conditions climatiques ou l'action des racines peuvent destabiliser ;
- l'autre type de phénomène est lié aux terrains sédimentaires et aux produits de remaniement, comme les colluvions. Les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques de ces matériaux prédisposent ces terrains aux instabilités qui affectent le bassin.

4 - METHODOLOGIE - TRAVAUX EFFECTUES

La démarche méthodologique suivie au cours de l'étude a été la suivante :

- 1 - Enquête documentaire (fichiers, rapports, travaux effectués dans la zone d'étude, consultations de dossiers d'administrations ou laboratoires) ; Examen des cartes thématiques disponibles (géologique, géotechnique, hydrogéologique, formations superficielles)
- 2 - Analyse et interprétation des photos aériennes de l'ensemble du site (échelle 1/17 000 - mission de 1987) ;
- 3 - Levers de terrain sur l'ensemble des zones étudiées et contrôles des secteurs reconnus sensibles, suivis d'une vérification complémentaire des photos aériennes ;
- 4 - Synthèse des données : élaboration d'une carte de zonage de risques à l'échelle du 1/25 000, avec différents degrés ou présomptions d'instabilité.

La première phase documentaire a été abordée lors de l'inventaire préliminaire des mouvements de terrain sur le département (rapport BRGM 89 SGN 688 AUV). L'interprétation des photos aériennes met en évidence de grands traits morphologiques, des indices de phénomènes et apporte souvent des informations sur le couvert végétal ou sur les zones humides.

L'ensemble des éléments demande à être contrôlé sur le terrain pour préciser les limites et les caractéristiques des types de phénomènes identifiés (glissements de terrain, éboulements, chutes de blocs, affaissement ou effondrements, ravinements ou coulées de boue).

L'élaboration d'un zonage de risques ou d'aléas implique donc en premier lieu une phase analytique qui prend en compte les facteurs d'instabilité caractérisant le site étudié. Les facteurs naturels permanents sont essentiellement la topographie, la lithologie, le contexte hydrogéologique, l'action de la pesanteur.

Les précipitations, la végétation, les diverses perturbations dues aux activités humaines constituent des facteurs occasionnels ou évolutifs qui peuvent être **déterminants** dans le déclenchement du phénomène.

La phase de synthèse repose sur la combinaison et la pondération des facteurs d'instabilité permanents et occasionnels et permet d'établir un zonage exprimant la plus ou moins forte présomption d'instabilité et des degrés de risques.

Le zonage est fonction des connaissances acquises sur la région au moment de l'étude.

5 - RESULTATS - ELABORATION DU ZONAGE DE RISQUES

Les principaux phénomènes de mouvements de terrain identifiés sur le périmètre d'étude sont essentiellement :

- 1 - des mouvements de pente à dynamique lente, tels que les glissements, la solifluxion* ou le fluage** ;
- 2 - les éboulements ou chutes de blocs ou de masses rocheuses, à dynamique rapide ;
- 3 - les affaissements liés à la présence de cavités souterraines ;
- 4 - les ravinements ou formes d'érosion avec accumulation de terre ou de débris à l'aval des secteurs affectés.

Un examen des photos aériennes a permis de mettre en évidence un certain nombre d'indices d'instabilité, tels que des loupes de glissements, des niches d'arrachement, des bourrelets dans la morphologie, ou encore, des "clapiers" (blocailles ou éboulis en amas au pied de falaises) et des zones d'érosion particulières.

Ces éléments de la photo interprétation ont fait l'objet de contrôles sur le terrain au cours de la phase suivante des travaux, avec identification des facteurs d'instabilité, essentiellement morphologiques (pentes, falaises), lithologiques (éléments de cartes géologiques traduits en termes de "faciès" : terrains de même nature et de caractéristiques mécaniques semblables) ou encore hydrogéologiques (zones humides, circulations superficielles ...).

A ce stade, des cartes intermédiaires, comme celles des pentes, ont été utilisées.

La synthèse des éléments et le croisement des indices mouvements et de facteurs d'instabilité ont permis d'établir un zonage ou délimitation de zones à plus ou moins forte présomption d'instabilité et une graduation du risque, sur l'ensemble des communes étudiées.

* Solifluxion : glissement lent de terrains superficiels gorgés d'eau s'écoulant sur pentes faibles sans rupture apparente (bourrelets).

** Fluage : déformation d'une couche argileuse soumise à une pression importante et constante.

La cartographie réalisée fait apparaître un zonage en 4 niveaux hiérarchisés :

Zone blanche : présentant moins de deux facteurs d'instabilité, sans indice de mouvement, à degré de risque et présomption d'instabilité nuls ou très faibles en l'état actuel des connaissances.

Zone jaune : présentant au moins deux facteurs d'instabilité (pente forte, lithologie défavorable, venues d'eau), sans indices de mouvement, à faible degré de risque ou de présomption d'instabilité ;

Zone orange : présentant au moins deux facteurs d'instabilité et des indices de mouvements diffus, mal circonscrits ; présomption d'instabilité moyenne à élevée ;

Zone rouge : présentant souvent plus de deux facteurs d'instabilité et des indices bien déclarés et identifiés, avec présomption d'instabilité élevée à très élevée.

Le périmètre d'étude est couvert par onze planches cartographiques à 1/25 000 en format A3 ci-jointes en annexe.

La précision des limites de zones est seulement compatible avec l'échelle du 1/25 000 ou une échelle inférieure. Il faut donc éviter de transposer ces limites à une échelle supérieure sans consulter les auteurs.

