

PLAN LOCAL D'URBANISME INTERCOMMUNAL VALANT SCHÉMA
DE COHÉRENCE TERRITORIALE DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE

5e

ALEA MINIER



Plan local d'urbanisme intercommunal valant SCOT

- Approbation du Plan Local d'Urbanisme Intercommunal valant SCOT en date du
31 mars 2022

Vu pour être annexé à la délibération du Conseil Communautaire en date du
31 mars 2022.

Antenne SUD
Pist Oasis 3 - Bât A
Rue de la Bergerie
30319 ALES CEDEX
Tél : +33 (0)4.66.61.09.80
Fax : +33 (0)4.66.25.89.68

Etude détaillée des aléas mouvements de terrain du district minier de cuivre, d'étain et plomb argentifère de Charrier (03)

RAPPORT S 2015/049DE - 15AUV36050

Date: 11 mai 2015

Etude détaillée des aléas mouvements de terrain du district minier de cuivre, d'étain et plomb argentifère de Charrier (03)

RAPPORT S 2015/049DE - 15AUV36050

Diffusion :

Pôle Après-mine Sud
DREAL Auvergne
GEODERIS

Jehan GIROUD (*3 ex. papier et 1 CD*)
Gilles CERISIER - Dominique NIEMIEC
Rafik HADADOU

	Rédaction	Vérification / Approbation
NOM	B. MATOT	C. VACHETTE
Visa		

SOMMAIRE

1	Objet - Contexte	3
2	Définitions et méthodologie	5
2.1	Définition de l'aléa et du risque	5
2.2	Méthodologie mise en œuvre	5
2.2.1	<i>La phase informative</i>	6
2.2.2	<i>La phase d'évaluation des aléas</i>	6
3	Recherches et investigations sur site	7
3.1	Documents d'archives consultés	7
3.2	Personnes et organismes rencontrés	7
3.3	Visites de site	7
4	Phase informative	9
4.1	Situation géographique et géomorphologique du secteur étudié	9
4.2	Contexte géologique et structural	10
4.3	Contexte hydrogéologique et hydrologique	13
4.4	Historique des sites miniers	13
4.4.1	<i>La concession de Charrier</i>	13
4.4.2	<i>Le PER de Saint-Clément</i>	15
4.5	Méthodes d'exploitation	16
4.5.1	<i>Concession de Charrier</i>	16
4.5.2	<i>PER de Saint-Clément</i>	23
4.6	Gitologie	24
4.6.1	<i>Concession de Charrier</i>	24
4.6.2	<i>PER de Saint-Clément</i>	26
4.7	Production	26
4.7.1	<i>Concession de Charrier</i>	26
4.7.2	<i>PER de Saint-Clément</i>	27
4.8	Etat actuel du site	27
4.8.1	<i>Les ouvrages débouchant au jour</i>	27
4.8.2	<i>Les travaux miniers souterrains</i>	31
4.8.3	<i>Les ouvrages de dépôts</i>	32
4.8.4	<i>Les fronts rocheux</i>	33

4.8.5	<i>Les installations de surface</i>	33
4.8.6	<i>Désordres observés en surface</i>	33
4.8.7	<i>Gaz de mine et feux souterrains</i>	35
4.8.8	<i>Éléments environnementaux</i>	35
4.9	<i>Cartographie</i>	35
4.9.1	<i>Géoréférencement des plans miniers</i>	35
4.9.2	<i>Système d'information géographique</i>	38
5	Phase d'évaluation des aléas	39
5.1	<i>Identification des aléas retenus et écartés</i>	39
5.1.1	<i>Aléas retenus</i>	39
5.1.2	<i>Aléas écartés</i>	40
5.1.3	<i>Aléas non étudiés</i>	41
5.2	<i>Evaluation de l'aléa effondrement localisé</i>	42
5.2.1	<i>Effondrement localisé lié aux puits</i>	42
5.2.2	<i>Effondrement localisé lié aux entrées de galeries et galeries peu profondes</i>	46
5.3	<i>Evaluation de l'aléa tassement lié aux ouvrages de dépôts</i>	48
5.4	<i>Evaluation de l'aléa glissement lié aux ouvrages de dépôts</i>	49
5.5	<i>Cartographie des aléas</i>	49
5.5.1	<i>Effondrement localisé lié aux puits</i>	49
5.5.2	<i>Effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes</i>	51
5.5.3	<i>Tassement lié aux ouvrages de dépôts</i>	52
5.5.4	<i>Cartographie du phénomène de glissement superficiel</i>	52
6	Synthèse et conclusion	53
7	Liste des figures et tableaux	55
8	Bibliographie	57
9	Liste des annexes	59

Mots clés : Allier, cuivre, plomb argentifère, aléas, Charrier, mouvements de terrain

1 OBJET - CONTEXTE

Le programme de travail 2012 du GIP GEODERIS, accepté par la DGPR, prévoyait la réalisation de l'opération « Etude d'aléas P4 - Charrier », décrite dans la fiche n° AUV 2.2.20 du programme. Initialement retenue au programme 2012, elle n'a pas pu être étudiée compte tenu d'autres priorités. Elle a été remise au programme 2013 (fiche n° AUV 2.2.30). Cette étude fait suite à l'opération « Scanning » réalisée en 2007. Cette dernière, qui avait pour but de hiérarchiser les sites miniers français, avait abouti au classement de ces titres miniers en priorité 4 au niveau de l'aléa. L'étude consiste à évaluer et cartographier les aléas de type « mouvements de terrain » liés aux anciennes exploitations minières de ce secteur.

Le district minier de Charrier est situé dans le département de l'Allier (03). Il concerne les communes de La Chabanne, Laprugne, Saint-Clément et Saint-Nicolas-des-Biefs (Figure 1).

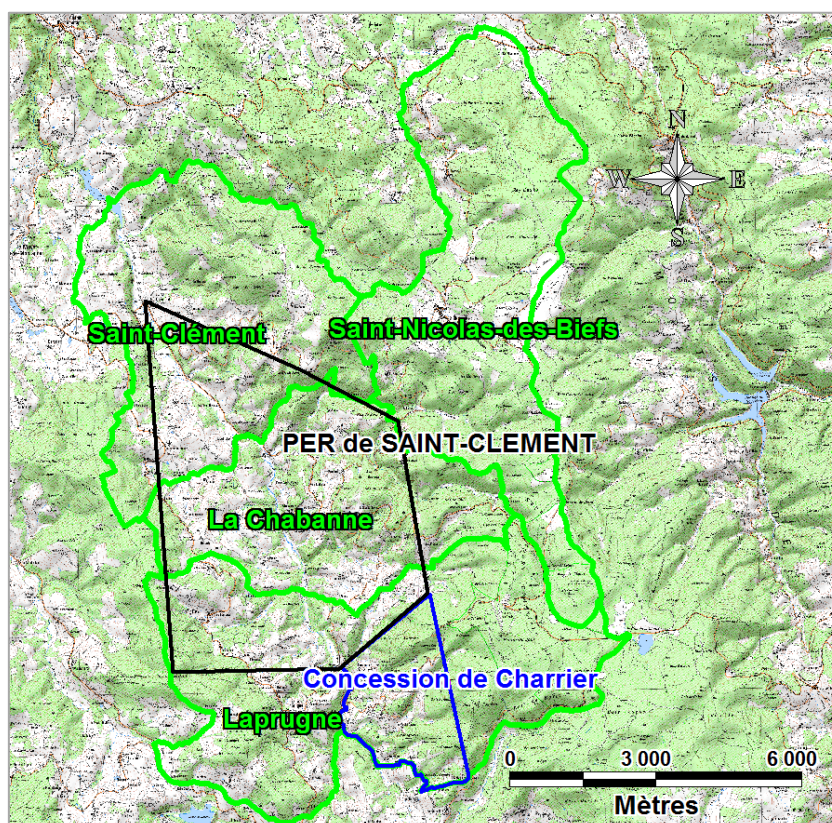


Figure 1 : Périmètre de l'étude (source : BDSTM¹)
[en bleu, la concession de Charrier ; en noir, le PER de Saint-Clément]

Le présent rapport porte sur l'ancienne concession de cuivre et de plomb argentifère de Charrier (titre minier n°03SM0064 de la BDSTM) ainsi que sur le permis de recherches (PER) de Saint-Clément (titre minier n°03SM0018 de la BDSTM). Le lieu-dit « Charrier » de la commune de Laprugne (03) a été le siège d'exploitation en souterrain ainsi qu'à ciel ouvert entre 1872 et 1953. Exploitée dès 1872 suite à son institution par décret, la renonciation à la concession de Charrier a été acceptée le 30 juillet 2005 (par arrêté ministériel du 13 juillet 2005). Octroyé par décret le 22 août 1972 pour les substances cuivre, fluorine, plomb et zinc, les terrains couverts par le PER avaient au préalable fait l'objet de recherches au 19^{ème} siècle et de travaux relativement importants au début du 20^{ème} siècle au niveau du site de Ramillard (travaux interrompus par la guerre de 1914). Le PER de Saint-Clément est échu le 30 août 1978.

¹ Base de Données des Sites et Titres Miniers

L'étude détaillée dans ce rapport, menée en collaboration avec le BRGM (cf. Rapport BRGM/RP-61575-FR [1], largement repris, mais néanmoins modifié par GEODERIS), consiste en la réalisation d'une phase informative (recherche de plans, archives et inspections de terrain) et de la phase d'évaluation des aléas « mouvements de terrain ».

Les communes de Laprugne, La Chabanne et Saint-Clément sont concernées par les aléas miniers.

2 DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

2.1 Définition de l'aléa et du risque

Les travaux ont été menés selon des phases d'analyse préconisées du Guide méthodologique d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers [2].

L'aléa correspond à la probabilité qu'un phénomène donné se produise, au cours d'une période de référence, en atteignant une intensité qualifiable ou quantifiable. La caractérisation d'un aléa repose donc sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec sa probabilité d'occurrence (prédisposition).

Intensité	Prédisposition		
	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Limitée	Faible	Faible	Moyen
Modérée	Faible	Moyen	Fort
Élevée	Moyen	Fort	Fort

Figure 2 : Définition de l'aléa

L'intensité du phénomène caractérise l'ampleur des désordres attendus en surface en cas de déclenchement d'un évènement redouté.

La prédisposition d'un site à l'apparition de désordres ou nuisances est évaluée en fonction de paramètres caractérisant l'environnement du secteur considéré et la technique d'exploitation utilisée, autant de facteurs exprimant la « sensibilité » d'un site.

L'aléa est hiérarchisé. On utilise les termes « aléa fort », « aléa moyen » et « aléa faible ». Cette hiérarchisation peut signifier :

- que les zones concernées par l'« aléa fort » sont davantage prédisposées à l'apparition de dégradations en surface que les zones d'« aléa moyen » ou d'« aléa faible »

et/ou

- que les phénomènes susceptibles de se produire dans les zones d'« aléa fort » sont d'un niveau plus élevé que dans les zones d'« aléa moyen » ou d'« aléa faible ».

Une zone de risque est définie comme la partie de la zone d'aléa sur laquelle se trouve un enjeu en surface (habitation, infrastructure...).

2.2 Méthodologie mise en œuvre

Conformément à la méthodologie des études détaillées des aléas [2], ce travail est basé sur une analyse documentaire en archives, complétée par une enquête sur le terrain permettant de rechercher et de géolocaliser les indices de désordre, les anciens ouvrages, mais aussi d'interroger les personnes sur le terrain.

L'étude est structurée en deux volets présentés ci-après.

2.2.1 La phase informative

La phase informative présente la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement, et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordre...). Les résultats de cette phase sont représentés sur une carte informative positionnant les différents éléments sur fond cartographique, dans le cas présent la BD ortho de l'IGN année 2010 à l'échelle 1/2000 (cf. Annexe 4).

Dans le cadre de cette opération, il a été réalisé :

- une consultation des archives d'exploitation ou de tout document susceptible de fournir des informations utiles à la caractérisation du contexte des travaux miniers étudiés (géologie, hydrogéologie, méthodes d'exploitation...) ;
- une campagne d'investigation sur site (repérage des travaux miniers, recherche d'anciens désordres, enquête auprès des populations...).

2.2.2 La phase d'évaluation des aléas

Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes de type mouvements de terrain, potentiellement envisageables compte tenu de la nature des travaux, sont étudiés et évalués à la lumière des paramètres spécifiques au site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur fond cartographique, dans le cas présent la BD ortho de l'IGN année 2010 à l'échelle 1/1500 (cf. Annexe 5 et 6).

3 RECHERCHES ET INVESTIGATIONS SUR SITE

3.1 Documents d'archives consultés

Afin de rassembler le maximum d'informations sur les anciennes mines de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément, des recherches d'archives ont été effectuées auprès des organismes suivants :

- Archives Nationales à Fontainebleau ;
- Archives Départementales de l'Allier à Moulins ;
- Archives du BRGM à Orléans.

Par ailleurs, d'autres organismes susceptibles de posséder des archives minières ont été contactés :

- la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) d'Auvergne dont les archives ont été déposées au SGR Auvergne à Clermont-Ferrand (63) ;
- le bureau d'études MINELIS, situé à Asnières (92).

La totalité des documents utiles a été recueillie dans les archives de la DREAL Auvergne, à Clermont-Ferrand. Les plans miniers retrouvés dans ces archives ont été scannés. Les archives les plus significatives ont également été scannées.

Les Archives Nationales et les Archives Départementales de l'Allier n'ont pas fourni de documents différents de ceux recueillis dans les archives de la DREAL Auvergne.

Les archives du BRGM à Orléans et celles du SGR Auvergne à Clermont-Ferrand n'ont pas apporté d'informations complémentaires, tout comme les archives du bureau d'études MINELIS.

La base de données BDSTM « Sites et titres miniers » de GEODERIS a également été consultée.

3.2 Personnes et organismes rencontrés

La mairie de Laprugne a été rencontrée à deux reprises. Une réunion avec les anciens habitants susceptibles de détenir des informations sur les anciens travaux miniers a été organisée.

3.3 Visites de site

Les reconnaissances de terrain ont été effectuées par le BRGM durant les mois de mai et juin 2013. Une visite de validation a été effectuée le 19 mai 2014 avec Sébastien GOURDIER et Patrick VADALA du BRGM, et avec Benoît MATOT de GEODERIS. Une visite complémentaire le 30 avril 2015, avec Dominique NIEMIEC de la DREAL Auvergne et avec Benoît MATOT, a permis de repérer sur le terrain des ouvrages complémentaires.

La reconnaissance de terrain a eu pour objet :

- d'identifier et de lever au GPS les principaux ouvrages débouchant au jour et les indices miniers présents sur la concession de Charrier ;
- d'identifier et de lever au GPS les principaux dépôts de surface ;
- de rechercher, inventorier et localiser les principaux désordres de surface ;
- de pouvoir caler les anciens plans miniers à partir des ouvrages débouchant en surface et/ou de points topographiques remarquables, et d'affiner les calages préalablement établis ;
- de donner des valeurs d'incertitude sur le positionnement des contours des exploitations par rapport à la surface.

A l'issue de la phase informative, la carte informative a été tracée afin de synthétiser l'ensemble des informations collectées (cf. Annexe 4).

4 PHASE INFORMATIVE

4.1 Situation géographique et géomorphologique du secteur étudié

Le site minier de Charrier se situe dans le département de l'Allier, en région Auvergne, sur la commune de Laprugne. Il est situé à environ 30 km au sud-est de Vichy et à 15 km à l'ouest de Roanne (42), au niveau de la route départementale D182. Le site minier de Charrier, siège d'exploitation en souterrain, se situe à une altitude comprise entre 650 m NGF et 750 m NGF (cf. Figure 3).

D'un point de vue géomorphologique, le site minier étudié est localisé dans le Massif Central, plus précisément dans la partie septentrionale de la chaîne forézienne qui comprend :

- au nord-ouest, de part et d'autre du Sichon et de la Besbre, les reliefs connus sous le nom de montagne Bourbonnaise ;
- au sud-ouest, le massif des Bois-Noirs dont l'altitude atteint 1287 m (Puy de Montoncel) ;
- à l'est, les Monts de la Madeleine, qui culminent à 1165 m (Bois de l'Assise). C'est sur les versants occidentaux des Monts de la Madeleine que se situent la concession de Charrier ainsi que le PER de Saint-Clément ;
- au nord-est, le chaînon de la Côte Roannaise ;
- au-delà du précédent, une petite partie de la plaine de Roanne.

Les différences d'altitude créent des paysages variés. La forêt, très développée au-dessus de 700 à 800 m, couvre environ la moitié de la superficie des titres miniers. La pluviosité est plus importante, pour une même altitude, sur les versants de l'Allier. Ceux-ci, aux pentes modérées, contrastent avec les versants de la Loire, plus ravinés, en particulier la partie orientale des Monts de la Madeleine (Côte Roannaise).

Dans l'emprise des titres miniers, l'altitude varie de 504 m près du village de Saint-Clément à 971 m près de la source Charrier.