Les principaux phénomènes de mouvements de terrain ont été symbolisés sur les planches : une distinction a été faite entre des glissements actifs et des glissements potentiels, selon la nature, les caractéristiques des indices visibles sur le terrain (niches d'arrachement, surfaces de rupture ..) et les facteurs d'instabilité prédominants (morphologie et présence d'eau).

Il faut noter que des mouvements classés "récents" peuvent rejouer et devenir actifs, et inversement des glissements actifs peuvent se stabiliser.

Les éboulements ou chutes de blocs intéressent essentiellement des falaises ou escarpements granitiques et des bords de coulées ou épanchements basaltiques ... Les mouvements de pente (s.l.) : glissements, solifluxion, fluage, surviennent dans des terrains sédimentaires éocènes et oligocènes, dans des colluvions à matrice sablo-argileuse et parfois sur les flancs de cônes volcaniques.

Les communes du Nord du district du Puy-en-Velay, telles que Saint Vidal, Blanzac et Saint Paulien sont exposées à des risques de glissements actifs dans certains secteurs et à d'intenses ravinements : il faut signaler que des désordres importants s'y sont déjà produits, entraînant des dommages.

Les communes du district du Puy-en-Velay ont déjà fait l'objet d'une cartographie de type ZERMOS à l'échelle du 1/10 000 ; il s'agissait de réactualiser à 1/25 000 le document produit*, compte tenu de l'évolution possible de certains phénomènes ou d'indices d'instabilité.

Indépendamment des éboulements ou glissements, dont certains sont actifs (Espaly Saint Marcel), l'agglomération du Puy en Velay est exposée à un risque d'effondrement ou affaissement engendrée par la présence d'anciennes cavités ou galeries d'exploitation souterraine.

Depuis des temps immémoriaux, le secteur de la ville du Puy-en-Velay a fait l'objet d'exploitations en carrières souterraines. Ces exploitations ont fourni les chaux et les plâtres nécessaires à la construction locale. L'amélioration des voies de communication et les qualités médiocres de cette production l'ont rendu non concurrentielle. Dès le début du siècle, ces exploitations de gypses se sont arrêtées et les carrières de chaux furent fermées dans les années 1940. Ces exploitations, en galeries principalement, n'ont jamais été très développées et n'ont donc pas fait l'objet de plans de travaux précis ; il est donc difficile de déterminer l'ampleur exacte de ceux-ci. Les problèmes qui sont survenu en surface sont le reflet de l'importance de ces exploitations. La délimitation exacte de la zone exploitée n'est pas possible. Différents travaux de construction ou de voirie ont mis à jour de nombreux désordres liés aux galeries. La plan de zonage actuel est approximatif, des visites du réseau et le levé cartographique seraient nécessaires à une bonne connaissance des instabilités. Cette étude serait en particulier riche en renseignements au niveau des innombrables exploitations de chaux dont à fait l'objet le Mont Ronzon, c'est-à-dire les marnes et calcaires de Ronzon.

Au niveau de cette étude, la présomption d'instabilité liée à ces cavités a été présentée en couleur jaune et la nécessité d'investigations particulières s'impose avant la réalisation de travaux dans le secteur.

Le secteur Sud du bassin du Puy-en-Velay (10 communes) est marqué par les profondes vallées de la Loire et de ses affluents. Celles-ci recoupent de la base au sommet le socle granitique, les formations sédimentaires post-éocènes et les formations volcaniques et ont des pentes suffisantes pour entraîner des mouvements de terrain. L'aquifère sous-basaltique est drainé par les complexes colluviaux de versant qui sont, de ce fait, imprégnés d'eau en période de crue. La présence de ce type de matériaux sur les communes d'Arsac-en-Velay, du Monastier sur Gazeille, de Chadron, de Cussac-sur-Loire et de Solognac sur Loire est favorable à l'apparition de glissements.

* (DDE Haute-Loire - Groupe études et programmation - District du Puy - carte ZERMOS (décembre 1980)

De plus, on observe sur celles-ci des phénomènes d'éboulements rocheux, en bordure des coulées inversées et dans le socle profondément entaillé. Il est à noter qu'elles ont été le siège de désordres parfois dommageables. On peut citer :

- sur la commune de Cussac-sur-Loire, en 1935, un glissement de terrain qui a entièrement détruit une maison ;
- sur la commune du Monastier sur Gazeille, en 1980, un glissement affectant le CD 535 qui a nécessité la création d'un nouveau tracé routier.

Dans le reste du secteur (5 communes), les terrains sédimentaires étant de faible importance, voire absents, seuls les éboulements rocheux sont observés. Ils sont localisés dans des secteurs où les pentes sont très fortes et, en général, limités à des chutes de blocs et de pierres.

6 - RECOMMANDATIONS APPLICABLES A CHAQUE ZONE DE RISQUES

D'une façon générale, dans les zones blanches (risques présumés nuls ou faibles), il n'y a pas lieu de prendre de mesures particulières, si l'aménagement projeté ne nécessite pas de terrassements et de rejets d'eau trop importants.

Dans les zones oranges et jaunes, des aménagements sont possibles, mais à condition de contrôler la stabilité du sol par des études spécifiques particulières qui déterminerons, entre autres :

- l'épaisseur de formations superficielles et des colluvions ;
- le toit du substratum ;
- les venues d'eau ;
- (éventuellement) les surfaces de rupture, pour des secteurs de glissements actifs ;
- les caractéristiques mécaniques des formations intéressées ;
- la présence de cavités souterraines au droit du projet.

Dans les secteurs affectés par des risques d'éboulements de panneaux granitiques ou de blocs volcaniques, une analyse structurale et une étude géométrique de fracturation peuvent être recommandées.

Par ailleurs, aucun aménagement ou construction ne doit être réalisés dans les périmètres exposés à des éboulements ou chutes de blocs.

En tout état de cause, les aménagements sont déconseillés en zone rouge, car ils conduiraient à retenir des solutions techniques trop onéreuses et inopportunes sur le plan économique.

7 - CONCLUSION

Les résultats de l'étude mettent en évidence un certain nombre de zones sensibles, caractérisées essentiellement par des mouvements à dynamique lente (glissements, solifluxion, ...), des instabilités de talus et escarpements rocheux pouvant entraîner des éboulements ou chutes de blocs ou des affaissements liés aux cavités souterraines.

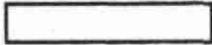
Les communes suivantes sont particulièrement exposées : SAINT PAULIEN, BLANZAC, SAINT VIDAL, CEYSSAC, COUBON, CUSSAC SUR LOIRE, ARSAC EN VELAY, LE MONASTIER SUR GAZEILLE, SOLIGNAC SUR LOIRE, CHADRON et l'ensemble du district du Puy-en-Velay. Ces communes ont déjà été affectées par des désordres. Il en sera tenu compte dans la programmation de zonages à plus grande échelle (1/5 000 ou 1/2 000).

L'expression d'une évaluation de risque se traduisant sur la carte par une teinte attribuée à des zones étendues ne signifie pas que ce risque soit uniforme pour l'ensemble de ces zones. L'attention du projeteur ou aménageur est attirée sur la nécessité d'études plus détaillées en fonction des équipements envisagés.

Si la teinte rouge indique un danger réel d'instabilité, inversement les teintes orange ou jaune ne signifient pas que l'on puisse se permettre des modifications des conditions d'équilibre du milieu naturel sans une analyse des conséquences.

Enfin, les documents présentés constituent un constat technique à un moment donné, qui ne prend pas en compte les occupations du sol et la vulnérabilité.

LEGENDE

	Nombre de facteurs d'instabilité	Indices d'instabilité	Présomption d'instabilité
	< 2	Aucun	Nulle ou très faible
	≥ 2	Aucun	Faible
	≥ 2	Mal circonscrits ou diffus	Moyenne à élevée
	≥ 2	Bien identifiés	Très élevée