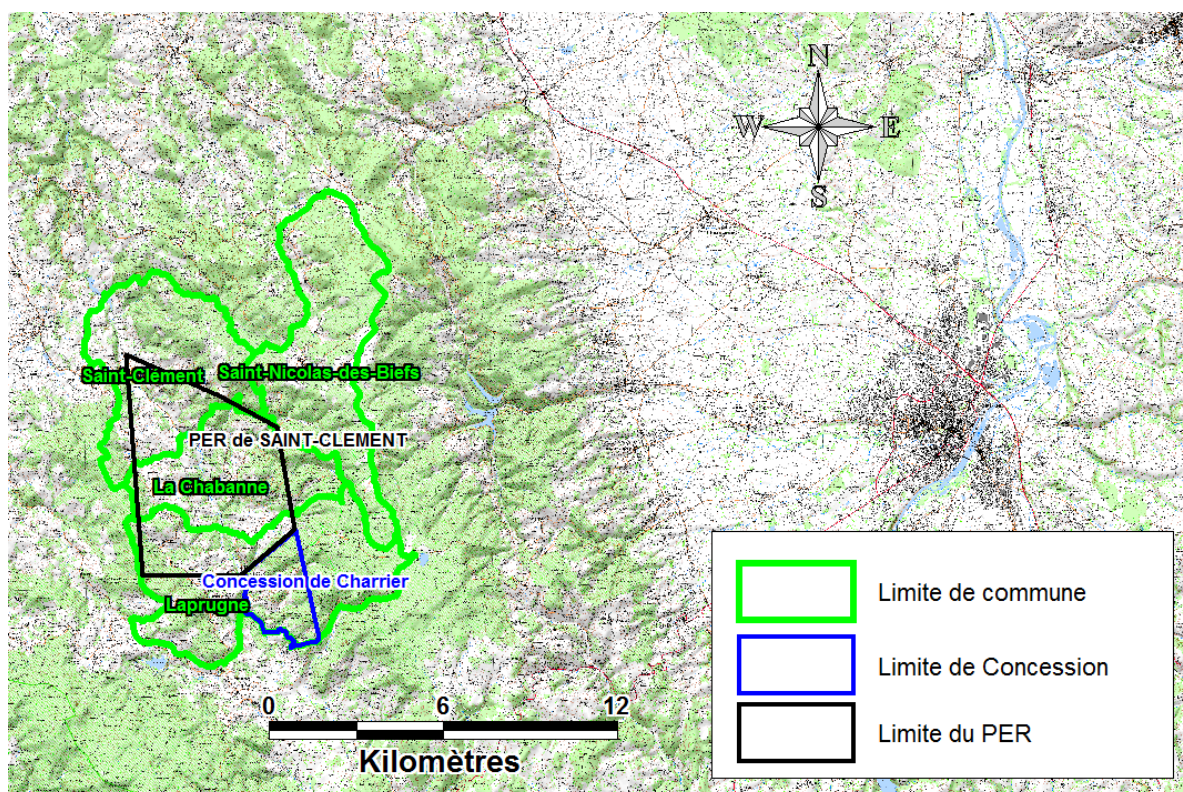


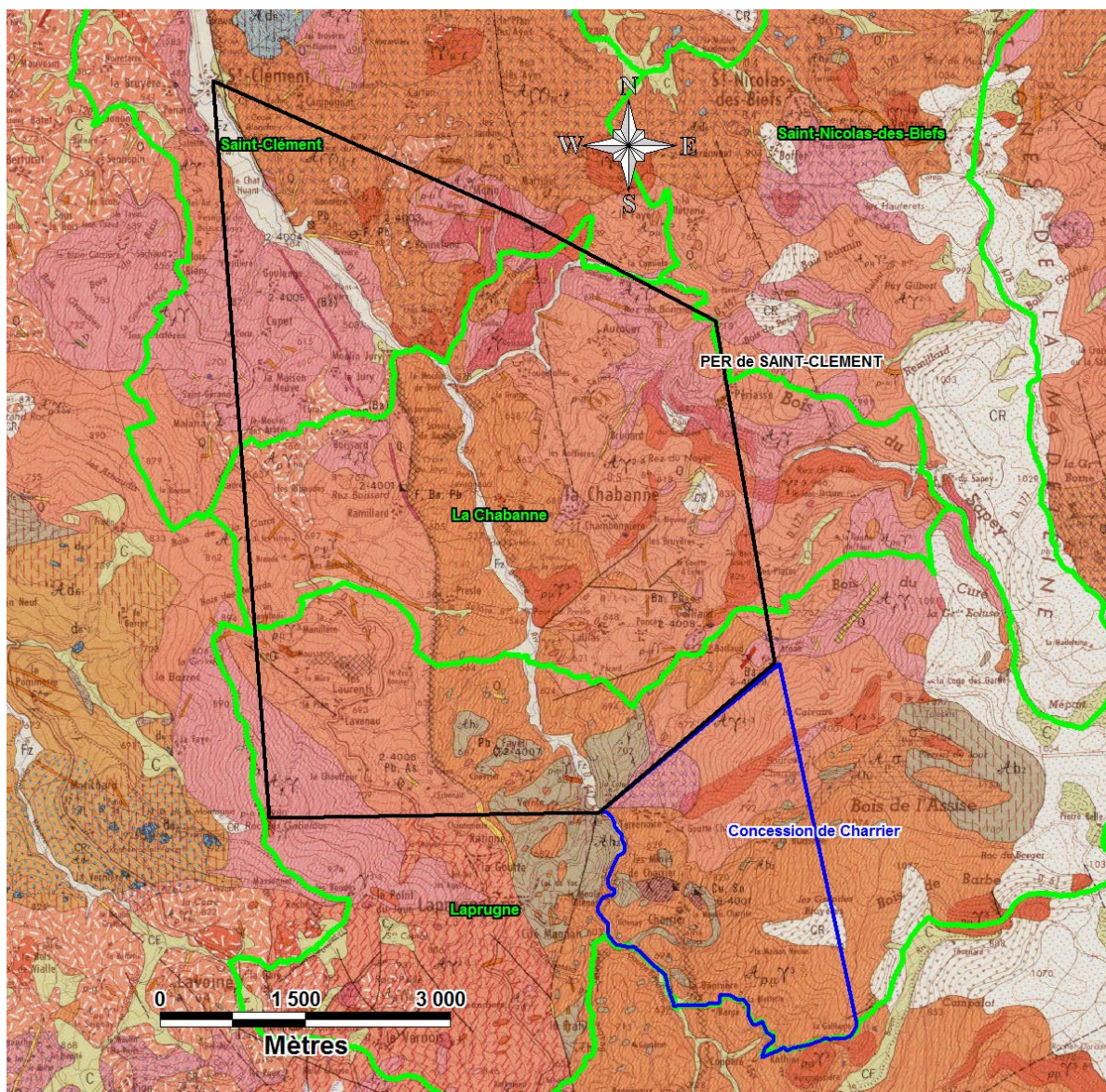
Figure 3 : Localisation du site minier de Charrier (fond Scan25 IGN)

4.2 Contexte géologique et structural

La concession et le PER étudiés sont mitoyens et se situent dans une zone granitique appelée zone du granite de la Madeleine (Figure 4). La couverture sédimentaire paléozoïque, rattachée au Dinantien - plus précisément au Viséen moyen et supérieur, comprenait des schistes argileux, des quartzites, des poudingues, des grauweekes et des dacites ; elle a subi un métamorphisme de contact.

À l'heure actuelle, cette série sédimentaire viséenne n'est plus représentée que par des lambeaux résiduels englobés au sein de la zone des granites de la Madeleine dont la mise en place a provoqué un métamorphisme de contact. L'ensemble granite et formation sédimentaire est recoupé par des intrusions plus ou moins étendues de microgranites porphyriques.

Un ensemble de failles d'orientation SSE–NNW recoupe granite et formation métamorphiques ; elles sont fréquemment empruntées par des filons de quartz et de calcite avec parfois de la barytine, plus ou moins minéralisés en cuivre, plomb, étain, blende, molybdénite, etc.



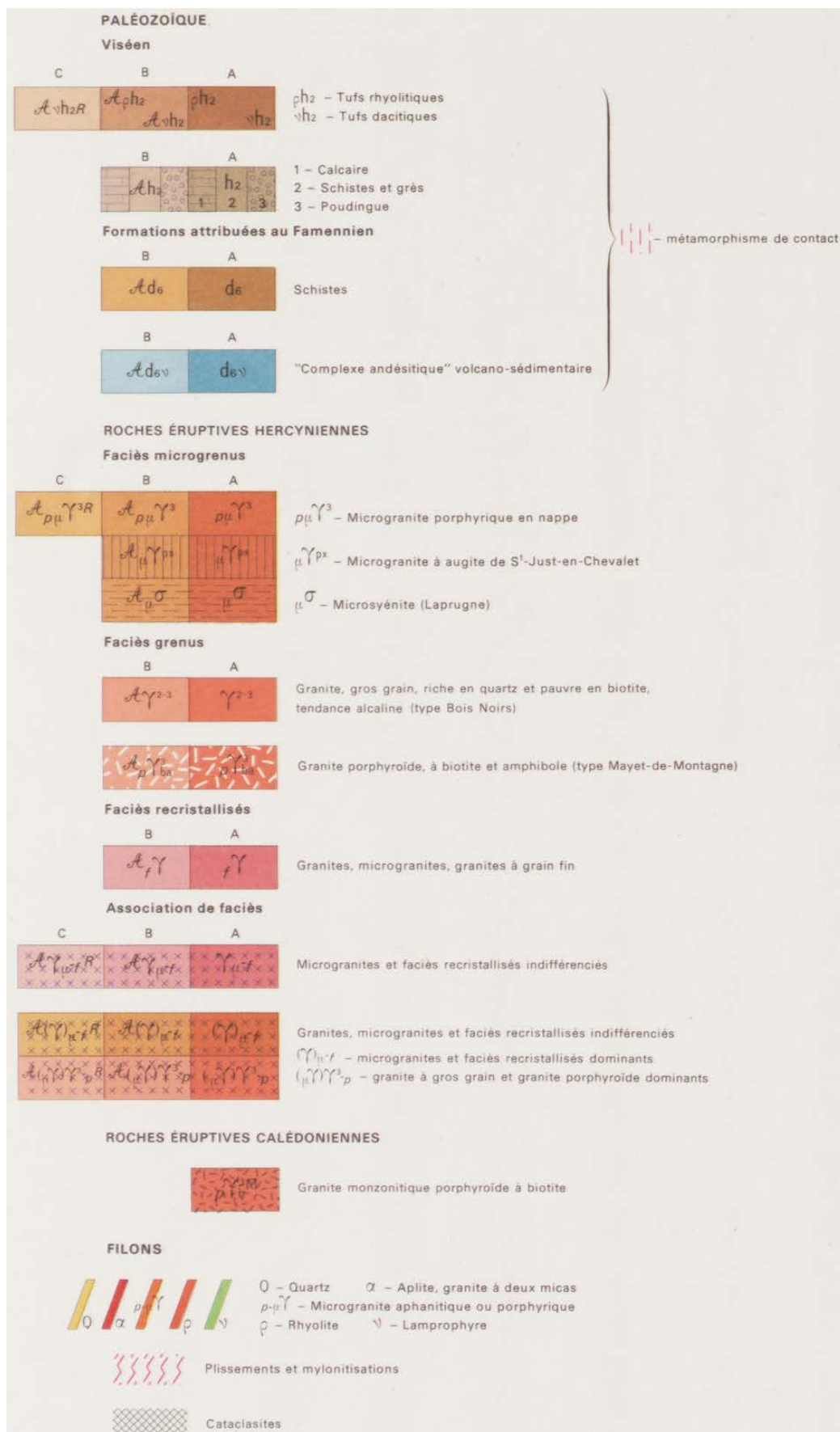


Figure 4 : Localisation de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément sur la carte géologique du BRGM au 1/50000 du Mayet-de-Montagne

4.3 Contexte hydrogéologique et hydrologique

Le réseau hydrographique actuel reste encore relativement dense avec de nombreuses rivières qui se jettent toutes dans la Loire et avec une quantité importante de ruisseaux qui parcourent pratiquement toute la région.

Certains cours d'eau ont été rajeunis par l'effondrement des bassins de la Loire et de l'Allier ; ils présentent de fortes pentes dans leur tronçon situé entre les horsts granitiques et les grabens.

Dans ces zones de morphologie accidentée, la frange d'altération est peu épaisse et la roche est pratiquement imperméable ; les phénomènes de ruissellement sont prédominants.

Sous la frange d'altération, se trouve une zone fissurée constituant un réservoir, difficile à apprécier, car il dépend de l'état local de la répartition des fractures. On ne dénombre pas moins de huit directions de fractures, des filons et dans le détail plusieurs réseaux de fissures et de diaclases. Les fractures principales sont dues principalement aux tectoniques hercynienne et alpine. La circulation serait plus importante dans les fractures alpines que dans les fractures hercyniennes souvent colmatées par des argiles.

On peut donc penser que les circulations profondes sont beaucoup plus importantes que les débits superficiels.

Quelques sources sont captées : à Laprugne (source Charrier), à Saint-Alban-les-Eaux et à Renaison. Elles sont ou ont été classées dans la catégorie des sources thermo-minérales. Elles font partie de la province des eaux bicarbonatées sodiques et semblent être liées à des failles provoquées par des accidents du socle.

4.4 Historique des sites miniers

4.4.1 La concession de Charrier

Le cuivre de Charrier était connu depuis l'époque gauloise comme en témoigne un creuset servant à la fonte du sulfure de cuivre signalé par A. Bertrand en 1893 dans un texte : « L'exploitation des kaolins de la forêt des Colettes et de Beauvoir, commune d'Echassières (Allier), aujourd'hui et dans les premiers siècles, BSEB, I, 1893, p. 320, note 1 » in VICHY ANTIQUE, Jacques Corrocher, Institut d'études du Massif Central Clermont-Ferrand, 1981.

Les premiers travaux dont les archives ont gardé une trace consistent au creusement en 1826, du puits de la Pompe au sud-est du lieu-dit Gitenay. Les travaux ne reprennent que quarante ans plus tard, en 1868, suite à la découverte dans un champ d'une roche minéralisée. La société de recherches « Charles Amand » est alors créée.

Le puits Saint-Joseph est foncé en 1869 non loin du village de Charrier suivi du puits Sainte-Marie en 1870, foncé à proximité du puits de la Pompe. Une galerie creusée à partir du puits Saint-Joseph recoupe une zone riche sur 15 m qui sera appelée plus tard « amas n° 1 ».

À la suite de cette découverte, Charles Amand sollicite en son nom et au nom d'une société civile l'octroi d'une concession le 1^{er} octobre 1870, en concurrence avec les Sieurs Nély et Servajean qui avaient eux aussi fait quelques travaux de recherche.

Le 3 juin 1872, un décret présidentiel [3] institue la concession pour cuivre et plomb argentifère de Charrier au bénéfice des Sieurs Amand et Cie qui la revendent sur le champ à la Société des Minerais de France.

De 1872 à 1878, la Société des Minerais de France exploite l'amas n°1 et découvre l'amas n°2 qu'elle exploite également. En 1877, faute d'avoir trouvé des extensions à la minéralisation exploitée, les travaux sont abandonnés et la société est mise en liquidation.

La concession est mise en adjudication le 20 avril 1880 [4].

En 1881, la Société Anonyme de Métallurgie du Cuivre (MANHES & Cie de Lyon) rachète la concession et reprend les travaux qui aboutissent à la découverte de l'amas n°3 et de l'amas Piret.

En 1883, M. Manhes, qui avait pourtant obtenu des résultats très encourageants, interrompt brusquement les travaux suite à de «mesquines tracasseries que le Sieur Piret lui suscitait à chaque instant».

Le 31 décembre 1883, la concession devient, on ne sait comment faute d'archives, la propriété de M. Piret qui se contente de quelques travaux de très faible ampleur. Il finit par laisser la concession dans un état de total abandon.

Suite à une enquête sur les mines inexploitées en 1891, M. Piret est mis en demeure de reprendre les travaux sous peine de déchéance par arrêté préfectoral du 21 octobre 1892 [5].

En 1896, la concession de Charrier est mise en adjudication. Après une première adjudication infructueuse par mise en défaut de l'adjudicataire le 24 mars 1897 [6], elle est acquise par M. Mundel qui avait partie liée avec M. Chaubart, créancier de M. Piret. En dépit de menace de déchéance, la mine reste abandonnée pendant 10 ans. MM. Mundel et Chaubart consentent une option à un groupe représenté par le sieur Jacob, lequel exécute quelques travaux de recherche entre 1905 et 1906, travaux aboutissant à la découverte de l'amas n°4. Le sieur Jacob s'enfuit avec la caisse contraignant les concessionnaires à rechercher un acquéreur plus sérieux.

En 1907, une vente aux enchères est programmée après conversion de saisie immobilière des Mines de cuivre et de plomb argentifère de Charrier [7].

Le 15 octobre 1910, M. Maurice Gaillard fonde la Société des Mines de Charrier qui rachète la concession de Charrier et remet la mine en exploitation [8].

L'avis préfectoral du 12 mars 1929 autorise l'extension de la concession de Charrier pour la substance étain et pour les métaux connexes [9].

En 1953, les travaux cessent définitivement et en 1956, la Société des Mines de Charrier est absorbée par la Compagnie Minière des Montmins [10]. Un décret du 29 mai 1959, autorise la mutation de la concession de Charrier au profit de la Compagnie Minière des Montmins [11].

Le 11 septembre 1967, une demande de mutation de la concession de Charrier au profit de la Société Minière et Métallurgique de Penarroya est effectuée [12]. Un décret du 17 octobre 1968 [13], autorise la mutation de la concession de Charrier au profit de la Société Minière et Métallurgique de Penarroya qui deviendra METALEUROP S.A. en 1988.

Le 27 mars 1998, la Société METALEUROP S.A. déclare l'arrêt définitif des travaux et vouloir en même temps renoncer à la concession de Charrier [14].

Un arrêté préfectoral du 18 juin 1999 prend acte de la déclaration d'arrêt définitif des travaux (AP1) [15]. Un procès-verbal de récolement des travaux d'arrêt définitif est établi par la DRIRE le 15 décembre 1999 [16].

Un arrêté préfectoral du 6 janvier 2000 prend acte de l'arrêt définitif des travaux sur la concession de Charrier (AP2) [17].

Un arrêté ministériel du 13 juillet 2005, autorise la renonciation de la société METALEUROP S.A. à la concession des mines de cuivre et de plomb argentifère de Charrier [19].

4.4.2 Le PER de Saint-Clément

Il y a peu d'archives sur la période ancienne. Des travaux de recherche sont réalisés au 19^{ème} siècle à différents endroits de ce qui sera plus tard le PER de Saint-Clément. Plusieurs demandes en concession sont successivement déposées en 1860, par le Sieur Policon, en 1871, par la Société Charles Armand [20] détentrice des droits du Sieur Policon, en 1890 et 1891, par la Société des Mines de Ramillard [21], ces dernières demandes ayant fait l'objet d'un refus par décret du 15 février 1893 [22].

Une autre demande en concession est déposée en 1913 [23], mais un avis défavorable émis par l'Ingénieur en Chef des Mines dans son rapport du 25 juin 1914 [24], a sans doute mis fin à la procédure (il n'a pas été retrouvé de décret statuant sur cette demande).

Pendant cette période, des travaux relativement conséquents sont réalisés sur le site de Ramillard, ils seront interrompus par la guerre de 1914.

Le 22 septembre 1971, le Bureau de Recherches Géologiques et Minières dépose une demande de Permis Exclusif de Recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, fluorine et substances connexes sur les communes de Saint-Clément, La Chabanne et Laprugne [25]. Un rapport de l'Ingénieur des Mines concernant la demande de PER est édité le 01 mars 1972 [26].

Un décret du 22 août 1972 accorde au BRGM le PER de Saint-Clément pour une durée de trois ans [27]. Le 30 avril 1975, Le BRGM sollicite une première prolongation [28] qui lui est accordée le 10 juin 1976 pour une nouvelle période de trois ans [29].

Le 15 mars 1979, Le BRGM signifiait à l'Ingénieur en Chef des Mines qu'il ne demandait pas de nouvelle prolongation faute de résultats satisfaisants.

4.5 Méthodes d'exploitation

L'exploitation du cuivre, plomb argentifère puis de l'étain au niveau de la concession de Charrier remonte à la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle. Elle a été réalisée par puits et galeries, les travaux miniers étant peu profonds (< 50 m). Dans cette deuxième moitié du XIX^{ème}, deux amas sont exploités jusqu'à épuisement selon une exploitation par tranches horizontales avec remblaiement. Ce n'est réellement qu'à partir de la période de 1946 à 1953 où l'activité de la mine est la plus importante au niveau de la concession de Charrier. L'exploitation porte alors sur 10 amas avec reprise sur les premiers amas incomplètement défilés. Durant cette période, la méthode d'exploitation adoptée pour ces amas irréguliers (les contours n'étant définis que par une teneur limite du minerai) est celle des tranches horizontales montantes, avec remblais complet à la main. Chaque tranche est exploitée par recoupes jointives normales à une galerie tracée suivant l'allongement de la section horizontale de l'amas.

Concernant le PER de Saint-Clément, les seuls travaux dont il reste une trace concernent le site de Ramillard. Ce site présente trois puits qui permettent l'accès à des galeries d'allongement plus ou moins longues, sur 6 niveaux. Les autres travaux au niveau de ce PER consistent à des travaux de recherches où de courtes galeries et puits de recherche ont été creusés.

4.5.1 Concession de Charrier

Historiquement, on distingue trois grandes périodes d'exploitation au niveau de la concession de cuivre et plomb argentifère de Charrier. L'exploitation a toujours été intermittente au niveau de ce site.

4.5.1.1 Période d'exploitation de 1826 à 1872

Les premiers travaux dont on a conservé une trace consistent à creuser le puits de la Pompe (P11) en 1826 à environ 500 m au sud-est du Moulin de Gitenay (Figure 5). À partir de ce puits d'une profondeur de 60 m, deux galeries sont creusées, la première à 18 m de la surface, la seconde à 22 m de la surface sur une longueur de 18 m. Les travaux ne se sont pas poursuivis sur ce site.

Après quarante ans d'arrêt, les travaux reprennent par le creusement, en 1869, du puits Saint-Joseph (P4) (probablement le puits n° 1 cité dans le rapport du 30/12/1871 pour la demande en concession). Une galerie de 55 m de long creusée à partir du puits Saint-Joseph traverse sur 15 m une zone de minerai riche qui sera appelé plus tard l'amas n° 1.