Nature des phénomènes

mr Chutes de blocs ou de masses rocheuses

G Glissements de terrains actifs

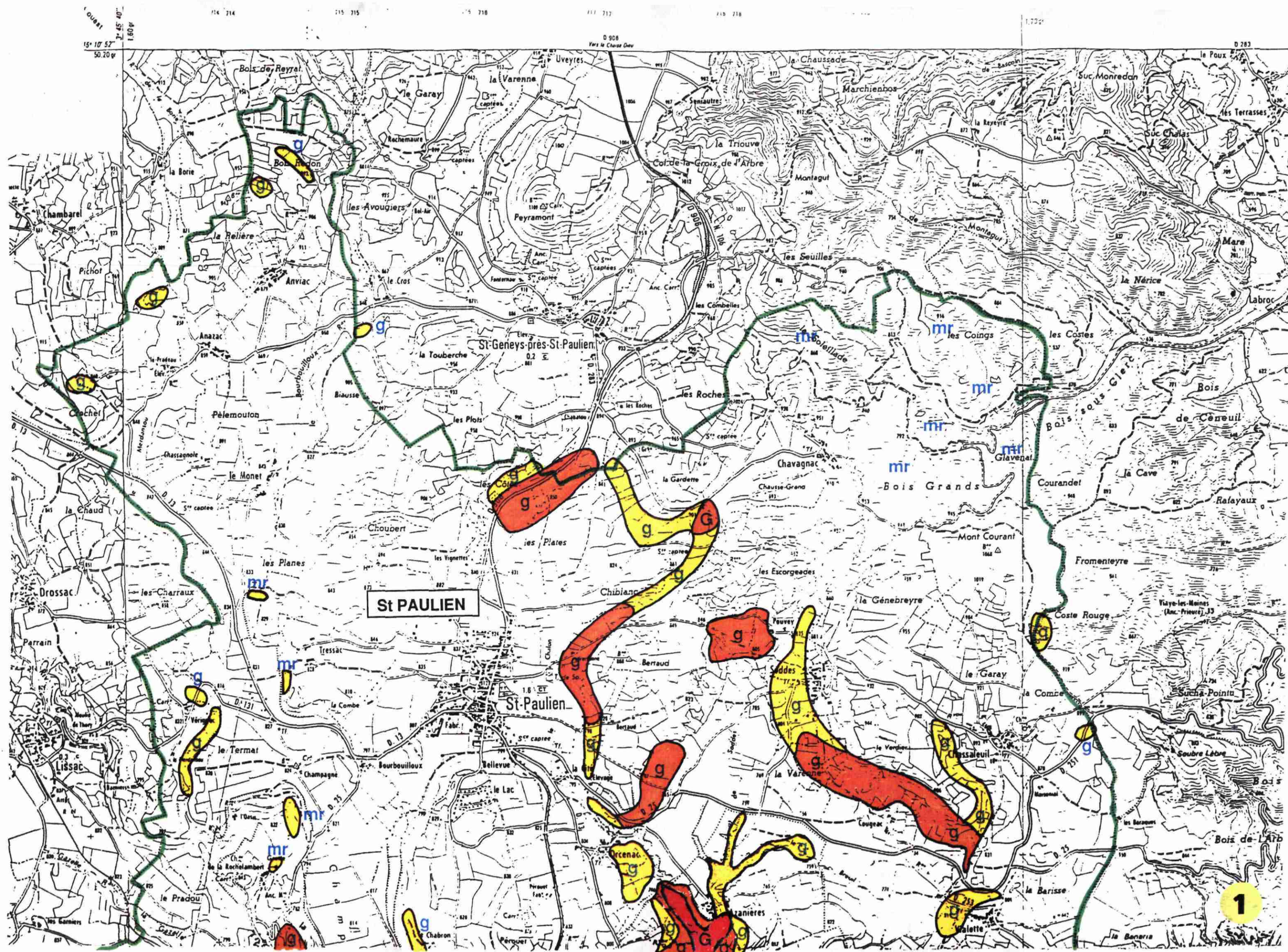
g Glissements de terrains potentiels

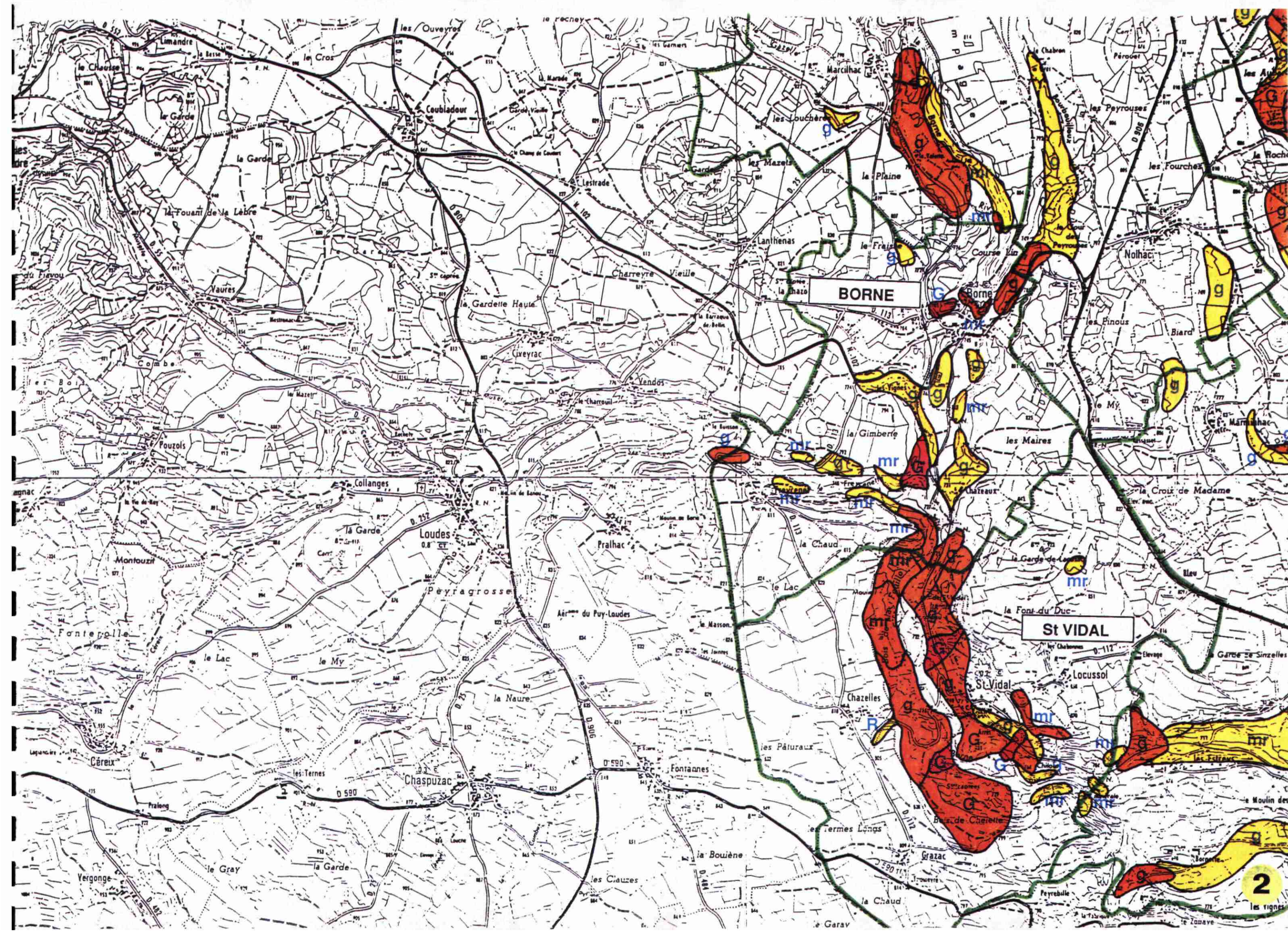
R Ravinements

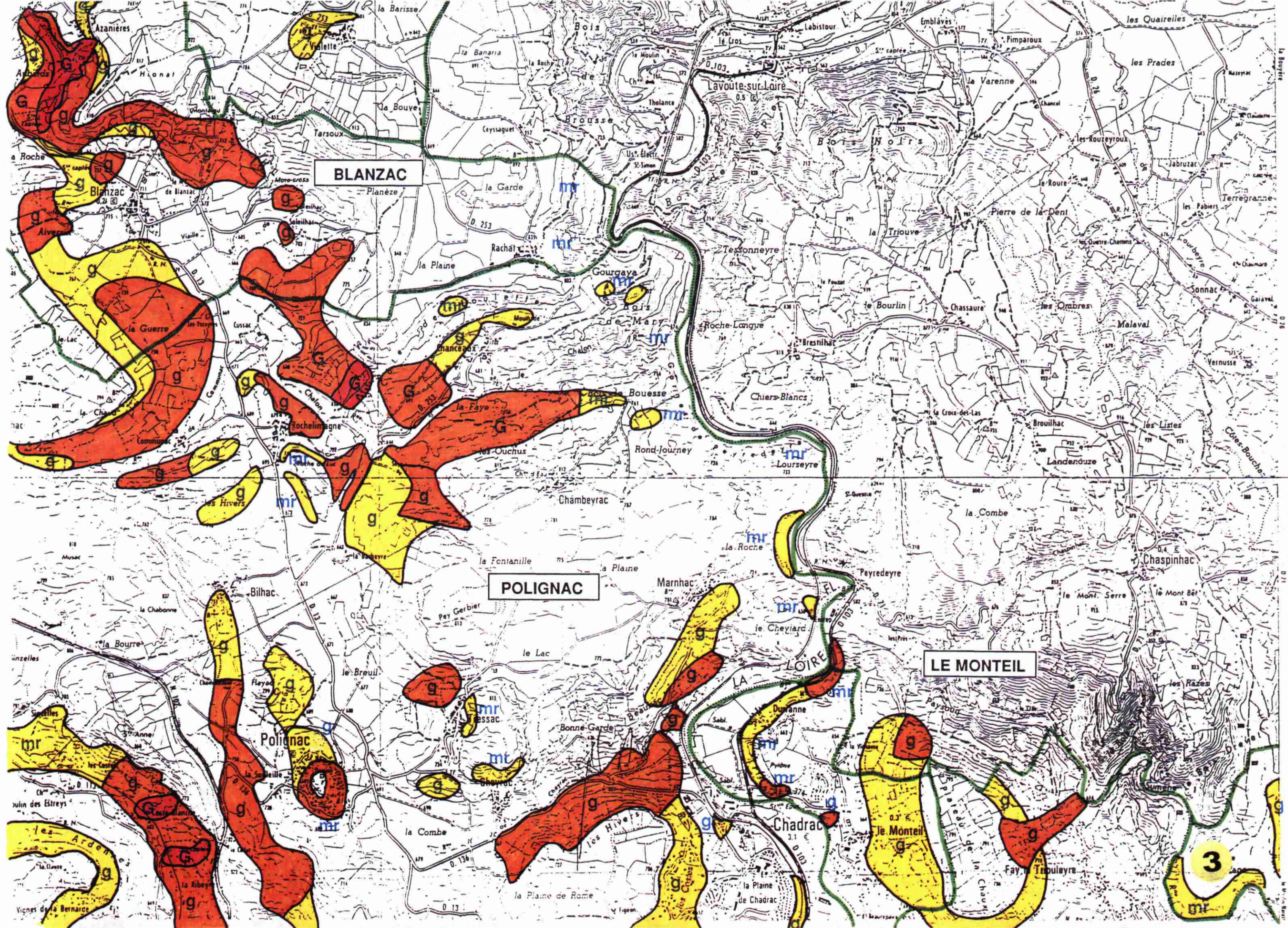
A Affaissements ou effondrements (district du Puy en Velay)