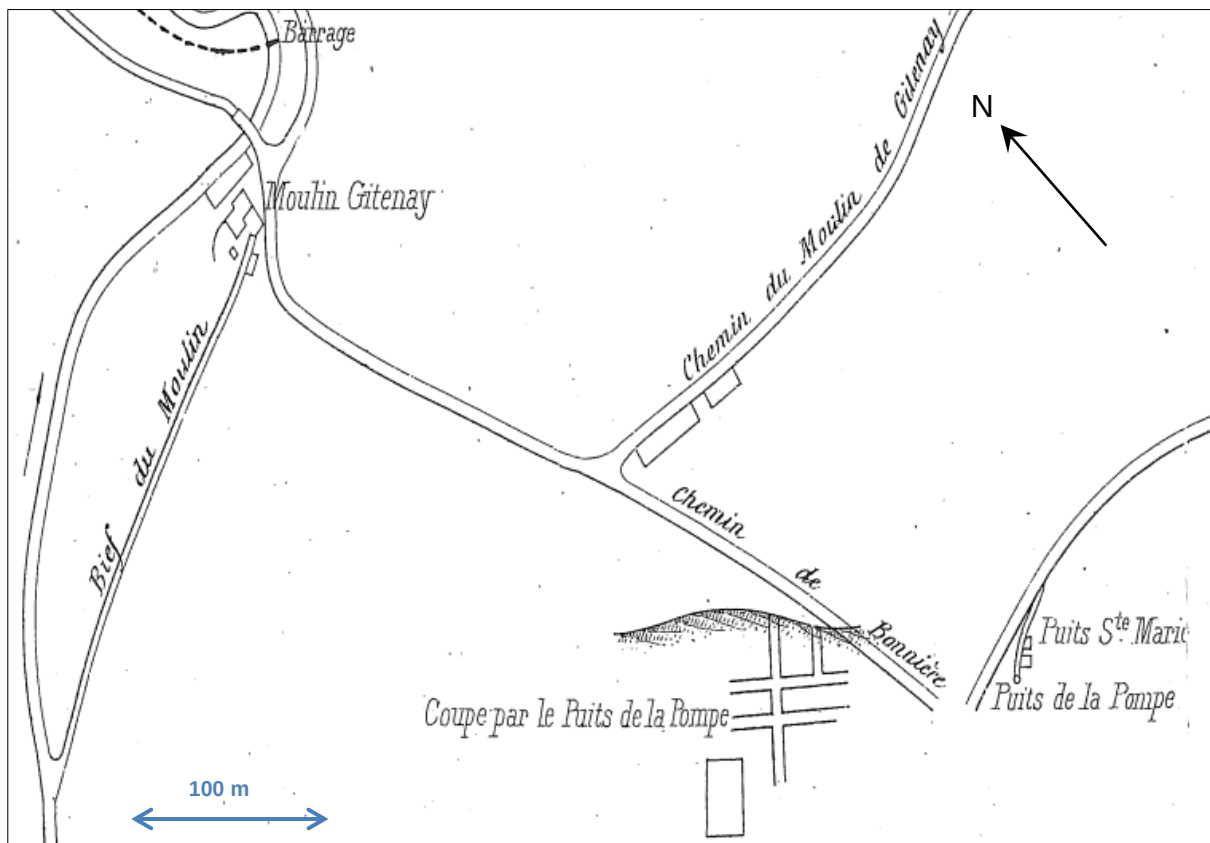


Figure 5 : Concession de Charrier
Position du puits de la Pompe (P11) et du puits Sainte-Marie (P10) (plan 17)

En 1870, le puits Sainte-Marie (P10), de section 3,5 m x 1,3 m, est creusé à environ 25 m à l'est du puits de la pompe. En 1872, il atteint la profondeur de 42 m. Il communique avec le puits de la Pompe par la galerie supérieure (cf. Figure 6). La galerie inférieure a été poursuivie sur une longueur de 40 m vers le nord-est dans un filon très peu minéralisé. Les travaux ont cessé en 1873 (d'après un PV de visite du 9 septembre 1873).

D'après un rapport de l'ingénieur des Mines datant du 30/12/1871, deux puits appelés puits n°1 et puits n°2 auraient été creusés à environ 300 m au nord du village de Charrier. Ils ne figurent sur aucun des plans retrouvés, il pourrait s'agir des puits St-Joseph (P4) et St-Charles (P2).

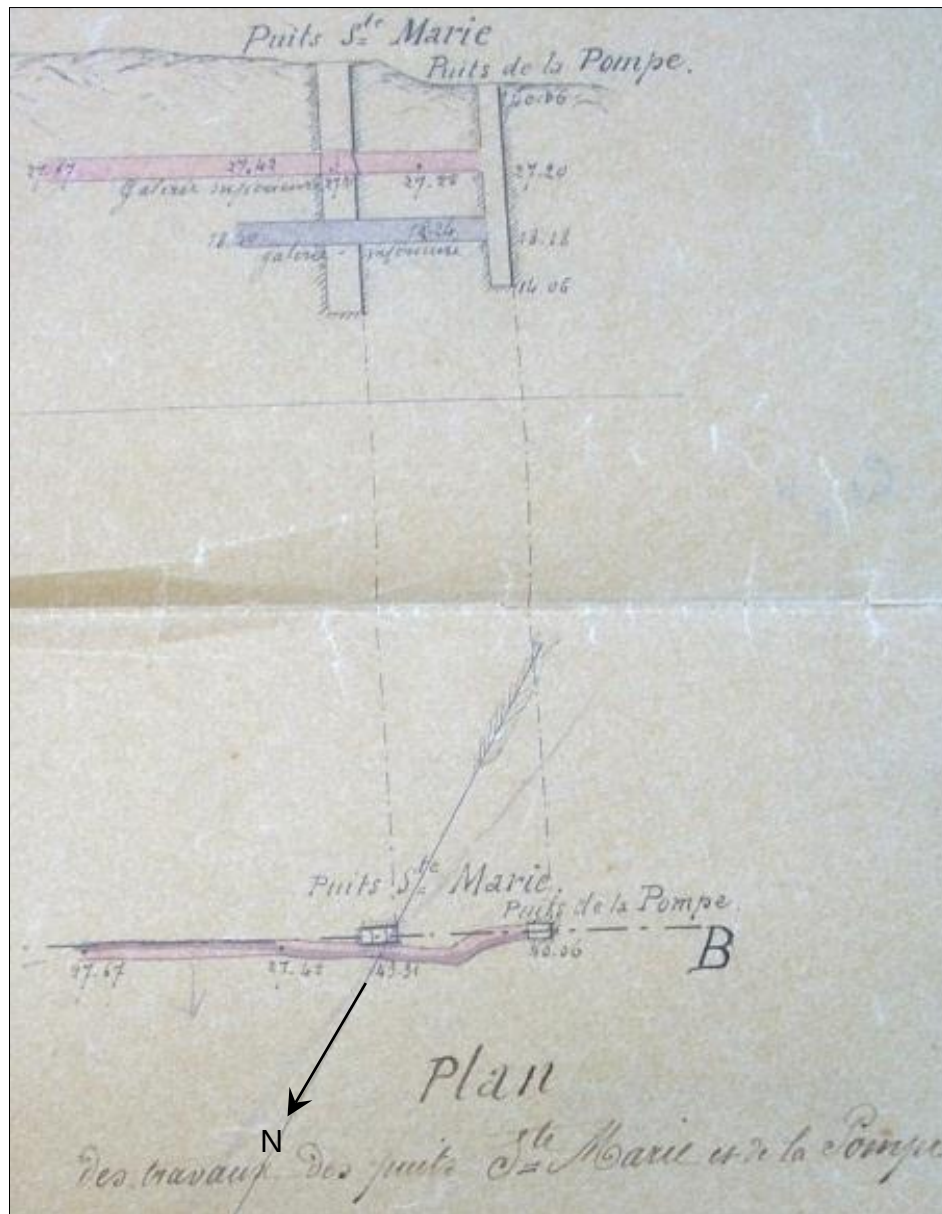


Figure 6 : Concession de Charrier
Coupe du puits de la Pompe (P11) et du puits Sainte-Marie (P10)
 (source Archives Nationales, rapport de l'ingénieur en chef, non daté est. 1872)

Le puits Nely (P5) aurait été foncé en 1871, sur une profondeur de 26,5 m, il desservirait plusieurs galeries (Figure 7).

4.5.1.2 Période d'exploitation de 1872 à 1907

La concession de Charrier est instituée par décret le 3 juin 1872, aussitôt cédée à la Société des Minerais de France qui va exploiter le gîte jusqu'en 1877. Durant cette période, la galerie d'écoulement (G2) est creusée ainsi que la poursuite du puits Saint-Charles (P2) (probablement le puits n°2 cité dans le rapport de 1871 pour la demande en concession) et plusieurs galeries qui aboutissent à la découverte de l'amas n°2 en 1874.

C'est au cours de cette même année que la présence de l'étain est reconnue dans le minerai. À partir du puits Saint-Joseph (P4), quatre étages de galeries sont ouverts : à 20, 25, 37 et 42 m de l'orifice du puits. La galerie d'écoulement (G2) qui sert également au roulage est au niveau de la galerie à 20 m : selon la Figure 9, elle est environ à la cote 665 au droit du puits Saint-Joseph.

À chaque étage, le massif est découpé en piliers plus ou moins réguliers par un système de galeries de 2 m de hauteur ; quelques-unes d'entre elles sont remblayées avec du stérile provenant, soit de l'abattage, soit des galeries de recherche creusées vers le S-E de l'amas.

En 1875, l'amas n°1 est épuisé après avoir été exploité par tranches horizontales avec remblais jusqu'à un niveau situé à 15 m au-dessous du sol. L'amas n°2 est exploité selon la même méthode par l'intermédiaire de cinq étages principaux reliés au jour par une galerie débouchant à proximité du puits Saint-Charles (P2) qui sert toujours à l'aérage.

En 1877, le défilage de l'amas n° 2 est terminé et les travaux cessent le 10 novembre 1877.

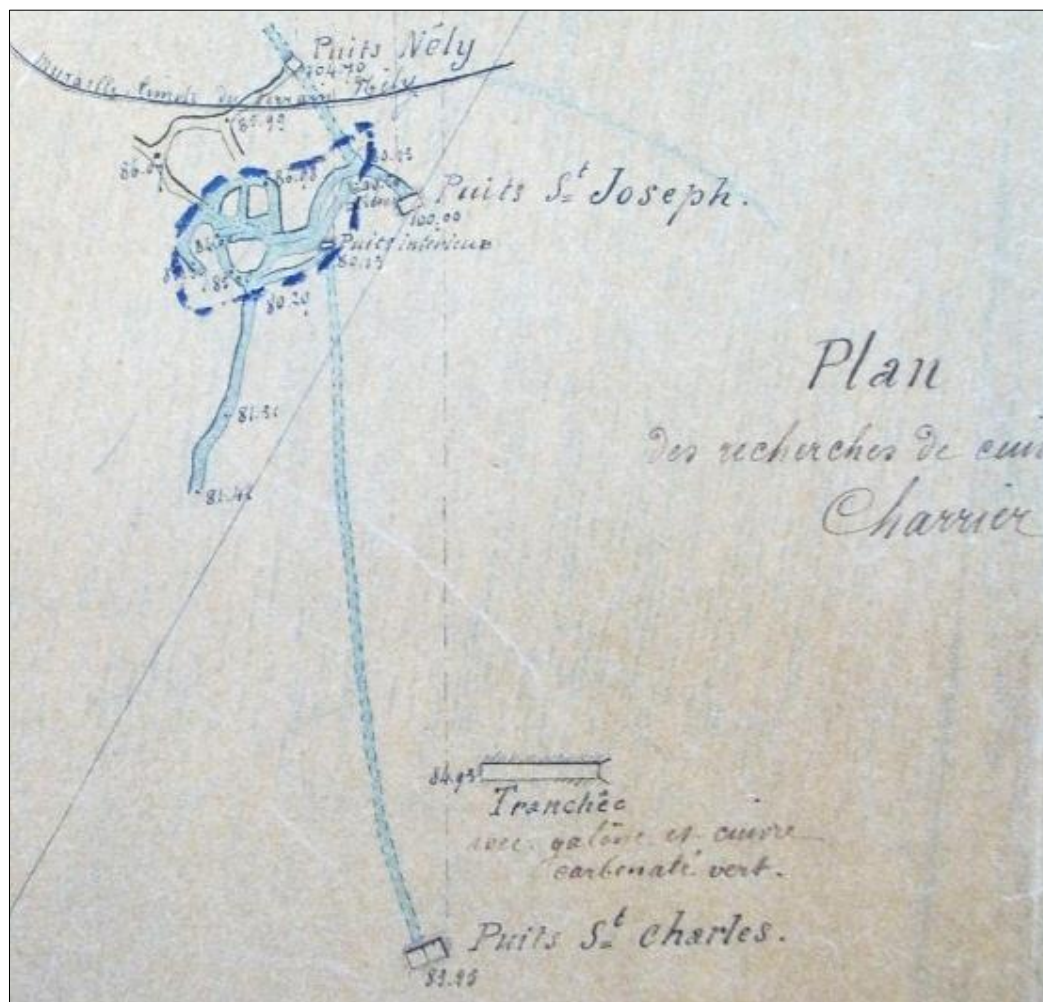
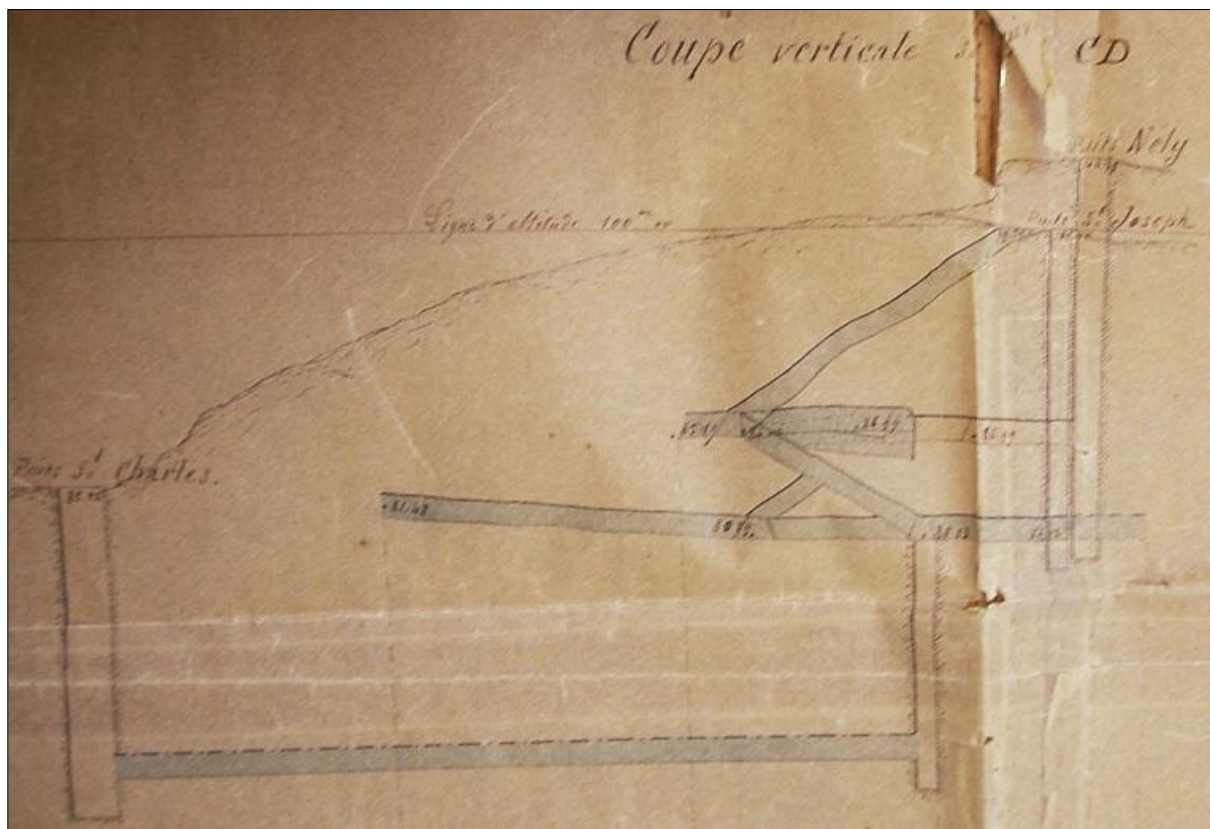


Figure 7 : Concession de Charrier – plan des travaux vers 1875
(Archives Nationales, non daté, sans échelle)

La Société des Minerais de France est mise en liquidation et il s'ensuit une longue période chaotique pour l'exploitation. La concession de Charrier reste quasiment à l'abandon jusqu'en 1910. À signaler que des travaux de recherche effectués entre 1881 et 1883 aboutissent à la découverte de l'amas n° 3.



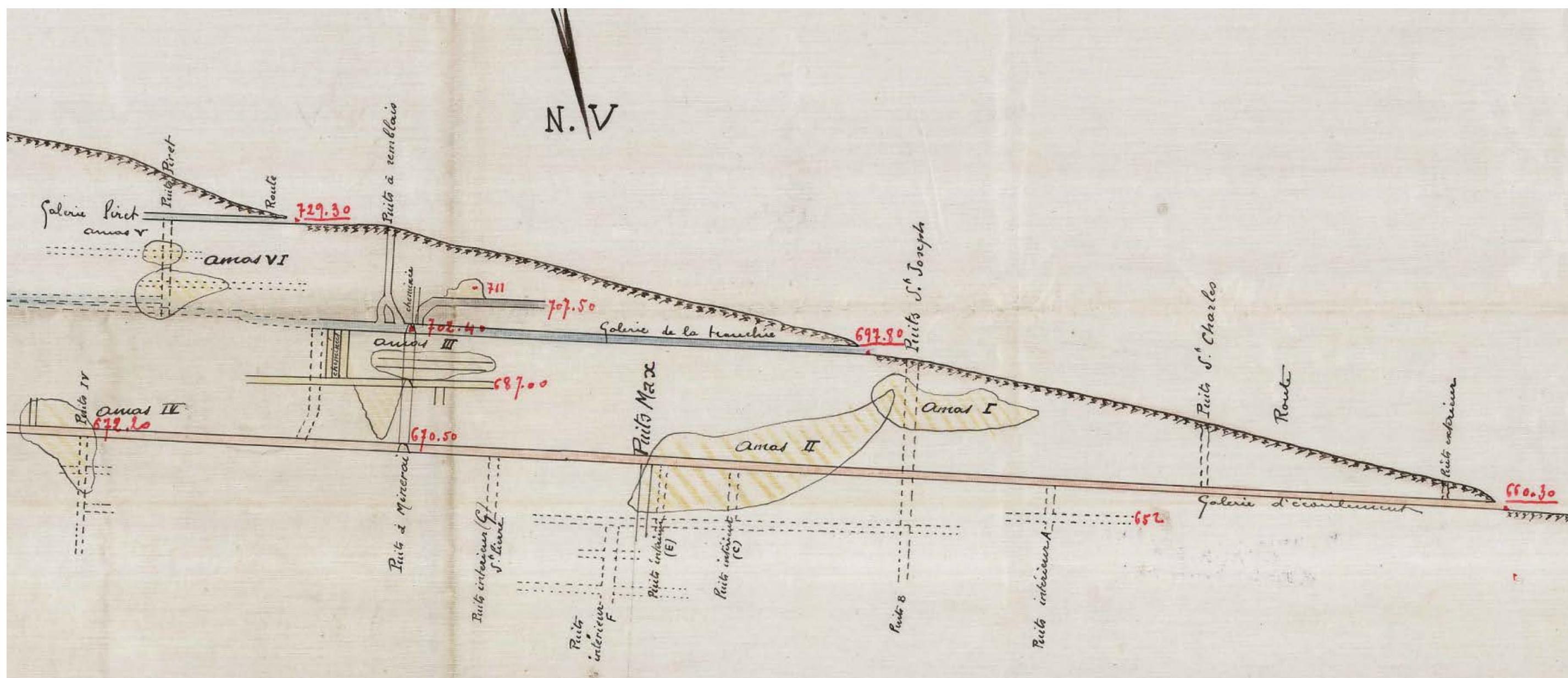


Figure 9 : Projection verticale des travaux miniers sur le gisement de Charrier (extrait du plan 11, 1918)

Entre 1931 et 1945, les travaux miniers sont pratiquement interrompus, seuls les travaux d'entretien les plus indispensables sont assurés.