 Limites de communes

Echelle: 1/25000









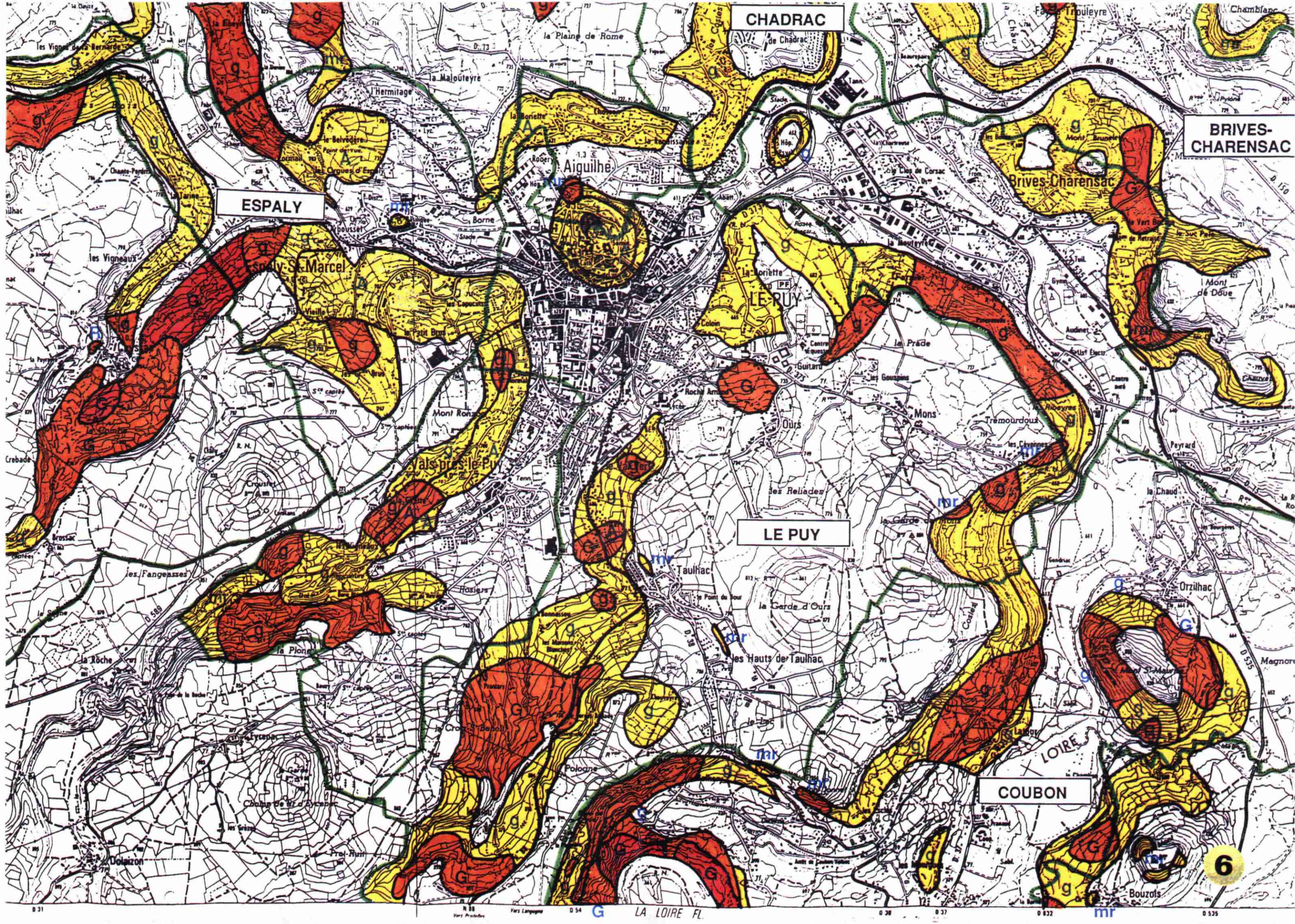
BLAVOZY

4



CEYSSAC

5



CHADRAC

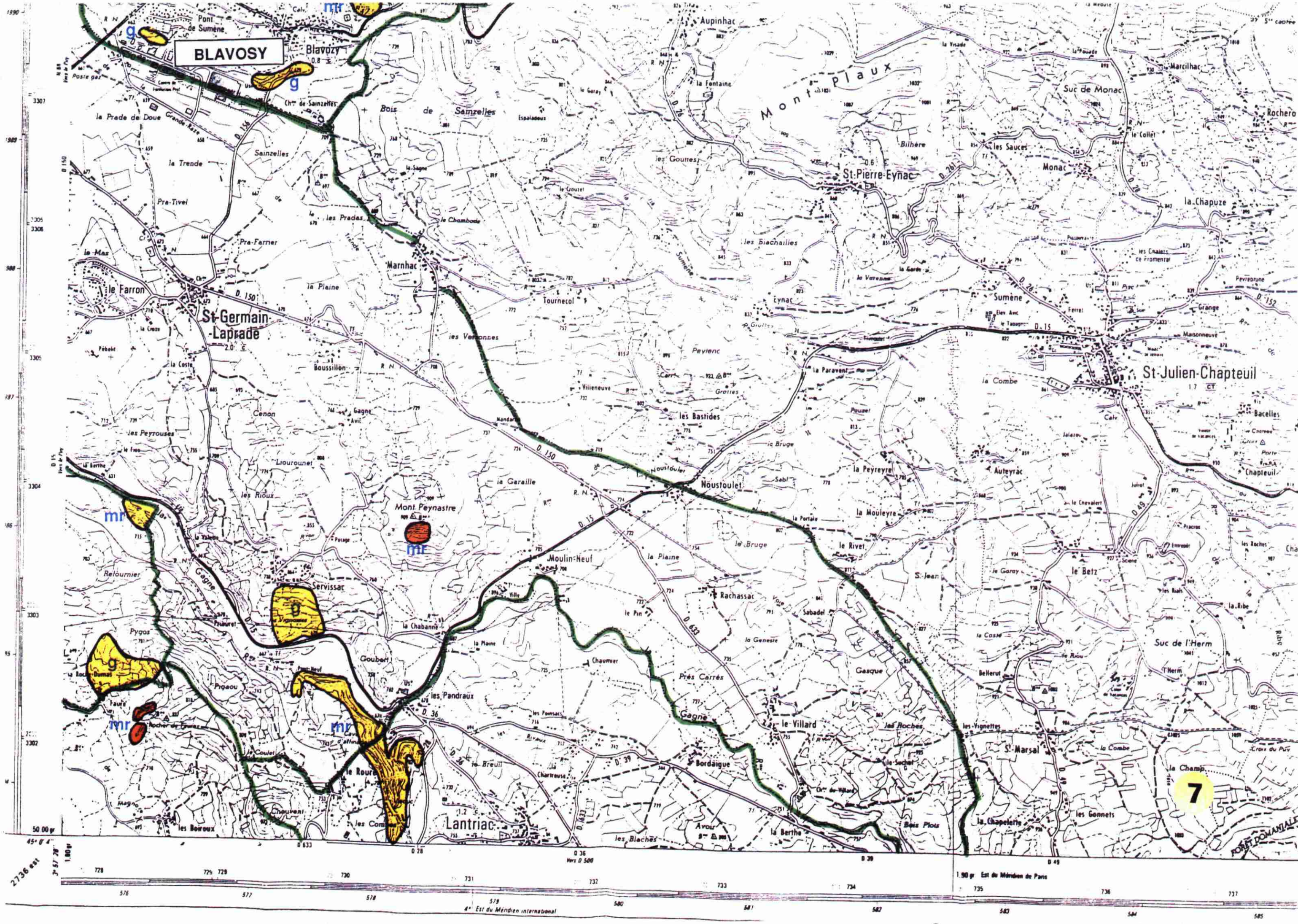