Autres travaux :

Un PV de visite de 1877 signale qu'un puits de recherche a été ouvert près du lieu-dit « Terrenoire » (commune de Laprugne) et avait à cette date une profondeur de 13 m. À partir de ce puits une galerie a été creusée à 6 m de profondeur sur 8 m de long en direction de l'ouest. Une seconde galerie a été creusée à 12 m de profondeur sur 7 à 8 m en direction de l'est.

Le rapport signale également au lieu-dit « Gitenay » (commune de Laprugne) une galerie de 50 m de long en direction du N-E avec un embranchement de 25 m vers l'est.

Un rapport de visite du 27 septembre 1885 signale que des travaux extérieurs à la concession ont été entrepris ; il s'agit d'attaques réalisées sur les sites du Moulin de la Cotte, de Ratigny et du Fayet. Ces recherches ont trouvé des minéralisations de cuivre mais n'ont pas été poussées assez loin pour donner des résultats importants.

Ces différents ouvrages n'ont pas été vus sur les plans retrouvés dans les différentes archives.

4.5.2 PER de Saint-Clément

Les seuls travaux miniers dont il reste une trace concernent le site de Ramillard. Le seul plan disponible pour le PER de Saint-Clément (Figure 10) est une coupe des travaux faite en 1914.

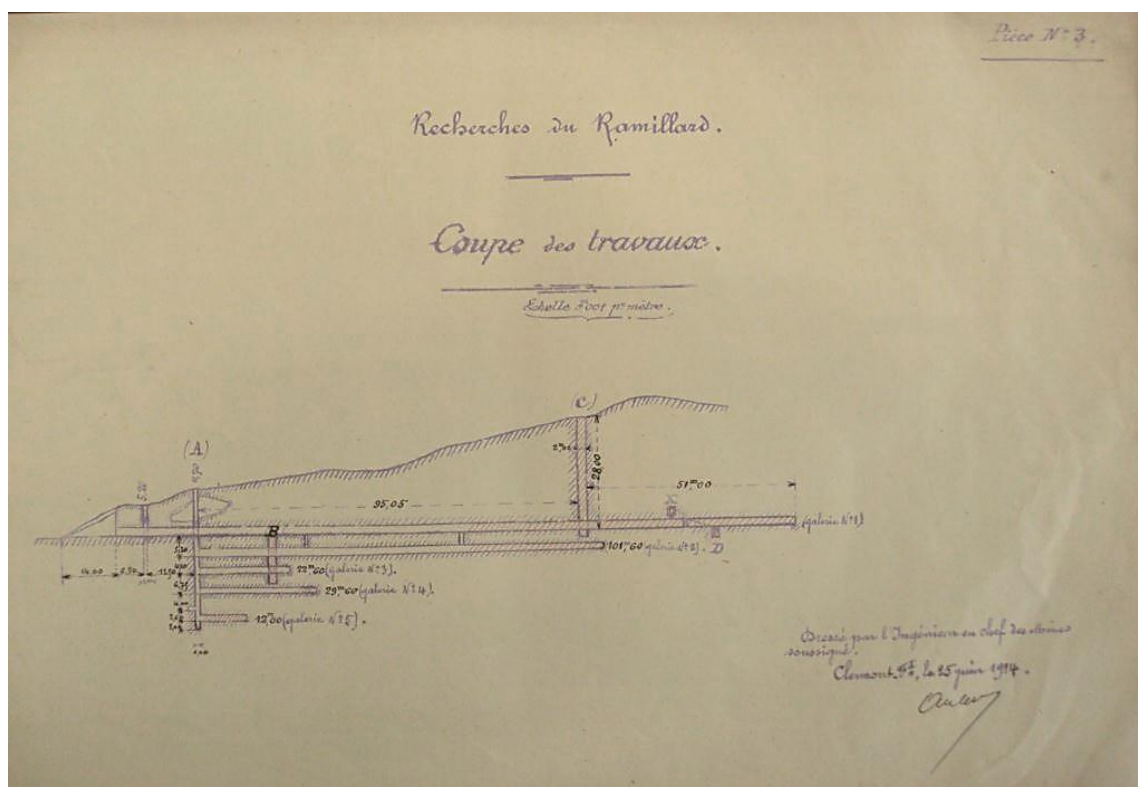


Figure 10 : PER de Saint Clément – coupe des travaux sur le site de Ramillard (1914, DREAL Auvergne)

Ces travaux commencés en mars 1890 par le Sieur Saint André et poursuivis jusqu'en avril 1892 par la Société du Ramillard sont alors arrêtés, la Société du Ramillard étant, selon les termes d'un rapport de l'Ingénieur des Mines daté de mai 1892, en « déconfiture ».

Entre 1890 et 1892, ces travaux consistent en une galerie en allongement (G19) nord-ouest/sud-est ouverte à flanc de coteau vers le sud-est sur environ 170 m. Dans cette galerie un puits intérieur de 26 m est foncé, à partir duquel quatre galeries en allongement sont creusées vers le nord-est. Ultérieurement ce puits sera poursuivi jusqu'à la surface pour participer à l'aérage des travaux (Ramillard puits 2, P14). Cette coupe montre deux autres puits ouverts à partir de la surface, il s'agit des puits Ramillard n° 1 (P13) et n° 3 (P15).

Les travaux reprennent en 1913 (essentiellement remise en état des travaux souterrains) mais sont arrêtés par la guerre de 1914.

D'autres travaux de recherches ont eu lieu au voisinage des lieux-dits « Rivières » au sud-est de Saint-Clément, « le Sac » au nord-ouest de Laprugne, « le Fayet » au nord de Laprugne et à « Golliard » au sud-est de La Chabanne.

À chaque fois il s'agit de courtes galeries de recherches. Seules les galeries de Rivières et de Golliard ont été retrouvées sur le terrain. Le puits de recherche (P12) et la galerie Chevrier (G16) sont indépendants des secteurs déjà cités.

Le PER de Saint-Clément a été accordé au BRGM en 1972 pour une durée de trois ans, puis prolongé de trois ans supplémentaires, il a donc été abandonné en 1978. Les substances recherchées étaient le plomb, le zinc, le cuivre, la fluorine et les substances connexes.

Les travaux effectués par le BRGM dans le cadre du PER ont consisté en :

- sondages carottés (350 m linéaires) et sondages percutants (1704 m) réalisés sur le site de Ramillard ;
- sondages percutants (177 m) sur le site de Rivières ;
- sondages percutants (303 m) sur le site de Barlaud (Id=36) ;
- fonçage d'une tranchée sur le site de Brunard d (Id=37).

4.6 Géologie

4.6.1 Concession de Charrier

La minéralisation de la mine de Charrier est localisée dans les formations du Dinantien ayant subi l'action du métamorphisme de contact du granite. Cette minéralisation est contenue dans deux types de gisements superposés : des amas, qui constituent l'essentiel du gisement, et des filons plus récents.

Les amas

Les amas exploités sont au nombre de dix, grossièrement alignés selon une direction WNW – ESE. Sur la carte informative, n'apparaissent que 9 amas (amas I, 1bis, II, 2bis, III, amas Piret (ex amas V), VI, amas récent et nouvel amas). L'amas IV, qui se trouve au droit du puits intérieur IV, n'a pas pu être représenté sur la carte informative du fait de l'absence de plan de surface permettant de reporter ses contours.

Le minerai est essentiellement constitué par une association de sulfures de cuivre (bornite, chalcopryrite et chalcosine) et d'oxydes (cassitérite, magnétite). Des minéraux moins fréquents y sont parfois associés (blende, molybdénite, cuivres gris, bismuth,...). Les amas sont définis par rapport à la teneur limite d'exploitabilité du gisement, une minéralisation moins riche subsistant entre les amas.

Outre la minéralisation, ces amas sont constitués de quatre éléments principaux : des quartzites ou schistes très siliceux, des chloritoschistes, des amas micacés et des microgranites.

La cassitérite et la magnétite se présentent sous forme d'une minéralisation très fine de sorte que jusqu'en 1910, la mine n'était exploitée que pour le cuivre. La minéralisation cuivreuse se présente sous deux formes : l'association chalcopryrite – bornite (accessoirement bornite – chalcosine ou bornite – covelline) et la chalcopryrite seule, que l'on rencontre dans tous les niveaux.

Les filons

Très nombreux, les filons recoupent les amas minéralisés et les formations dinantiennes en empruntant des fractures d'orientation générale N – S. Les amas sont parfois décalés par les filons qui les recoupent.

Les filons de quartz sont les plus nombreux, mais le plus souvent stériles. Les filons à quartz et carbonates sont souvent minéralisés en galène. Les filons à barytine contiennent parfois une minéralisation à chalcopryrite et galène.

Ces filons ont donné lieu à des recherches. Dans le secteur Sainte Marie, au sud-ouest de Charrier, un filon à galène et chalcopryrite a été reconnu à partir de deux puits sur 50 m de profondeur.

Les filons n'ont jamais donné lieu à une exploitation régulière comme les amas.

La minéralisation

La genèse de la minéralisation a donné lieu à de nombreuses études conduisant à des interprétations différentes. L'étude la plus récente est celle de Paul Picot (1954, [30]).

Selon Paul Picot, le gîte de Charrier doit être considéré comme la juxtaposition topographique de trois gîtes d'origines différentes qui se seraient mis en place successivement dans les formations paléozoïques métamorphisées.

On aurait tout d'abord un premier gîte de type imprégnation générale pneumatolytique générée par le granite de La Madeleine. Cette mise en place est responsable de la présence de la cassitérite et des minéraux de haute température qui l'accompagnent : bismuth, bismuthite et molybdénite. A côté de ces minéraux apparaissent des minéraux de métamorphisme de contact, notamment la magnétite.

Ensuite se surajoute un gîte de transition pneumatolytique – hydrothermal auquel serait lié l'essentiel de la minéralisation cuivreuse, en particulier l'association chalcopryrite – bornite qui englobe constamment la cassitérite et la magnétite plus ou moins martitisée.

Cette minéralisation semble liée, de façon plus ou moins nette, à la mise en place des microgranites. On voit en effet, si l'on trace une limite arbitraire entre la zone à schistes dominants et celle à porphyres dominants, que la plupart des amas exploités s'alignent le long de cette limite et que ce sont ceux qui sont les plus riches en cuivre.

Les amas situés nettement en dehors de cette limite (amas 6 et amas 5) sont minéralisés en cassitérite et magnétite mais ne contiennent que très peu de chalcoppyrite. La minéralisation de ces amas serait donc celle du premier gîte, tandis que la minéralisation cuivreuse de la seconde phase se serait localisée le long de l'éponte des microgranites.

Enfin, dans une troisième phase, des venues mésothermales auraient donné naissance aux filons qui ont emprunté les cassures NNW –SSE.

4.6.2 PER de Saint-Clément

La majeure partie des travaux réalisés sur le PER de Saint Clément a consisté en quelques courtes galeries de recherches dans les filons. Les seuls travaux conséquents ont été conduits au niveau du site de Ramillard.

Les travaux ont consisté à tracer un filon quasiment vertical, orienté N340° - N160°, suivi sur près de trois kilomètres à l'affleurement. Le filon est constitué de quartz friable et de barytine avec très peu de fluorine et de calcite. La minéralisation, suivie sur une centaine de mètres, consiste en un filet de galène argentifère accompagnée de blende ainsi que d'une matière pulvérulente noir verdâtre riche en cuivre.

Ce filon minéralisé peut être comparé à ceux connu sur le site de Charrier et appartient à la seconde phase de minéralisation.

4.7 Production

4.7.1 Concession de Charrier

La production avant l'institution de la concession n'est pas connue.

De 1872 à 1876, 33 000 tonnes de minerais sont extraites des amas n° 1 et n° 2 ; elles fournissent 958 tonnes de mattes à 40 % de cuivre et 0,22 % d'argent.

De 1881 à 1883, 55 tonnes de mattes contenant en moyenne 33 % de cuivre et 0,09 % d'argent sont produites.

De 1910 à 1931, la production est estimée à 200 tonnes de cuivre et 260 tonnes d'étain.

De 1946 à 1953, 80 000 tonnes de tout venant et 20 000 tonnes de résidus de laverie sont traités et fournissent 396 tonnes de cuivre, 496 tonnes d'étain et 1 681 kilos d'argent.

Le Tableau 1 récapitule ces données de production au niveau de la concession de Charrier.

Période	Cuivre	Etain	Argent
1872 – 1876	383 t	–	2,1 t
1881 – 1883	18 t	–	~50 kg
1910 – 1931	200 t	260 t	–
1946 – 1953	396 t	496 t	1,7 t
<i>Total</i>	<i>997 t</i>	<i>756 t</i>	<i>3,8 t</i>

Tableau 1 : Production totale des substances exploitées au niveau de la concession de Charrier par période d'exploitation

4.7.2 PER de Saint-Clément

Aucune donnée de production (substances et quantités) n'a été retrouvée concernant les travaux miniers de Ramillard.

4.8 Etat actuel du site

4.8.1 Les ouvrages débouchant au jour

Les ouvrages relevés sur les plans, décrits dans les procès-verbaux de visite ou dans des rapports, sont au nombre de 42 répartis entre :

- 22 galeries et descenderies ;
- 18 puits ;
- 1 mine à ciel ouvert de type tranchée ;
- 1 sondage percutant.

La plupart de ces ouvrages débouchant au jour a été fermée ou remblayée lors de l'arrêt des travaux en 1955.

Le rapport BUGECO a confondu l'ouvrage hydraulique (G1), encore visible sur le terrain avec sa porte métallique condamnant l'accès, et la galerie d'écoulement (G2). La visite de terrain a permis de bien distinguer ces deux ouvrages.

Cependant, comme le montre la Figure 11 ci-dessous, un ouvrage hydraulique, noté G1, se situe 20 mètres au nord-est du point d'arrivée dans un bâtiment de la canalisation d'eau (plan 16 géoréférencé). Or, les ODJ G1 et G2 ont bien été repérés sur le terrain et leur position a été prise au GPS, avec une incertitude de localisation très satisfaisante (5 m). Une zone potentiellement affectée par les travaux miniers a donc été définie : elle peut être expliquée par le fait, qu'après la fin de l'exploitation, la zone a entièrement été remaniée et que la canalisation d'eau ait été déplacée pour sortir en G1.

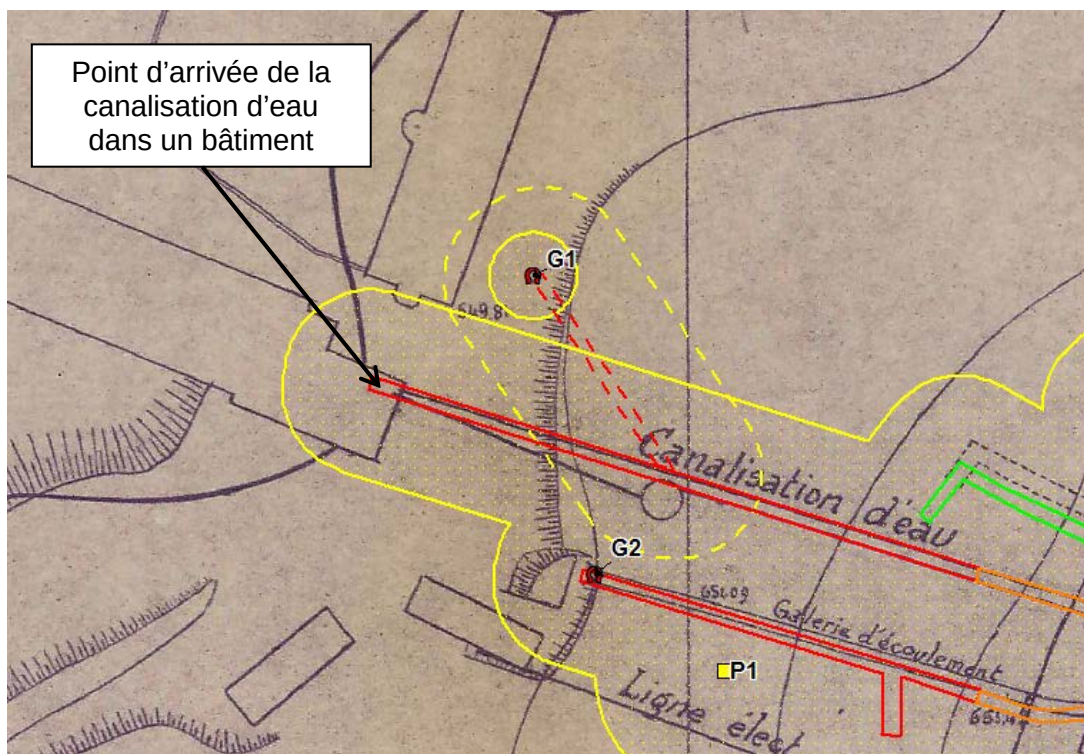


Figure 11 : Position des ODJ, des enveloppes de travaux souterrains (avérés et supposés) et du plan 16 au niveau de Charrier village (GEODERIS)

Le Tableau 2 et le Tableau 3 présentent respectivement les principales caractéristiques des ouvrages débouchant au jour au niveau de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément.

Nom	Type d'ouvrage	Site	Commune	Source	Incertitude	Profondeur (m)	Visible	Remarques	Coordonnées X Lambert 93	Coordonnées Y Lambert 93
G1	Ouvrage hydraulique	Charrier	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues. Galerie cote 650.	759117,8	6543424,9
G2	Galerie d'écoulement	Charrier	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Plan 5 : plan des travaux de la mine de Charrier. 16/07/1931. 1/1000 ^{ème} . Résurgence visible. Galerie cote 650.	759117,2	6543391,8
G3	Galerie du Puits à eau	Charrier	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues. Galeries cote 677. Visibles sur plan 8	759252,1	6543337,8
G4	Galerie	Charrier	Laprugne	CPS	5	-	OUI		759255,2	6543347,1
G5	Galerie	Charrier	Laprugne	Plan	10	-	NON	Plan 16 : plan d'ensemble. 31/12/1951. 1/1000 ^{ème} Galerie cote 684. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	759246,1	6543273,1
G6	Galerie de la tranchée	Charrier	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues. Galerie cote 690.	759291,0	6543325,2
G7	Galerie Saint-Marcel	Charrier	Laprugne	Plan	10	-	NON	Plan 16 : plan d'ensemble. 31/12/1951. 1/1000 ^{ème} Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	759439,2	6543226,6
G8	Galerie 1 du Chatelard	Chatelard	Laprugne	Plan	10	-	NON	Plan 16 : plan d'ensemble. 31/12/1951. 1/1000 ^{ème} Galerie cote 734. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	759748,0	6543178,9
G9	Galerie 2 du Chatelard	Chatelard	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Galerie cote 751. Mis en sécurité en 1998 (aménagement par un mur béton muni d'une fenêtre avec barreaux horizontaux pour permettre l'accès aux chiroptères). Dimensions inconnues.	759736,0	6543215,4
G10	Galerie	Sainte-Marie	Laprugne	GPS	10	-	OUI (indices)	Galerie Sainte-Marie cote 630. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758823,0	6542835,7
G11	Galerie	Sainte-Marie	Laprugne	GPS	10	-	OUI (indices)	Galerie Sainte-Marie cote 633. Creusée en 1925. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758871,3	6542847,8
G12	Descenderie Sainte-Marie	Sainte-Marie	Laprugne	GPS	10	-	OUI	Descenderie Sainte-Marie cote 628. Creusée en 1928. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758852,4	6542847,0
G13	Galerie des Suchers	Suchers	Laprugne	GPS	5	-	OUI	Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	759067,5	6543658,7
G14	Galerie du Gitenay	Gitenay	Laprugne	GPS	10	-	OUI (indices)	Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758638,3	6543530,3
G15	Galerie de la Besbre hors concession	-	Laprugne	DGPS	5	20	OUI	Entrée de galerie retrouvée, munie d'une grille non cadenassée pour le passage des chiroptères. Galerie partiellement ennoyée (30 cm d'eau).	758621,6	6543661,5
P1	Puits extérieur	Charrier	Laprugne	Plan	15	< 50 (d'après plan)	NON	Plan 12 : Plan général des Travaux. Mine de Charrier. Non daté. 1/1000 ^{ème} . Non retrouvé	759139,8	6543379,5
P2	Puits Saint-Charles	Charrier	Laprugne	Plan	15	< 50 (d'après plan)	NON	Plan 12 : Plan général des Travaux. Mine de Charrier. Non daté. 1/1000 ^{ème} . Non retrouvé	759201,2	6543361,4
P3	Puits Félix	Charrier	Laprugne	GPS	5	> 100	OUI	Creusé en 1924. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues. Emplacement entouré d'un grillage.	759217,2	6543373,0
P4	Puits Saint-Joseph	Charrier	Laprugne	Plan	15	> 42	NON	Creusé en 1869. Plan 12 : Plan général des Travaux. Mine de Charrier. Non daté. 1/1000 ^{ème} . Non retrouvé	759271,4	6543303,8
P5	Puits Nely	Charrier	Laprugne	Plan	20	26.5	NON	Plan des travaux vers 1875 – Archives Nationales – Non daté – Sans échelle – Figure 7 de ce présent rapport	759293,7	6543304,5
P6	Puits Saint-Pierre	Charrier	Laprugne	Plan	15		NON	Plan 12 : Plan général des Travaux. Mine de Charrier. Non daté. 1/1000 ^{ème} . Non retrouvé	759373,3	6543253,0
P7	Puits à remblais	Charrier	Laprugne	Plan	15	18 (d'après plan)	NON	Plan 12 : Plan général des Travaux. Mine de Charrier. Non daté. 1/1000 ^{ème} . Non retrouvé	759402,7	6543242,8
P8	Puits Saint-Paul	Charrier	Laprugne	GPS	5	73	OUI	Creusé en 1927. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues. Vestiges d'un tiers du cuvelage de la tête de puits visible.	759414,3	6543265,9
P9	Puits Saint-Marcel	Charrier	Laprugne	Rapport et plan	10	4	NON	Puits creusé en 1928 à 50 m au sud-est du puits Saint-Paul. Arrêté à 4 m de profondeur. La galerie Saint-Marcel prend le relais du puits du même nom. Non retrouvé	759439,2	6543226,6
P10	Puits Sainte-Marie	Sainte-Marie	Laprugne	GPS	10	42	OUI (indices)	En 1870, le puits de section 3,5 m x 1,3 m est creusé. Il atteint la profondeur de 42 m. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758897,7	6542885,3
P11	Puits de la Pompe	Sainte-Marie	Laprugne	GPS	10	60	OUI (indices)	Creusé en 1826, d'une profondeur de 60 mètres. Mis en sécurité en 1998. Dimensions inconnues.	758880,8	6542872,9
P18	Puits Terrenoire	Terrenoire	Terrenoire	Plan A	50	-	NON	Puits localisé à l'aide du plan A de l'annexe 2. Aucune information supplémentaire n'est disponible sur ce puits	758888,7	6543882,6

Tableau 2 : Inventaire des ouvrages débouchant au jour sur la concession de Charrier

Nom	Type d'ouvrage	Site	Commune	Source	Incertitude	Profondeur (m)	Visible	Remarques	Coordonnées X Lambert 93	Coordonnées Y Lambert 93
G16	Galerie Chevrier	Chevrier	Laprugne	Rapport	20	-	NON	Remblayée	757240,2	6544604,2
G17	Galerie Golliard	Golliard	La Chabanne	GPS	10	-	OUI (indices)	Eboulée ou remblayée	759360,3	6546279,1
G18	Galerie Rivières	Rivière	Saint-Clément	GPS	5	-	OUI	Galerie ouverte	755904,1	6550049,1
G19	Galerie Ramillard	Ramillard	La Chabanne	GPS	10	-	OUI (indices)	-	756526,0	6547442,8
G20	Galerie	Ramillard	La Chabanne	DGPS	5	17	OUI	Galerie ouverte	756544,5	6547417,8
G21	Galerie	Vernin	Laprugne	DGPS	5	5	OUI	Galerie semi-ouverte	758070,8	6544208,3
P12	Puits de recherche	Aurouer	La Chabanne	GPS	10	inconnu	OUI (indices)	-	758323,1	6548741,2
P13	Puits 1 Ramillard	Ramillard	La Chabanne	GPS	10	28	OUI (indices)	-	756471,0	6547537,8
P14	Puits 2 Ramillard	Ramillard	La Chabanne	GPS	5	35	OUI	Ouvert et protégé par une grille	756513,5	6547452,7
P15	Puits 3 Ramillard	Ramillard	La Chabanne	GPS	10	< 20	OUI (indices)	-	756520,5	6547446,1
MCO1	Tranchée	Brunard	La Chabanne	BSS	25	-	NON	Fonçage d'une tranchée dans le cadre des travaux effectués par le BRGM dans le cadre du PER	758840,0	6548270,5
S1	Sondages	Barlaud	Laprugne	BSS	25	-	NON	Sondages percutants (303 m) dans le cadre des travaux effectués par le BRGM dans le cadre du PER	759967,4	6545713,1
P16	Puits	Le Sac	Laprugne	BSS et terrain	5	40 ?	OUI	La tête de puits se matérialise sous la forme d'une dépression. D'après la fiche BSS (point 06712X4006), le puits pourrait faire 40 m.	756494,2	6544450,5
P17	Puits Mourot hors concession	Goutte Georges	Laprugne	Plan A	50	-	NON	Puits localisé à l'aide du plan A de l'annexe 2. Aucune information supplémentaire n'est disponible sur ce puits	757677,7	6543734,4
G22	Galerie Moulin Lacotte	Lacotte	Laprugne	Plan A	50	-	NON	Galerie localisée à l'aide du plan A de l'annexe 2. Aucune information supplémentaire n'est disponible sur cette galerie. Elle se situerait du côté opposé au Moulin Lacotte par rapport à la rivière	758315,6	6544174,4

Tableau 3 : Inventaire des ouvrages débouchant au jour sur le PER de Saint-Clément

4.8.2 Les travaux miniers souterrains

Le siège principal de l'exploitation par des travaux miniers souterrains se situe au niveau du village de Charrier. L'exploitation au niveau de ce secteur se faisait au niveau d'amas riches en minerais. Ces amas étaient accessibles par un ensemble de galeries sub-horizontales superposées et de bures reliant les différents niveaux de galeries entre-elles (Figure 9). Le Tableau 4 ci-dessous liste les bures présents au niveau des travaux miniers souterrains de Charrier, ainsi que leurs coordonnées géographiques quand les plans calés nous permettent de les avoir.

Nom de l'ouvrage	Localisation	Coordonnées X Lambert 93	Coordonnées Y Lambert 93
Puits Piret	Au niveau de la galerie Piret. Traverse les amas V et VI	759459,3	6543250,5
Puits IV	Au niveau de la galerie d'écoulement. Traverse l'amas IV	759483,6	6543257,5
Puits à minerai	Bure entre la galerie de la tranchée et la galerie d'écoulement. Traverse l'amas III	759398,6	6543244,6
Cheminée	Bure partant du toit de la galerie de la tranchée. Ne recoupe pas un amas	759500,2	6543249,5
Puits Max	Au niveau de la galerie d'écoulement. Recoupe l'amas II	759335,2	6543254,6
Puits V	Bure entre la galerie d'écoulement (cote 650) et la galerie cote 628	759341,8	6543262,4
Puits intérieur A	Bure reliant la galerie d'écoulement cote 650 à une galerie de cote inférieure	759236,1	6543323,3
Puits B	Bure creusée depuis la galerie cote 635	759287,3	6543340,3
Puits intérieur C	Bure reliant la galerie d'écoulement cote 650 à une galerie de cote inférieure. Traverse l'amas II	759315,7	6543280,3
Puits intérieur E	Bure entre la galerie d'écoulement (cote 650) et la galerie cote 635	759330,5	6543301,4
Puits intérieur F	Bure entre la galerie cote 635 et la galerie cote 628	759337,1	6543275,7
Puits intérieur G	Bure reliant la galerie d'écoulement cote 650 à une galerie de cote inférieure.	-	-

Tableau 4 : Liste des bures présents au niveau de la concession de Charrier

Au niveau des autres secteurs, il s'agit plutôt de secteurs de recherche où des galeries sont relativement courtes : galeries du Gitenay, des Suchers, du Chatelard, Chevrier, Golliard, de la Besbre, Moulin Lacotte, Vernin et Rivières.

Au niveau des secteurs Sainte-Marie (concession de Charrier) et Ramillard (PER de Saint-Clément), des puits ont été creusés et les galeries sub-horizontales se retrouvent sur différents niveaux (Figure 10).

Les plans des travaux miniers souterrains sont consultables à l'Annexe 2 de ce présent rapport.

4.8.3 Les ouvrages de dépôts

Plusieurs dépôts miniers ont été retrouvés sur la concession de Charrier, pour une surface cumulée de près de 4,2 ha. Ils ont été levés au GPS sur le terrain et sont indiqués sur la carte informative (Annexe 4).

Sur le terrain, deux sortes de dépôts résiduels de surface ont été identifiés sur l'ancien site minier de Charrier :

- Les haldes ;
- Les résidus de laverie.

4.8.3.1 Les haldes

Elles sont les plus abondantes et généralement situées directement à la sortie des galeries de roulage du minerai. Leur volume dépend directement du volume excavé et leur morphologie dépend étroitement de la topographie en aval de l'orifice minier.

Au niveau du carreau principal de la mine de Charrier, les haldes ont été aplanies et des bâtiments miniers ont été construits sur les plateformes. A la sortie des petites galeries de recherche, un simple tas matérialise la situation des anciens travaux miniers.

La granulométrie de ces haldes est toujours grossière avec des blocs décimétriques anguleux. La pente les plus fortes de ces dépôts est de l'ordre de 40 à 50 degrés. Leur sommet est le plus souvent aplani. Ils sont tous végétalisés avec des grands arbres et il n'a pas été noté de ravine ou d'effondrement.

4.8.3.2 Les résidus de traitement

Un seul tas bien circonscrit a été identifié, directement sous les bassins de décantation. Sa hauteur est de 10 à 15 m. Au niveau de la partie la plus épaisse (à l'ouest du tas) la pente du tas est forte, localement presque verticale. Plusieurs ravines récentes entaillent les flancs de ce dépôt. Elles ont une profondeur de quelques mètres. Ces dépôts à granulométrie très fine sont facilement mobilisables mécaniquement et sont transportés vers le ruisseau situé au-dessous du dépôt. Le sommet du tas est plat et non végétalisé. Les flancs sont localement très végétalisés.

Le Tableau 5 ci-dessous récapitule l'ensemble des ouvrages de dépôts du district minier de Charrier.

NUM_DEPOT	Nom du dépôt	Surface (m²)	Hauteur (m)	Pente (°)	Commentaires
T1	Halde Chatelard	327	4	20-30	en secteur boisé
T2	Halde Chatelard	477	6	20-30	en secteur boisé
T3	Halde Sainte-Marie	1947	2	10-20	en secteur boisé
T4	Halde Suchers	335	6	20-30	en secteur boisé Erreur ! Source du renvoi introuvable.
T5	Halde Gitenay	219	3	20-30	en secteur boisé
T6	Halde Charrier	4064	4	40-50	en secteur boisé
T7	Halde Charrier	1873	3	10-20	en secteur boisé
T8	Halde Charrier	1122	5	20-30	en secteur boisé
T9	Halde Charrier	252	3	20-30	en secteur boisé
T10	Halde Charrier	1507	4	20-30	en secteur boisé
T11	Halde Charrier	19080	15	20-30	en secteur partiellement végétalisé, où la hauteur peut atteindre 15 m
T12	Halde Charrier	8010	15	50-90	en secteur partiellement végétalisé, où la hauteur peut atteindre 15 m. Talus entaillé par des ravines au niveau des fortes pentes
T13	Halde Charrier	4260	5	20-40	en secteur boisé
T14	Halde Ramillard	530	4	20-30	en secteur partiellement végétalisé

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des dépôts miniers sur le district de Charrier (03)

4.8.4 Les fronts rocheux

Lors de l'exploitation minière du secteur, aucune mine à ciel ouvert n'a été créée pouvant faire apparaître un front rocheux. Du fait du mode d'exploitation, aucun front rocheux n'est recensé sur le district minier de Charrier.

4.8.5 Les installations de surface

Lors de la visite de terrain, un ancien bâtiment en briquettes a été observé, dans le secteur ouest du village de Charrier. A l'abandon, il est situé au bord d'un chemin en terre. De l'autre côté de ce chemin en terre se trouve le puits Félix (P3).

4.8.6 Désordres observés en surface

Des désordres liés aux travaux miniers ont été signalés.

En 1876 et 1877, des habitants du village de Charrier se sont plaint au Préfet d'affaissements de terrain affectant les habitations.

Le 25 juin 1969, la route vicinale N° 5 s'est effondrée sur une vingtaine de mètres de long à environ 300 m du carrefour au lieu-dit « La Burnolle », après le passage de deux cars. Cet effondrement (D2, Figure 12) se situe à la hauteur de l'ancien puits Saint-Paul (P8) et forme un cône de 10 à 15 m de profondeur sur 10 m de large. La société Penarroya a fait procéder par la société GTM au remblayage de la partie effondrée.

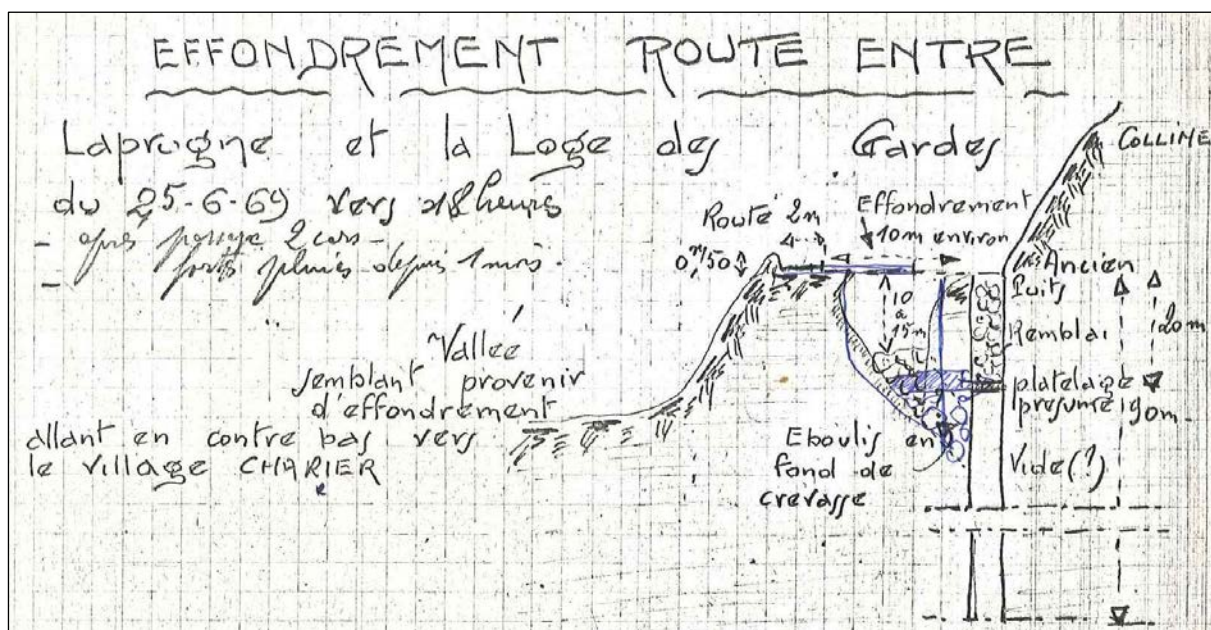


Figure 12 : Effondrement de la route près du lieu-dit « La Burnolle » au niveau du puits Saint-Paul (P8)

Le 3 juillet 1984, l'ingénieur des TPE (Mines) en visite sur le site d'embouteillage de la source « Bonne Fontaine » constate l'effondrement d'un puits de mine qui après recherche s'avère être le puits Félix (P3, désordre D1). Les travaux de remblaiement du puits Félix sont réalisés en mai 1987.

Un petit fontis (D3) de 50 cm de diamètre sur environ 2 m de profondeur est ouvert dans la forêt au niveau d'une zone de dépression qui se situerait à l'aplomb de travaux miniers souterrains peu profonds (< 15m).

Une dépression (D4) d'environ 2,5 m de diamètre et 1 m de profondeur est visible en forêt, à proximité du puits Piret (bure) et de la cheminée.

De même, une cuvette d'affaissement (D5) est observée au niveau du puits Piret.

Id	Site	Nom	Type	Source	Année	Remarque	X_lamb93	Y_lamb93
D1	Charrier	Effondrement localisé	Effondrement localisé	écrit	Juillet 1984	Effondrement au niveau du puits Félix. Remblaiement réalisé en mai 1987	759217,2	6543373
D2	Charrier	Effondrement localisé	Effondrement localisé	écrit	25 juin 1969	Effondrement de la route vicinale au niveau du puits Saint-Paul	759413,3	6543264,8
D3	Charrier	Effondrement localisé	Fontis	GPS	Récent	Fontis de 50 cm de diamètre sur 2 m de profondeur au niveau d'une zone de dépression	759483,2	6543231,2
D4	Charrier	Effondrement localisé	Dépression	GPS	Récent	Dépression de 2.5 m de diamètre sur 1 m de profondeur. A proximité du puits Piret et de la cheminée (bures)	759485,6	6543259,9
D5	Charrier	Effondrement localisé	Fontis	GPS	Récent	Au niveau du puits Piret (bure)	759465,4	6543247,6

Tableau 6 : Liste des désordres d'origine minière sur la concession de Charrier

4.8.7 Gaz de mine et feux souterrains

Aucune information relative à d'éventuels feux souterrains ou émissions de gaz de mine n'a été retrouvée lors des recherches bibliographiques.

4.8.8 Eléments environnementaux

Aucune information relative à d'éventuels impacts sur les eaux souterraines ou de surface n'a été retrouvée.

4.9 Cartographie

4.9.1 Géoréférencement des plans miniers

L'ensemble des informations (ouvrages et indices miniers) retrouvées sur les plans d'archives a été digitalisé. Les plans du secteur minier de Charrier sont rares : seuls quatre plans ont été utilisés dans le cadre de cette étude. Il n'existe pas dans les archives consultées de plans des anciens travaux du PER de Saint-Clément. Seuls une coupe des travaux sur le site de Ramillard ainsi qu'un plan d'ensemble de la concession au 1/10.000 ont été trouvés aux Archives Départementales de l'Allier.

L'inventaire de ces plans est présenté dans le Tableau 7 ci-dessous.