BRIVES-CHARENSAC

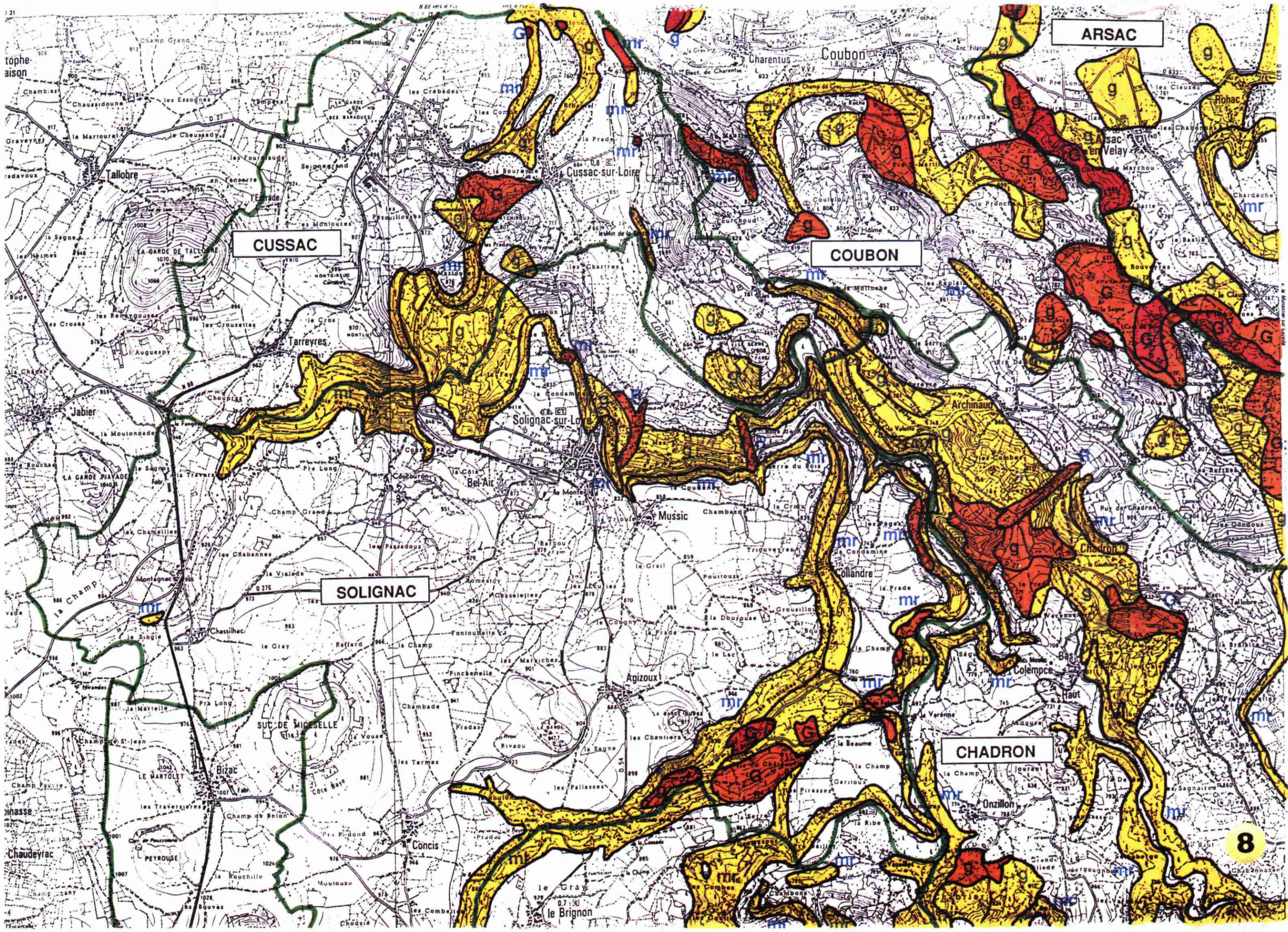
ESPALY

LE PUY

COUBON

6





ARSAC

CUSSAC

COUBON

SOLIGNAC

CHADRON

8

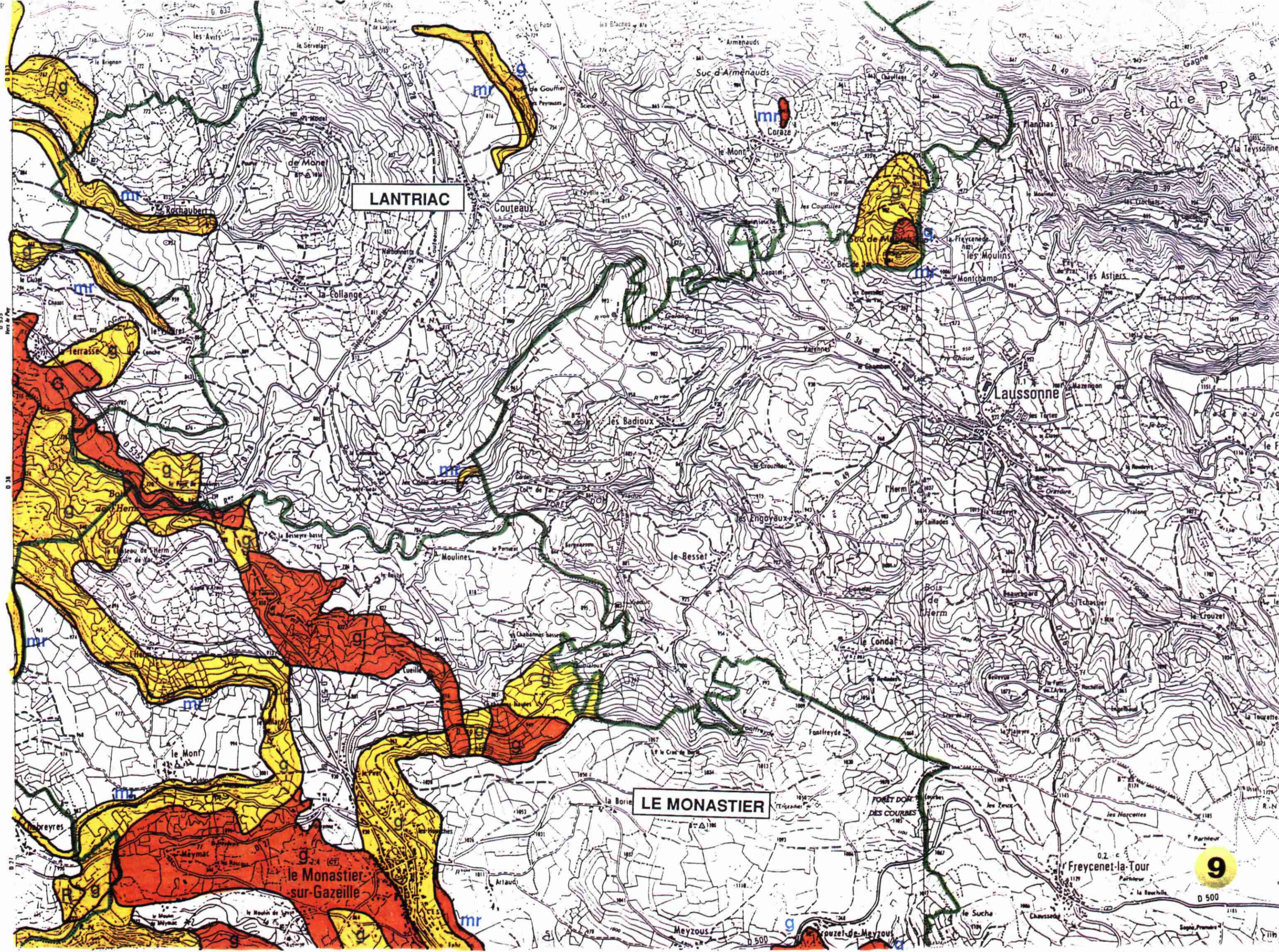