Source de localisation - Plan minier	Nomination SIG des plans miniers calés	Incertitude (en m)	Points de calage	Commentaires
GPS	-	5 à 10	-	-
Carte IGN	-	20	-	-
BD ORTHOPHOTO®	-	3	-	-
Mines de Charrier Plan des Travaux 16/07/1931 1/1.000	Plan 05 (plan 5 de l'annexe 2)	10	11	Après calage, le plan n'apparaît pas déformé. Il a été géoréférencé à partir des puits Félix et Saint-Paul ainsi que 9 autres points communs avec le plan 8. L'incertitude de géoréférencement retenue est de 10 m.
Ensemble des travaux, projection sur plan vertical Nord 60° Ouest 31/12/1951 1/500	Plan 08 (plan 8 de l'annexe 2)	10	10	Dix points du carroyage ont été pris en référence commune avec le plan 16. La cohérence est bonne puisque l'incertitude maximale est de 4 m. Nous retenons une incertitude de géoréférencement de 10 m.
Mines de Charrier Plan général des Travaux Coupe verticale Non daté 1/1.000	Plan 12 (plan 12 de l'annexe 2)	15	12	Ce plan peu précis, sans carroyage, montre de nombreuses incohérences avec les tracés plus récents. La cohérence générale est bonne puisque l'incertitude maximale sur 12 points de référence est de 8 m. Vu les incohérences au niveau du détail du tracé des galeries, nous retenons une incertitude de géoréférencement de 15 m.

Mines de Charrier Plan d'ensemble 31/12/1951 1/1.000	Plan 16 (plan 16 de l'annexe 2)	10	8	Ce plan représente tous les travaux du site de Charrier et est le plus complet et plus récent. La cohérence générale du plan est bonne et l'incertitude générale entre les points ne dépasse pas 7 m. Nous retenons une incertitude de géoréférencement de 10 m pour ce plan.
Mines de Charrier Plan d'ensemble 1949	Plan 17 (plan 17 de l'annexe 2)	10	4	Après calage, le plan n'apparaît pas déformé. Il a été géoréférencé à partir de points pris au niveau de la voirie. L'incertitude de géoréférencement retenue est de 10 m.
Plan de la demande en concession des Mines de cuivre découvertes sur la commune de Laprugne (Allier) faites par monsieur Charles Amand	Plan A de l'Annexe 2	50	4	Après calage, le plan n'apparaît pas déformé. Il a été géoréférencé à partir de points pris au niveau des bâtiments et de la voirie. L'incertitude de géoréférencement retenue est de 50 m.

Tableau 7 : Liste des principaux plans calés

Plan 2

Ce plan montre une vue d'ensemble de la concession des Mines de Charrier. Daté de novembre 1928, son échelle est le 1/5.000. Ce plan n'a pas servi au géoréférencement.

Plan 5

Ce plan au 1/1.000, daté du 16/07/1931, représente les travaux réalisés à cette époque entre le puits Félix et le puits Saint-Paul. Il a été géoréférencé à partir de ces deux puits ainsi que neuf autres points en commun avec le plan 8. Sur onze points de référence, l'incertitude maximale n'est que de 5 m. Nous retenons donc 10 m d'incertitude pour le géoréférencement de ce plan.

Plan 8

Ce plan, daté de 1951, représente le détail au 1/500 de la partie centrale du gisement. Il est dessiné sur un carroyage identique à celui du plan 16. Dix points du carroyage ont été pris en référence commune. La cohérence est très bonne puisque l'incertitude maximale est de 4 m. Comme pour le plan 16, nous retiendrons 10 m pour l'incertitude de calage de ce plan.

Plan 12

Ce plan ancien, non daté, au 1 /1.000, représente les tous premiers travaux de la partie centrale du gisement. Ce plan, dessiné à la plume et sans carroyage, est peu précis et montre de nombreuses incohérences avec les tracés plus récents. Les principaux points de référence sont :

- la sortie de la galerie d'écoulement ;
- la galerie de la tranchée ;
- la galerie du Chatelard située à l'extrémité est du gisement.

Les neuf autres points sont des points en commun avec le plan 16, avec quelques points de surface. La cohérence générale est bonne puisque l'incertitude maximale sur douze points de référence est de 8 m. Vu les incohérences au niveau du détail du tracé des galeries, nous retiendrons 15 m pour l'incertitude générale de ce plan.

Plan 16

Ce plan, au 1 /1.000, représente tous les travaux du site de Charrier. Il est le plus complet et le plus récent (1951). De plus les repères de surface sont reportés ainsi que les courbes de niveau.

Il a été géoréférencé à partir de huit points de référence dont le puits Saint-Paul, la galerie de la tranchée cote 690 (G6), la galerie n°2 du Chatelard cote 751 (G9) et la descenderie Sainte-Marie cote 628 (G12).

Ces points étant légèrement colinéaires, quatre autres points de surface ont été rajoutés principalement à la périphérie du plan. La cohérence générale du plan est bonne et l'incertitude générale entre les points ne dépasse pas 7 m.

Nous retenons 10 m pour l'incertitude de géoréférencement de ce plan.

Notons que le puits Félix est situé à 7 m au nord-ouest des coordonnées prises au GPS, ce qui est normal puisque les coordonnées ont été prises en bordure du grillage qui protège le tumulus du puits.

Plan 17

Ce plan, daté de 1949, est présent dans le courrier rédigé par la société MINELIS pour la DRIRE Auvergne (référéncé MET11-03). Quatre points de la voirie ont été pris en référence commune. La cohérence est très bonne puisque l'incertitude maximale est de 5 m. Comme pour le plan 16, nous retiendrons 10 m pour l'incertitude de calage de ce plan.

Plan A

Ce plan, au 1/10.000^{ème}, daté du 29 octobre 1870, a été retrouvé dans les archives du SGR d'Auvergne. Il s'agit du plan de la demande en concession des Mines de cuivre découvertes sur la commune de Laprugne (Allier) faites par Monsieur Charles Amand – Ingénieur civil des Mines. Quatre points de la voirie ainsi que d'habitations ont été pris en référence commune. Cependant, bien que le plan ne soit pas déformé après son géoréférencement, l'incertitude retenue est de 50 m.

Ces plans (cf. Annexe 2) ont été calés avec le logiciel ArcGis en utilisant une loi polynomiale d'ordre 1, puis importés et géoréférencés sous MAPINFO® v8.5 dans le système de coordonnées RGF Lambert 93.

Les ouvrages miniers repérés sur le terrain au GPS, ainsi que des repères topographiques fiables pointés sur la BD Ortho (photographies aériennes) ont servi de points de calage aux plans.

4.9.2 Système d'information géographique

La carte informative et les cartes des aléas ont été élaborées sous forme d'un Système d'Informations Géographiques (SIG), en utilisant le logiciel MAPINFO® v.8.5. Le système de coordonnées de référence de ce SIG est le RGF Lambert 93. Ce SIG est composé des couches cartographiques suivantes :

- la BD Orthophotoplan® de l'IGN ;
- le SCAN25® de l'IGN ;
- les limites de communes ;
- les limites de concessions ;
- les affleurements ;
- les failles principales ;
- les sources et émergences ;
- les ouvrages miniers et les galeries ;
- l'emprise des travaux ;
- les dépôts miniers ;
- les désordres de surface.

4.9.2.1 Méthode de nomination

Les ouvrages, désordres et dépôts observés en surface ont été nommés dans le SIG de Charrier de la manière suivante (**X** étant un numéro d'ordre arbitrairement choisi) :

- **Gx** pour les galeries ;
- **Px** pour les puits ;
- **Sx** pour les sondages ;
- **MCOx** pour les mines à ciel ouvert et découvertes ;
- **Dx** pour les désordres.

La digitalisation des différents objets miniers du SIG, en particulier les galeries souterraines, a été réalisée à l'échelle 1/1000. L'échelle de rendu final du SIG est le 1/15 000 pour la localisation générale de l'exploitation au niveau de la carte informative.

4.9.2.2 Incertitude de positionnement

Une incertitude de localisation des ouvrages miniers a été estimée pour chacun des ouvrages miniers débouchant au jour (puits, sondage et galerie) :

- Incertitude de 5 à 10 m pour les ouvrages matérialisés (retrouvés sur le terrain) et levés au GPS. L'importance des incertitudes relevées au GPS résulte du fait que certains ouvrages sont situés dans des espaces ayant un fort couvert végétal (en particulier au niveau du secteur Sainte-Marie) ;
- Incertitude de 10 à 50 m pour les ouvrages localisés (positionnés d'après un plan des archives mais non retrouvés sur le terrain). Cette incertitude est estimée en fonction de l'incertitude de calage du plan qui positionne l'ouvrage (cf. § 4.9.1).

La carte informative est présentée en annexe 4.

5 PHASE D'EVALUATION DES ALEAS

Les informations rassemblées dans les paragraphes précédents permettent d'identifier les différents aléas « mouvements de terrain » qui sont retenus comme pertinents pour la deuxième phase de l'étude (analyse détaillée des aléas) et ceux qui peuvent être raisonnablement écartés.

5.1 Identification des aléas retenus et écartés

5.1.1 Aléas retenus

Deux aléas sont retenus pour l'analyse détaillée des aléas du site minier de Charrier.

Le tassement

Le tassement correspond à la remobilisation ou la recompaction de terrains de surface, meubles (dépôts de type teruil, verses) ou déconsolidés par des travaux miniers souterrains proches de la surface. Ces phénomènes, de faible ampleur, peuvent être favorisés par des perturbations externes (solicitations statiques ou dynamiques dues notamment à l'activité humaine ou aux variations hydriques) mais aussi dus à l'effet de leur propre poids, les terrains qui présentent un indice de vides important. Dans le cas général, ce phénomène est donc envisageable d'une part, à l'aplomb des travaux souterrains (foudroyés, effondrés...) et, d'autre part, à l'aplomb de terrains de surface remaniés (dépôt minier, découverte remblayée...).

Sur le district de Charrier, des tassements peuvent survenir au droit des différents dépôts miniers de surface.

L'aléa tassement lié aux ouvrages de dépôts est donc retenu et fait l'objet d'une évaluation.

Les mouvements de pente liés aux dépôts

Les mouvements de pente sont des phénomènes d'instabilité généralement observés sur le flanc des dépôts miniers.

Le district minier de Charrier présente deux dépôts susceptibles de provoquer ce type de phénomène. En effet, lors de la visite de terrain, des traces de ravinement au niveau des talus ont été observées (dépôt minier T12). Le dépôt minier T11 présente localement des hauteurs de l'ordre de 15 m avec des pentes moyennes qui peuvent être sujettes à ce phénomène d'érosion/ravinement superficiel.

Par conséquent, les phénomènes de mouvements de pente de type glissement superficiel seront retenus à l'aplomb de ces deux dépôts miniers.

L'effondrement localisé

Le phénomène redouté ici correspond à la rupture des terrains au toit d'un ouvrage souterrain pouvant générer en surface un effondrement localisé d'extension variable selon la méthode d'exploitation. Les effondrements localisés peuvent se produire dans plusieurs configurations différentes :

Effondrements localisés à l'aplomb de galeries peu profondes

L'événement de type effondrement localisé a été recensé sur le district. Il est nécessaire de considérer l'aléa effondrement localisé lié à la rupture du toit de galeries dans les zones exploitées étant donné la présence de vides résiduels à faible profondeur.

Effondrements localisés liés aux puits et entrées de galeries

L'analyse des documents disponibles et les observations de terrain laissent penser que les ouvrages n'ont pas été totalement remblayés ni fermés de manière pérenne (ouvrages ouverts, effondrés ou de traitement inconnu). Il est donc nécessaire d'étudier la possibilité de l'effondrement de la tête de ces ouvrages débouchant en surface.

Sur le district de Charrier, cinq évènements de type effondrement localisé ont été recensés sur la concession de Charrier et sont encore observable sur le terrain (D1 à D5 sur la carte informative). Ces désordres sont décrits au paragraphe 4.8.6 : il s'agit de désordres sur puits et sur travaux miniers souterrains (bures).

Par conséquent, l'aléa « effondrement localisé » est donc retenu sur le secteur minier de Charrier.

5.1.2 Aléas écartés

L'affaissement

L'affaissement se manifeste communément par un réajustement des terrains de surface induit par la rupture d'édifices miniers souterrains profonds. Les désordres en surface, généralement lents et progressifs, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante importante. Ces phénomènes sont limités dans le temps (quelques années) lorsqu'ils sont volontairement provoqués par une méthode d'exploitation totale. En revanche, les désordres peuvent se produire plusieurs années, voire longtemps après la fermeture des mines, lorsque l'exploitation est partielle et non dimensionnée pour une stabilité à long terme.

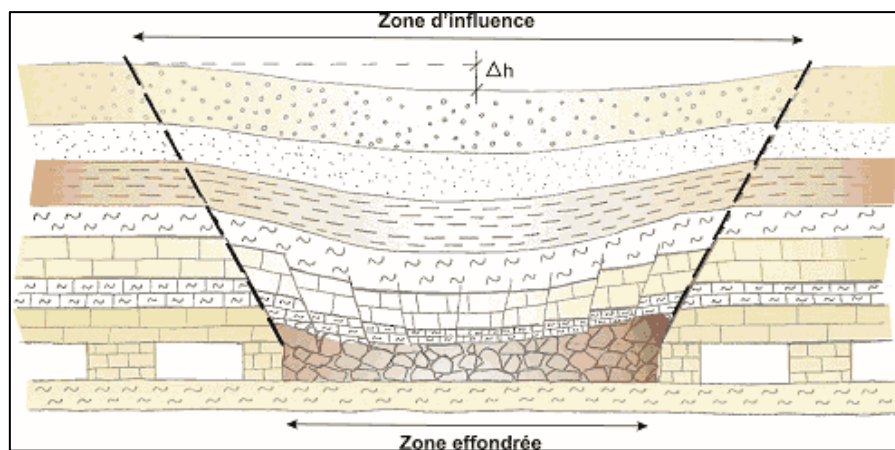


Figure 13 : Principe schématique de formation d'une cuvette d'affaissement (BD cavité - BRGM)

Sur le site minier de Charrier, l'étendue limitée des travaux, l'exploitation des amas par la méthode de dépilage puis remblayage total, la présence de nombreuses galeries isolées, le recouvrement résistant des travaux et l'ancienneté des travaux (> 30 ans) permettent d'écarter l'affaissement minier.

L'effondrement généralisé

Un effondrement généralisé correspond à la rupture de tout ou partie d'une exploitation souterraine conduisant à un abaissement brutal de la surface qui se traduit par une rupture franche des terrains. On parle d'effondrement en masse ou généralisé lorsqu'il concerne une zone étendue en surface (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres d'extension). Il se produit généralement au droit d'exploitations partielles moyennement profondes ou profondes en présence d'un banc résistant dans le toit.

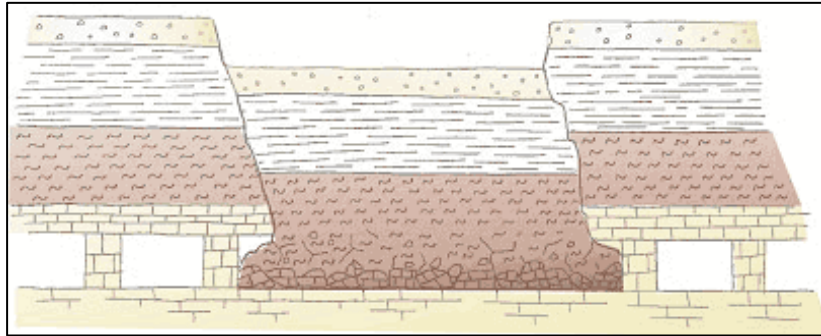


Figure 14 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé (BD cavité - BRGM)

Du fait du mode d'exploitation, des dimensions ainsi que de la profondeur des travaux, l'effondrement généralisé peut être écarté de l'analyse des aléas pour le district de Charrier.

L'éboulement rocheux

Les éboulements rocheux sont des phénomènes d'instabilités généralement observés lorsque des travaux ont été réalisés à ciel ouvert (fronts rocheux instables).

Le district minier de Charrier ne présentant pas de front rocheux, ce type de phénomène peut être écarté de l'analyse des aléas pour le district.

L'échauffement

Les exploitations n'incluent *a priori* aucun matériau inflammable. L'aléa échauffement est donc écarté.

5.1.3 Aléas non étudiés

5.1.3.1 Inondation

Etant donné la topographie du site favorable à l'écoulement des eaux, il n'existe aucun exutoire minier naturel susceptible de se mettre en charge et de perturber le régime hydrogéologique.

L'aléa « inondation » est donc écarté sur ce site.

5.1.3.2 Gaz de mine

Les archives exploitées ne font état d'aucun événement lié à la présence de gaz pendant la phase d'exploitation. De plus, aucune émission de gaz de mine n'a jamais été indiquée en surface. Le volume de vides souterrains où le gaz serait susceptible de s'accumuler reste très limité et la configuration géologique ne prédispose pas le site à une émanation de gaz de mine significative. L'aléa émission « gaz de mine » est donc écarté sur la concession de Charrier et le PER de Saint-Clément.

5.1.3.3 Environnement

L'aspect « environnemental » n'est pas étudié dans le cadre de cette étude.

GEODERIS a réalisé de 2009 à 2012 l'inventaire des déchets miniers, issus de l'industrie extractive, en application de l'article 20 de la Directive Européenne 2006/21CE (inventaire dit « DDIE ») sur le territoire métropolitain.

A l'issue de ces inventaire, le secteur de Charrier – Saint-Clément s'est vu attribuer un classement en « D ». Ce classement justifie qu'une étude environnementale et sanitaire détaillée doit y être réalisée. Celle-ci sera programmée en fonction de la hiérarchisation des études prévues sur le territoire national.

5.2 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

5.2.1 Effondrement localisé lié aux puits

La formation d'un effondrement localisé à l'aplomb de la tête d'un puits résulte de deux phénomènes :

- le phénomène de remobilisation des remblais au sein de la colonne du puits ;
- la rupture de la tête de l'ouvrage (vide ou après remobilisation du remblai) : le revêtement du puits rompt, entraînant la formation d'un cône d'effondrement dont les dimensions dépendent des caractéristiques géologiques et mécaniques locales des terrains.

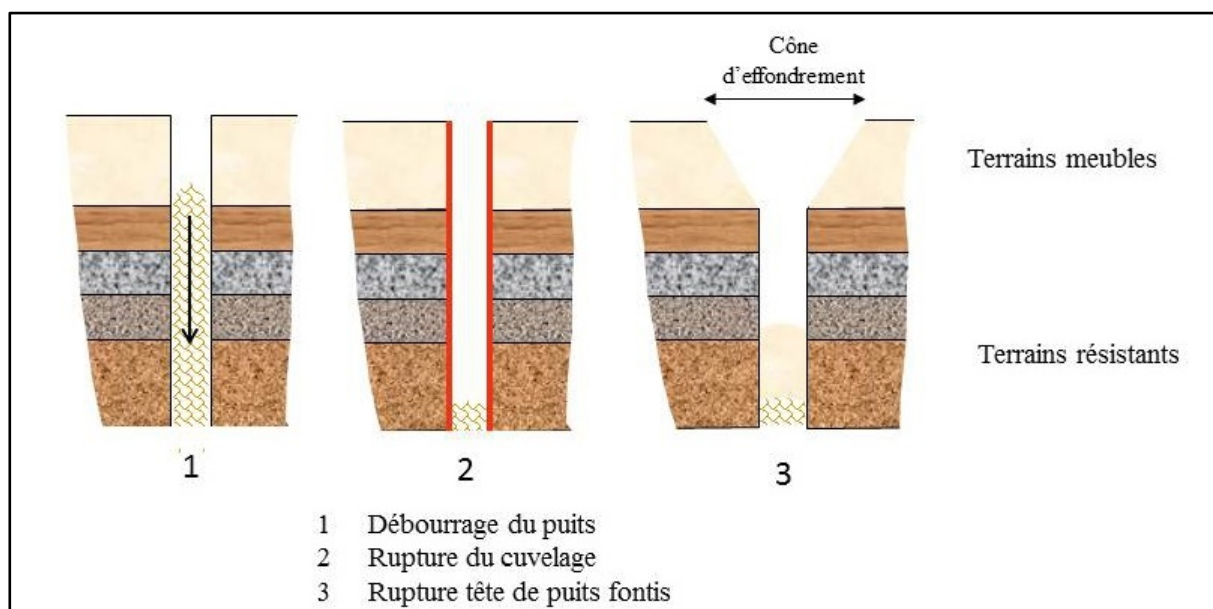


Figure 15 : Schéma de principe du phénomène d'effondrement localisé en tête de puits

Dix-huit puits ont été inventoriés lors de la phase informative :

- P1 : puits extérieur localisé sur le secteur de Charrier ;
- P2 : puits Saint-Charles localisé sur le secteur de Charrier ;

- P3 : puits Félix matérialisé sur le secteur de Charrier ;
- P4 : puits Saint-Joseph localisé sur le secteur de Charrier ;
- P5 : puits Nély localisé sur le secteur de Charrier ;
- P6 : puits Saint-Pierre localisé sur le secteur de Charrier ;
- P7 : puits à remblais localisé sur le secteur de Charrier ;
- P8 : puits Saint-Paul matérialisé sur le secteur de Charrier ;
- P9 : puits Saint-Marcel localisé sur le secteur de Charrier ;
- P10 : puits Sainte-Marie matérialisé sur le secteur Sainte-Marie ;
- P11 : puits de la Pompe matérialisé sur le secteur Sainte-Marie ;
- P12 : puits de recherche matérialisé sur le secteur d'Aurouer ;
- P13 : puits 1 Ramillard matérialisé sur le secteur Ramillard ;
- P14 : puits 2 Ramillard matérialisé sur le secteur Ramillard ;
- P15 : puits 3 Ramillard matérialisé sur le secteur Ramillard ;
- P16 : puits de recherche matérialisé sur le secteur de Le Sac ;
- P17 : puits de recherche localisé sur le secteur de Goutte Georges ;
- P18 : puits de recherche localisé sur le secteur de Terrenoire.