LANTRIAAC

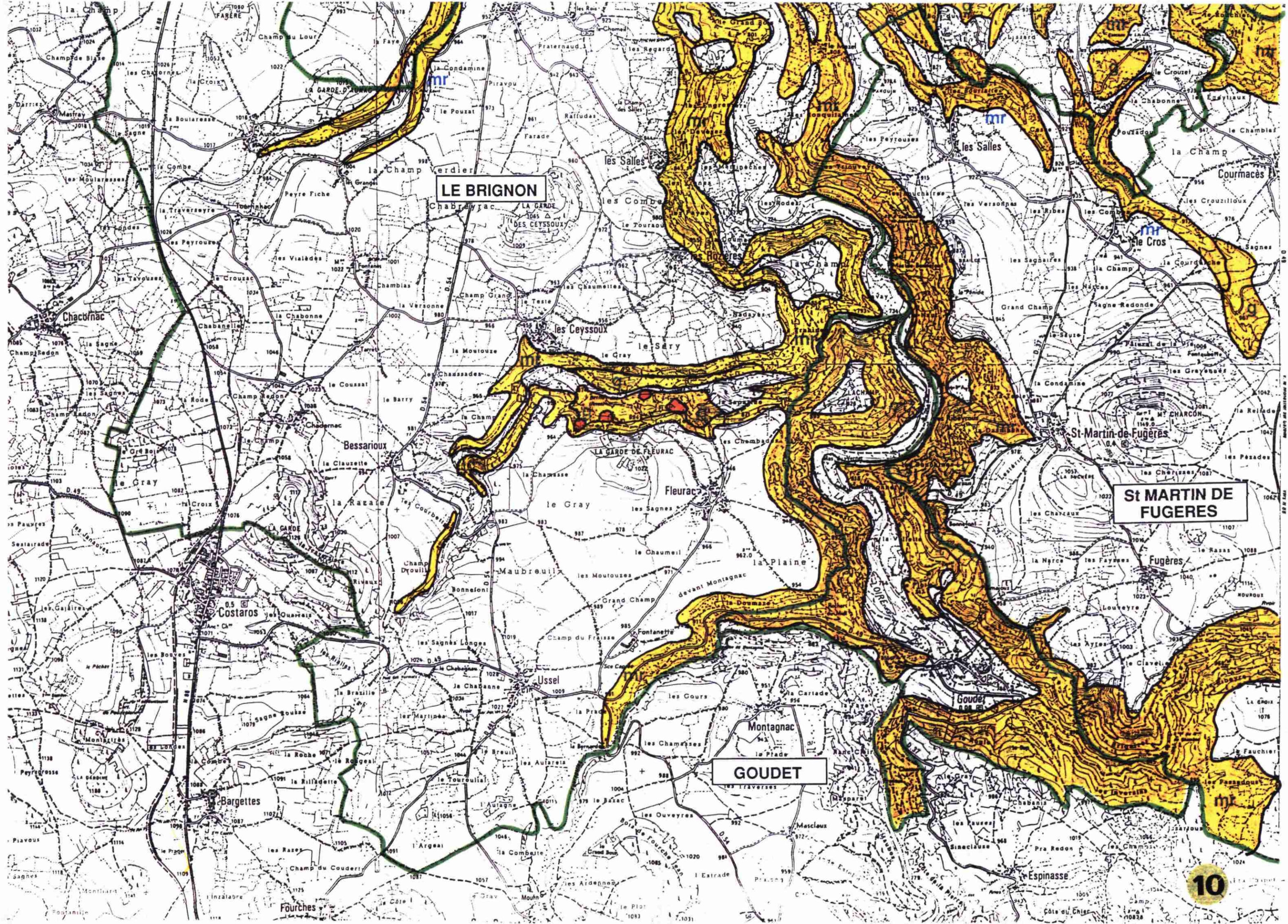
LE MONASTIER

le Monastier
sur-Gazeille

Freydenet-la-Tour

9





LE BRIGNON

St MARTIN DE FUGERES

GOUDET