5.2.1.1 Evaluation de l'intensité de l'aléa effondrement lié aux puits

L'intensité d'un effondrement de puits est principalement tributaire de la géométrie, du volume de l'ouvrage et de la nature des terrains de surface (jusqu'à atteindre la stabilisation par comblement de la colonne). D'une manière générale, le débouillage de remblai est d'intensité plus importante si le puits possède un grand diamètre. D'autre part, l'extension latérale de l'effondrement augmente si l'épaisseur des terrains meubles est importante.

Les 18 puits dénombrés sur la zone d'étude sont considérés comme étant des ouvrages de dimension réduite. Pour le seul puits ouvert, les dimensions relevées sur le terrain sont les suivantes :

- P14 : diamètre = 2 m ;
- P10 : section de 3,5 m x 1.3 m d'après un rapport d'archives.

Les valeurs retenues pour le rayon des différents puits peuvent être extrapolées suivant les observations de terrain.

Plusieurs désordres liés à l'aléa effondrement localisé lié aux puits ont été observés sur la concession de Charrier : les désordres D1 et D2 liés respectivement aux puits Félix et Saint-Paul, ainsi que les désordres D4 et D5 qui seraient liés aux bures, en particulier le puits Piret. Les dimensions des désordres observés sur les puits Félix et Saint-Paul relèvent d'une intensité modérée, les diamètres peuvent être conséquents mais ne dépassent pas 10 m.

Ainsi, on peut raisonnablement retenir un rayon de 1,5 mètre pour l'ensemble des puits de la présente étude.

Le rayon du cône d'effondrement en surface correspond au rayon du puits à lequel s'ajoute l'épaisseur des terrains de recouvrements (angle par rapport à l'horizontale du cône d'effondrement au sein des matériaux non cohésifs de surface est retenu égal à 45°). L'épaisseur des terrains non cohésifs de surface est estimée à 2 mètres.

Les diamètres en surface des effondrements potentiels ainsi calculés sont de 7 m pour les puits P1 à P18. Ces diamètres attendus correspondent à des intensités modérées.

5.2.1.2 Evaluation de la prédisposition

Evaluation de la prédisposition au vide

Pour évaluer la prédisposition d'apparition du phénomène d'effondrement localisé relatif aux puits, il convient de prendre en compte :

- le traitement de l'ouvrage : un traitement pérenne de l'ouvrage permet d'assurer la stabilité de sa tête et d'écarter l'aléa. L'absence de documents d'archives détaillant les modes de mise en sécurité des puits après leur fermeture ne permet pas toujours d'obtenir cette information. Aucun des 18 puits dénombrés sur la zone d'étude n'a fait l'objet d'un traitement pérenne ;
- la remontée des eaux ou le battement de la nappe : sur l'ensemble du secteur, le niveau d'eau est inconnu mais très certainement stabilisé et revenu à l'équilibre hydrogéologique naturel ;
- la profondeur de l'ouvrage et le nombre de recettes ou galeries qui lui sont reliées.

Ces évaluations donnent une prédisposition très sensible au puits P14 (puits 2 Ramillard) qui est vide, et une prédisposition peu sensible au puits P9 (Puits Saint-Marcel qui a été creusé jusqu'à 4 mètres de profondeur et de là, la galerie saint-Marcel a pris le relais). Une prédisposition sensible aux autres puits de l'étude est retenue.

Evaluation de la prédisposition à la rupture de la tête de puits

La nature du revêtement de l'ouvrage au niveau des terrains meubles de surface va jouer sur l'occurrence de l'effondrement de la tête d'ouvrage. Ceci est particulièrement vrai pour les puits remblayés. La nature du revêtement n'est cependant pas toujours disponible dans les archives. La prédisposition à la rupture de la tête d'ouvrage sera évaluée comme suit :

- égale à la prédisposition au vide dans la colonne de l'ouvrage diminuée d'un rang dans le cas où le revêtement de la tête de l'ouvrage est en briques ou maçonnerie en bon état ;
- peu sensible dans le cas d'un revêtement en béton.

Dans tous les autres cas, la prédisposition à l'effondrement de la tête d'ouvrage sera identique à la prédisposition au vide dans la colonne de l'ouvrage.

La prédisposition à l'effondrement de la tête d'ouvrage du puits P14 est donc identique à la prédisposition au vide, à savoir une prédisposition très sensible. Pour les autres puits, la prédisposition à l'effondrement de la tête d'ouvrage est sensible.

5.2.1.3 Evaluation de l'aléa

Le croisement de la prédisposition et de l'intensité permet de définir l'aléa :

Intensité	Prédisposition		
	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Limitée	Faible	Faible	Moyen
Modérée	Faible	Moyen	Fort
Elevée	Moyen	Fort	Fort

Tableau 8 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié à un puits

L'ensemble des hypothèses retenues ainsi que les résultats du croisement de l'intensité et de la prédisposition sont résumés dans le Tableau 9 suivant.

Commune	Concession / PER	Ouvrage	Dimension (m)	Profondeur visible (terrain)	Profondeur du puits (m)	Nombre de niveaux recoupés	Prédisposition finale retenue	Diamètre d'effondrement retenu (m)	Niveau de l'intensité	Niveau de l'aléa
Laprugne	Charrier	P1 - Puits extérieur	Diamètre retenu de 3 m pour l'ensemble des puits	-	< 50 (d'après plan)		Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P2 - Puits Saint-Charles		-	< 50 (d'après plan)		Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P3 - Puits Félix		-	> 100	3	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P4 - Puits Saint-Joseph		-	> 42	4	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P5 - Puits Nely		-	26.5	plusieurs	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P6 - Puits Saint-Pierre		-			Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P7 - Puits à remblais		-	18 (d'après plan)	1	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P8 - Puits Saint-Paul		-	73	4	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P9 - Puits Saint-Marcel		-	4	1	Peu sensible	7	Modérée	Faible
Laprugne	Charrier	P10 - Puits Sainte-Marie		-	42	2	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P11 - Puits de la Pompe		-	60	2	Sensible	7	Modérée	Moyen
La Chabanne	PER Saint Clément	P12 – Puits de recherche		-	inconnu		Sensible	7	Modérée	Moyen
La Chabanne	PER Saint Clément	P13 – Puits 1 Ramillard		-	28	1	Sensible	7	Modérée	Moyen
La Chabanne	PER Saint Clément	P14 – Puits 2 Ramillard		NR	35	5	Très sensible	7	Modérée	Fort
La Chabanne	PER Saint Clément	P15 – Puits 3 Ramillard		-	< 20	1	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	PER Saint Clément	P16 – Puits de recherche		-	40 ? (d'après BSS)	-	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Hors concession	P17 – Puits de recherche		-	-	-	Sensible	7	Modérée	Moyen
Laprugne	Charrier	P18 – Puits de recherche		-	-	-	Sensible	7	Modérée	Moyen

Tableau 9 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé pour les puits de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément

5.2.2 Effondrement localisé lié aux entrées de galeries et galeries peu profondes

Un effondrement localisé se caractérise par l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement à la suite de l'éboulement de travaux miniers peu profonds. La profondeur du cratère dépend principalement de la profondeur et des dimensions des travaux souterrains.

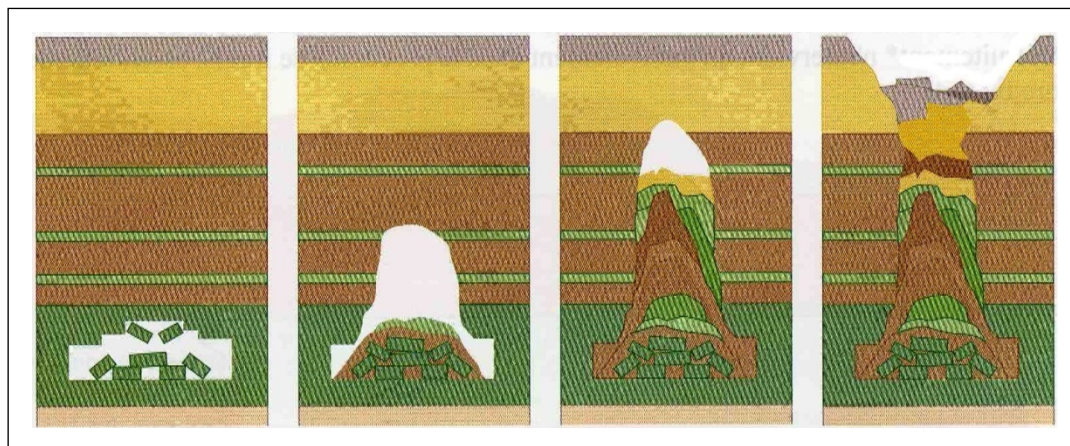


Figure 16 : Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé
(d'après Évaluation des Aléas liés aux Cavités Souterraines - LCPC, 2002)

Lorsque la voûte, initiée par la rupture du toit de l'excavation, ne se stabilise pas mécaniquement, elle se propage progressivement vers la surface. Si l'espace disponible au sein des vieux travaux est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par « auto-comblement », la voûte peut alors atteindre la surface et engendrer un effondrement localisé.

5.2.2.1 Evaluation de l'intensité de l'aléa effondrement lié aux entrées de galeries et galeries peu profondes

L'intensité de l'aléa dépend directement :

- du retour d'expérience sur les désordres présents dans le secteur ;
- de la nature et l'épaisseur des terrains peu cohésifs de surface (pris dans ce cas à 2 m) ;
- de la connaissance de la géométrie des vides souterrains.

L'intensité de l'effondrement localisé est évaluée en estimant le diamètre de fontis attendu en surface. L'évaluation de ce diamètre dépend de l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface (2 m) et de l'angle de frottement des matériaux (45°).

Sur le secteur de Charrier, aucune galerie n'est pénétrable. Concernant les travaux d'exploitation sur la concession de Charrier, les méthodes d'exploitation par traçages et dépilages remblayés n'excluent pas la présence de vides résiduels au sein des galeries. Les volumes de ces vides sont vraisemblablement limités, principalement concentrés au niveau des travers-bancs et des galeries de roulage. Les vides résiduels au niveau de la concession de Charrier peuvent donc conduire à des désordres de dimensions métriques.

Sur le secteur du PER de Saint-Clément, les travaux de recherche sont restés très superficiels. On ne connaît pas les méthodes d'exploitation employées, mais étant donné leur âge et les faibles quantités produites, on estime que les travaux sont probablement partiellement comblés et les volumes des vides résiduels très limités. Concernant le secteur de Ramillard, une galerie, notée G20 sur la carte informative, est ouverte et pénétrable sur une longueur de 17 m. Il s'agit d'une galerie de recherche.

Ainsi, on évalue le niveau d'intensité à modéré pour l'ensemble des travaux souterrains situés à moins de 15 mètres de profondeur sur la concession de Charrier et sur le PER de Saint-Clément.

5.2.2.2 Evaluation de la prédisposition

Sur la concession de Charrier ainsi que sur le PER de Saint-Clément, seule la galerie G20 est pénétrable : elle présente une hauteur de 2 m et une largeur de 1,8 m. On ne connaît donc pas précisément les dimensions géométriques de l'ensemble des galeries, mais au vu de la typologie des travaux, on peut retenir comme configuration une largeur de galerie de 2 m ainsi qu'une hauteur de 2 m.

Concernant les galeries, les éléments suivants se dégagent de la zone d'étude :

- une largeur des ouvrages faible, une hauteur et largeur de 2 m par hypothèse ;
- la nature du recouvrement est considérée comme résistante ;
- l'absence de désordres à proximité des galeries ;
- l'absence de connaissance de l'état des galeries : on ne sait pas si elles sont remblayées ou si elles sont vides ;

Evaluation de la hauteur limite de remontée de fontis

Pour se placer dans un contexte sécuritaire, nous considérons qu'une montée de voûte ne peut être arrêtée que par un auto-comblement des terrains foisonnés dans la galerie. Pour déterminer la profondeur limite d'influence de ce phénomène, nous avons procédé à un calcul de remontée de fontis. Le modèle de calcul prend en considération les paramètres suivants :

- les caractéristiques géométriques des galeries à faible profondeur (largeur, hauteur, angle des parements) ;
- le rayon du fontis ;
- l'angle naturel des terrains ;
- le coefficient de foisonnement des terrains.

Pour la présente étude, des hypothèses sont faites pour les paramètres suivants :

- par hypothèse, une largeur et une hauteur de 2 m sont retenues pour les galeries du secteur ;
- on estime que ces galeries sont totalement vides par hypothèse ;
- le rayon au toit du fontis est égal à la demi-largeur de la galerie ou à 80% de la demi-largeur de la galerie ;

- l'angle du talus naturel du matériau effondré et le coefficient de foisonnement sont fonction de la lithologie et découlent des valeurs proposés par le document méthodologique « *Recommandations pour les Terrassements Routiers* » édité par le Laboratoire des Ponts et Chaussées en 1976 ;
 - o les galeries sont ici creusées dans des matériaux résistants. Quelle que soit la galerie considérée, on retiendra donc, de manière sécuritaire, les hypothèses suivantes :
 - angle du talus naturel : 45° ;
 - coefficient de foisonnement : 1,4 et 1,5.

Ainsi, le calcul de la hauteur de remontée de fontis nous donne les résultats suivants :

Dimension vides résiduels (H _{res} et L _{res})		Rayon de la cheminée au toit de la voie de tête (r en m)		Angle du talus naturel (α)	Coefficient de foisonnement (k)	Hauteur de remontée de voûte (hf en m)
H _{res}	L _{res}					
2	2	100 %	1	45	1,4	12.1
2	2	100 %	1	45	1,5	9.7
2	2	80 %	0,8	45	1,4	16.7
2	2	80 %	0,8	45	1,5	13.4

Tableau 10 : Simulation des hauteurs de remontée de voûte liées aux galeries

Au vu de la configuration du site, de l'absence de désordre au droit des entrées de galeries et des galeries, on évalue le niveau de prédisposition à peu sensible à l'ensemble des travaux souterrains situés à moins de 15 m de profondeur sur la concession de Charrier ainsi que sur le PER de Saint-Clément.

5.2.2.3 Evaluation de l'aléa

Le croisement de la prédisposition peu sensible et de l'intensité modérée permet de définir un aléa effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries situées à moins de 15 m de profondeur de niveau faible.

5.3 Evaluation de l'aléa tassement lié aux ouvrages de dépôts

Pour rappel, 14 zones de dépôts ont été cartographiées lors de la phase informative. Ces zones de dépôts se répartissent sur les secteurs de Charrier, Chatelard, Sainte-Marie, Suchers, Ramillard et Gitenay. Sur le terrain, ces zones sont peu visibles. Elles sont la plupart du temps étalées dans la pente et recouvertes de végétation. Toutes les zones de dépôts observées mesurent moins de 6 m de haut. A certains endroits, comme c'est le cas pour les ouvrages de dépôts T11 et T12, les hauteurs peuvent être localement fortes (environ 15 mètres).

Aucun désordre lié à l'aléa tassement n'a été recensé sur la concession de Charrier.

Pour ces anciens dépôts miniers, la prédisposition est considérée comme peu sensible. Pour ce mécanisme de tassement au droit des dépôts miniers, survenant plusieurs décennies après exploitation, le niveau d'intensité attendu est limité.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, il est attribué un **aléa tassement de niveau faible au droit de l'ensemble des ouvrages de dépôts.**

5.4 Evaluation de l'aléa glissement lié aux ouvrages de dépôts

La probabilité d'occurrence d'un glissement superficiel dépend de la pente et de la nature des matériaux qui constituent le talus. Elle peut être aggravée par des mises en charge hydrauliques locales et éventuellement des phénomènes d'érosion.

Les observations de terrain ont révélé l'existence d'un glissement superficiel de type ravinement sur le secteur de Charrier, au niveau de la zone de dépôt T12 où les pentes peuvent être localement fortes, quasi verticales.

Les terrains, remodelés à la fin des travaux il y a plus de 60 ans, peuvent présenter quelques zones potentiellement instables susceptibles de se remettre en mouvement en période de fortes précipitations. La plupart des instabilités résiduelles créées par le remaniement des terrains se sont fort probablement rééquilibrées.

On attribue donc aux dépôts de surface T11 et T12 un niveau de prédisposition peu sensible.

Etant donné les faibles volumes de matériaux potentiellement mis en mouvement (de l'ordre de quelques mètres cubes), on évalue le niveau d'intensité à limité pour les deux ouvrages de dépôts T11 et T12.

Ainsi, par croisement de l'intensité et de la prédisposition, il est attribué un **aléa glissement superficiel de niveau faible pour les dépôts T11 et T12 de la concession de Charrier.**

5.5 Cartographie des aléas

Les marges d'incertitude (précision des levés au GPS, des travaux de calage, des reports cartographiques) et les marges d'influence liées à l'extension des aléas (telles que définies dans les paragraphes suivants) sont intégrées aux zonages figurés sur les cartes d'aléas proposées.

5.5.1 Effondrement localisé lié aux puits

Pour ces ouvrages, la zone d'aléa est circulaire. Le rayon de la zone d'aléa est défini à partir du centre de l'ouvrage de la façon suivante :

- rayon du puits matérialisé ou localisé ;
- marge d'influence qui correspond, en fonction de la profondeur des ouvrages et du volume des vides disponible, à l'extension latérale du cône d'effondrement en surface. D'une manière générale, il est considéré l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface (2 m) ;
- incertitudes :
 - o incertitude de localisation issue de celle du plan sur lequel se trouve cet ouvrage (ouvrage localisé) ou de localisation GPS (ouvrage matérialisé) ;
 - o incertitude liée au support cartographique (BD Ortho®) prise égale à 3 m.

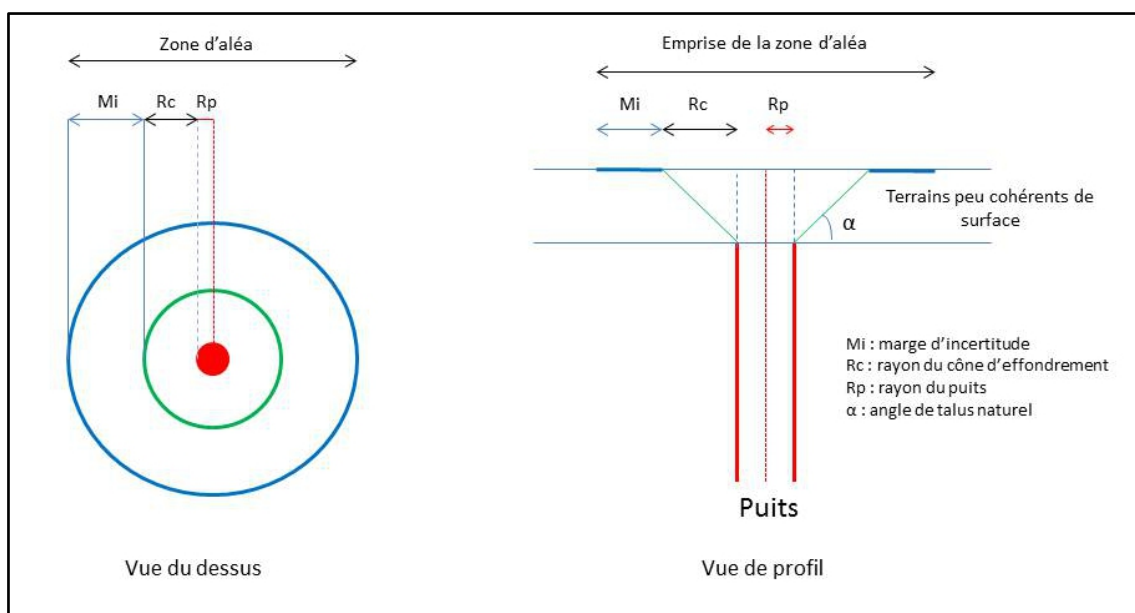


Figure 17 : Cartographie de l'aléa lié au puits

Le tableau de synthèse suivant présente l'ensemble des valeurs retenues pour les puits de l'étude, ainsi que le rayon de l'aléa tel qu'il est dessiné sur la carte finale des aléas :

Commune	Concession / PER	Ouvrage	Prédisposition finale retenue	Niveau de l'intensité	Niveau de l'aléa	Rayon du cône d'effondrement (rayon du puits + rayon d'influence)	Incertitude de positionnement	Incertitude de report cartographique	Rayon final de l'aléa
Laprugne	Charrier	P1	sensible	modérée	moyen	3,5	15	3	21,5
Laprugne	Charrier	P2	sensible	modérée	moyen	3,5	15	3	21.5
Laprugne	Charrier	P3	sensible	modérée	moyen	3,5	5	3	11.5
Laprugne	Charrier	P4	sensible	modérée	moyen	3,5	15	3	21.5
Laprugne	Charrier	P5	sensible	modérée	moyen	3,5	20	3	26.5
Laprugne	Charrier	P6	sensible	modérée	moyen	3,5	15	3	21.5
Laprugne	Charrier	P7	sensible	modérée	moyen	3,5	15	3	21.5
Laprugne	Charrier	P8	sensible	modérée	moyen	3,5	5	3	11.5
Laprugne	Charrier	P9	peu sensible	modérée	faible	3,5	10	3	16.5
Laprugne	Charrier	P10	sensible	modérée	moyen	3,5	10	3	16.5
Laprugne	Charrier	P11	sensible	modérée	moyen	3,5	10	3	16.5
La Chabanne	PER Saint Clément	P12	sensible	modérée	moyen	3,5	10	3	16.5
La Chabanne	PER Saint Clément	P13	sensible	modérée	moyen	3,5	10	3	16.5
La Chabanne	PER Saint Clément	P14	très sensible	modérée	fort	3,5	5	3	11.5
La Chabanne	PER Saint Clément	P15	sensible	modérée	moyen	3,5	10	3	16.5
Laprugne	PER Saint Clément	P16	sensible	modérée	moyen	3,5	5	3	11.5
Laprugne	Hors concession	P17	sensible	modérée	moyen	3,5	50	3	56.5
Laprugne	Charrier	P18	sensible	modérée	moyen	3,5	50	3	56.5

Tableau 11 : Cartographie de l'aléa effondrement localisé au niveau des puits sur la concession de Charrier et sur le PER de Saint-Clément

5.5.2 Effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes

Pour les galeries, l'extension de la zone d'aléa est définie à partir de la localisation et de l'extension de ces ouvrages en fonction de la profondeur-seuil. La marge retenue pour cartographier l'aléa se décompose comme suit :

- emprise de l'ouvrage ;
- marge d'influence qui correspond à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface. La valeur de cette marge, prise en aval et de part et d'autre de la galerie, est ici prise égale à 2 m, qui correspond à l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface ;
- incertitudes :
 - o incertitude de localisation issue de celle du plan sur lequel se trouve cet ouvrage ou de localisation GPS ;
 - o incertitude liée au support cartographique (BD Ortho®) prise égale à 3 m.

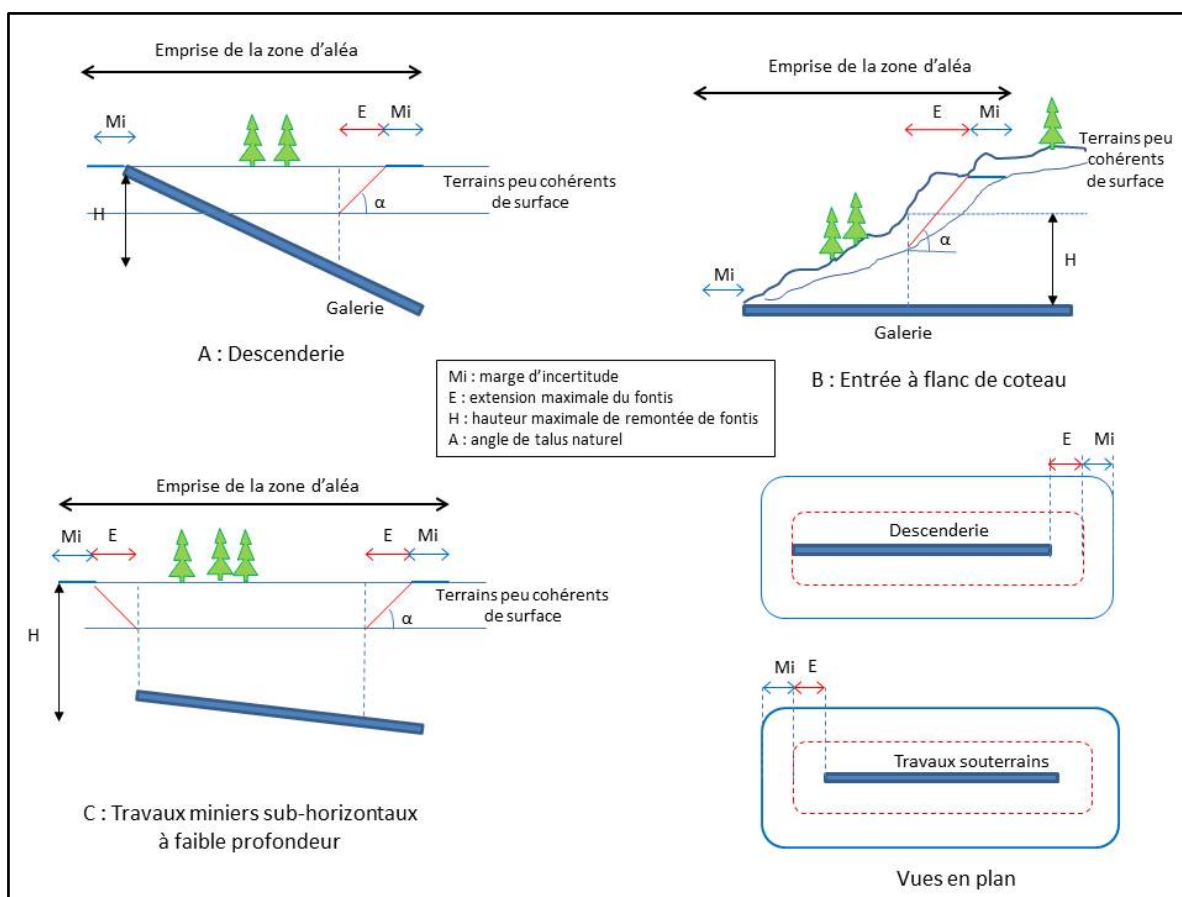


Figure 18 : Cartographie de l'aléa lié aux galeries

L'annexe 4 du rapport présente l'ensemble des valeurs retenues pour les entrées de galeries et les galeries peu profondes (recouvrement des terrains inférieur à 15 mètres), ainsi que le rayon de l'aléa tel qu'il est dessiné sur la carte finale des aléas.

5.5.3 Tassement lié aux ouvrages de dépôts

Pour les ouvrages de dépôts, la cartographie des aléas tassement concerne :

- l'emprise exacte des dépôts ;
- l'incertitude de localisation : les zones de dépôts ont été relevées sur terrain via le GPS, soit une incertitude de 5 m ;
- l'incertitude liée au support cartographique (BD Ortho®) prise égale à 3 m.

5.5.4 Cartographie du phénomène de glissement superficiel

La cartographie de l'aléa « glissement superficiel » lié aux flancs des terrils concerne l'emprise exacte des dépôts T11 et T12 à laquelle s'ajoute la marge d'influence estimée à 7 mètres ($H/2$) et la marge d'incertitude de position égale à 8 m (incertitude du levé au GPS de 5 m et incertitude du support cartographique de 3 m).

6 SYNTHÈSE ET CONCLUSION

L'analyse des données obtenues à l'issue de la phase informative a permis d'identifier et d'évaluer un certain nombre d'aléas « mouvements de terrain » associés aux anciens travaux miniers de cuivre et de plomb argentifère du district de Charrier. Ces aléas concernent les communes de Laprugne (03), La Chabanne (03) et Saint-Clément (03). Ils sont synthétisés dans le Tableau 12 ci-dessous.

Phénomène attendu	Commune	Prédisposition	Intensité	Aléa	Marge globale = marge d'incertitude + marge d'influence (m)
Effondrement localisé lié au puits sur les sites de Charrier, Sainte-Marie, Aurouer, Terrenoire, Goutte Georges, Le Sac et Ramillard	Laprugne et La Chabanne	Peu sensible à très sensible	Modérée	Faible à fort	11.5 à 56.5
Effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes (< 15 m) sur les sites de Charrier, Sainte-Marie, Chatelard, Gitenay, Suchers, Golliard, Chevrier, Rivières, Vernin, Moulin Lacotte, Ramillard et La Besbre	Laprugne, La Chabanne et Saint-Clément	Peu sensible	Modérée	Faible	11 à 56
Tassement lié aux ouvrages de dépôts sur les sites de Charrier, Sainte-Marie, Chatelard, Suchers, Gitenay et Ramillard	Laprugne et La Chabanne	Peu sensible	Limitée	Faible	8
Glissement superficiel lié aux ouvrages de dépôts T11 et T12 sur le site de Charrier	Laprugne	Peu sensible	Limitée	Faible	15

Tableau 12 : Récapitulatif des aléas retenus sur le district de Charrier

La majorité des zones d'aléas « mouvements de terrain » du secteur minier de Charrier se trouve au droit de zones boisées, champs et pâturages. Quelques maisons d'habitations ainsi que des voiries sont concernées par l'aléa effondrement localisé de niveau faible. Des voiries sont concernées par de l'aléa effondrement localisé lié aux puits de niveau moyen.

7 LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Périmètre de l'étude (source : BDSTM) [en rouge, la concession de Charrier ; en noir, le PER de Saint-Clément].....	3
Figure 2 : Définition de l'aléa.....	5
Figure 3 : Localisation du site minier de Charrier (fond Scan25 IGN).....	10
Figure 4 : Localisation de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément sur la carte géologique du BRGM au 1/50000 du Mayet-de-Montagne	12
Figure 5 : Concession de Charrier – Position du puits de la Pompe (P11) et du puits Sainte-Marie (P10) (plan 17).....	17
Figure 6 : Concession de Charrier – Coupe du puits de la Pompe (P11) et du puits Sainte-Marie (P10) (source Archives Nationales, rapport de l'ingénieur en chef, non daté est. 1872)	18
Figure 7 : Concession de Charrier – plan des travaux vers 1875 (Archives Nationales, non daté, sans échelle).....	19
Figure 8 : Concession de Charrier – Coupe passant par les puits Saint-Charles (P2) et Saint-Joseph (P4) vers 1875 (Archives Nationales, non daté, sans échelle).....	20
Figure 9 : Projection verticale des travaux miniers sur le gisement de Charrier (extrait du plan 11, 1918)	21
Figure 10 : PER de Saint Clément – coupe des travaux sur le site de Ramillard (1914, DREAL Auvergne)	23
Figure 11 : Position des ODJ, des enveloppes de travaux souterrains (avérés et supposés) et du plan 16 au niveau de Charrier village (GEODERIS).....	28
Figure 12 : Effondrement de la route près du lieu-dit « La Burnolle » au niveau du puits Saint-Paul (P8)	34
Figure 13 : Principe schématique de formation d'une cuvette d'affaissement (BD cavité - BRGM)	40
Figure 14 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé (BD cavité - BRGM)	41
Figure 15 : Schéma de principe du phénomène d'effondrement localisé en tête de puits	42
Figure 16 : Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé (d'après Évaluation des Aléas liés aux Cavités Souterraines - LCPC, 2002)	46
Figure 17 : Cartographie de l'aléa lié au puits	50
Figure 18 : Cartographie de l'aléa lié aux galeries	51

Tableau 1 : Production totale des substances exploitées au niveau de la concession de Charrier par période d'exploitation	27
Tableau 2 : Inventaire des ouvrages débouchant au jour sur la concession de Charrier	29
Tableau 3 : Inventaire des ouvrages débouchant au jour sur le PER de Saint-Clément.....	30
Tableau 4 : Liste des bures présents au niveau de la concession de Charrier.....	31
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des dépôts miniers sur le district de Charrier (03)	33
Tableau 6 : Liste des désordres d'origine minière sur la concession de Charrier.....	34
Tableau 7 : Liste des principaux plans calés	36
Tableau 8 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié à un puits	44
Tableau 9 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé pour les puits de la concession de Charrier et du PER de Saint-Clément.....	45
Tableau 10 : Simulation des hauteurs de remontée de voûte liées aux galeries.....	48
Tableau 11 : Cartographie de l'aléa puits sur la concession de Charrier et sur le PER de Saint-Clément.....	50
Tableau 12 : Récapitulatif des aléas retenus sur le district de Charrier	53

8 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Concession pour cuivre et plomb argentifère de Charrier et Permis Exclusif de Recherche de Saint-Clément (Allier). Phase informative et cartographie des aléas mouvements de terrain. Rapport final. Document BRGM référencé BRGM/RP-61575-FR. Décembre 2013.
- [2] L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers. Guide méthodologique. Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa. « Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine ». Document INERIS référencé DRS-06-51198/R01.
- [3] Décret instituant la concession pour le cuivre et le plomb argentifère de Charrier. 03/06/1872.
- [4] Mise en adjudication de la concession de Charrier. 20/04/1880.
- [5] Arrêté préfectoral mettant en demeure le concessionnaire de reprendre les travaux. 21/10/1892.
- [6] Vente aux enchères de la concession de Charrier. 24/03/1897.
- [7] Vente aux enchères de la concession de Charrier. 18/12/1907.
- [8] Note de la Société des Mines de Charrier indiquant qu'elle vient d'acquérir la concession de Charrier et qu'elle vient de remettre le site en exploitation. 26/11/1910.
- [9] Avis préfectoral autorisant l'extension de la concession de Charrier à l'étain et aux métaux connexes. 12/03/1929.
- [10] Demande de mutation de la concession de Charrier au profit de la Compagnie Minière des Montmins. 25/10/1956.
- [11] Décret autorisant la mutation de la concession de Charrier à la Compagnie Minière des Montmins. 29/05/1959.
- [12] Demande de mutation de la concession de Charrier au profit de la Société Minière et Métallurgique de Penarroya. 11/09/1967.
- [13] Décret autorisant la mutation de la concession de Charrier à la Société Minière et Métallurgique de Penarroya. 17/10/1968.
- [14] Déclaration d'arrêt définitif des travaux et demande de renonciation à la concession de Charrier présenté par la société METALEUROP S.A. 27/03/1998.
- [15] Arrêt préfectoral (AP1) donnant acte de la déclaration de l'arrêt définitif des travaux sur la concession de Charrier présentée par METALEUROP S.A. 18/06/1999.
- [16] PV de récolement d'arrêt définitif des travaux établi par la DIRE. 15/12/1999.
- [17] Arrêté préfectoral (AP2) donnant acte de l'arrêt définitif des travaux sur la concession de Charrier. 06/01/2000.

- [18]** Rapport de synthèse de la DIRE du 08.02.2000 sur la demande en renonciation présentée par METALEUROP le 27.04.1998
- [19]** Arrêté acceptant la renonciation de la société METALEUROP S.A. à la concession de Charrier. 13/07/2005.
- [20]** Rapport de l'Ingénieur Ordinaire des Mines sur une demande en concession pour des gîtes métallifères sur les communes de Laprugne et La Chabanne (Allier) ainsi que Saint-Priest-Laprugne et Saint-Just en Chevalet (Loire), présentée le 10/10/1870 par M. Charles Armand. 30/12/1871.
- [21]** Demande de concession pour plomb argentifère et cuivre dans la commune de Saint-Clément présentée par la Société des Mines de Ramillard. 22/11/1890.
- [22]** Décret rejetant la demande en concession sur les communes de Saint-Clément, La Chabanne et Laprugne. 15/02/1893.
- [23]** Demande en concession sur les communes de Saint-Clément, La Chabanne et Laprugne. 21/10/1913.
- [24]** Rapport de l'Ingénieur en Chef des Mines sur la demande en concession et indiquant qu'il ne saurait être actuellement concédé. 25/06/1914.
- [25]** Demande de Permis Exclusif de Recherche par pétition présentée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). 22/09/1971.
- [26]** Rapport de l'Ingénieur des Mines sur la demande de PER. 01/03/1972.
- [27]** Décret accordant au BRGM le PER de Saint-Clément, pour recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, fluorine et substances connexes. 22/08/1972.
- [28]** Demande de renouvellement du PER. 30/04/1975.
- [29]** Décret prolongeant la durée de validité du PER jusqu'au 30 août 1978. 10/06/1976.
- [30]** Picot P. (1954) – Le gîte cuprostannifère de Charrier (Allier). Mémoire de Diplôme de Géologie et de Pétrographie de l'Université de Clermont-Ferrand.

9 LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Planches photographiques	14 A4
Annexe 2	Plans miniers	6 A3
Annexe 3	Tableau de l'évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes	2 A3
Annexe 4	Carte informative	Hors format
Annexe 5	Carte des aléas « Tassement et Glissement superficiel »	Hors format
Annexe 6	Cartes de l'aléa « Effondrement localisé »	Hors format

Annexe 1

Planches photographiques



Photo 1 : Ouvrage hydraulique G1 - cote 650



Photo 2 : Résurgence de l'ouvrage hydraulique G1 – cote 650



Photo 3 : Galerie d'écoulement G2 – cote 650



Photo 4 : Galerie du Puits à eau G3 – cote 677



Photo 4 : Galerie G4 – cote 677



Photo 5 : Galerie de la Tranchée G6 – cote 690



Photo 6 : Galerie 1 du Chatelard G8 – cote 734



Photo 7 : Galerie 2 du Chatelard G9 – cote 751



Photo 8 : Galerie Sainte-Marie G10 - cote 630



Photo 9 : Galerie Sainte-Marie G11 – cote 633



Photo 10 : Descenderie Sainte-Marie G12 – cote 628



Photo 11 : Galerie des Suchers G13



Photo 12 : Galerie des Suchers G13



Photo 13 : Galerie du Gitenay G14



Photo 14 : Galerie de la Besbre G15



Photo 15 : Puits Félix P3 grillagé



Photo 16 : Puits Saint-Paul P8 et son reste de cuvelage



Photo 17 : Puits Sainte-Marie P10



Photo 18 : Puits de la Pompe P11



Photo 19 : Galerie Chevrier G16



Photo 20 : Galerie Golliard G17

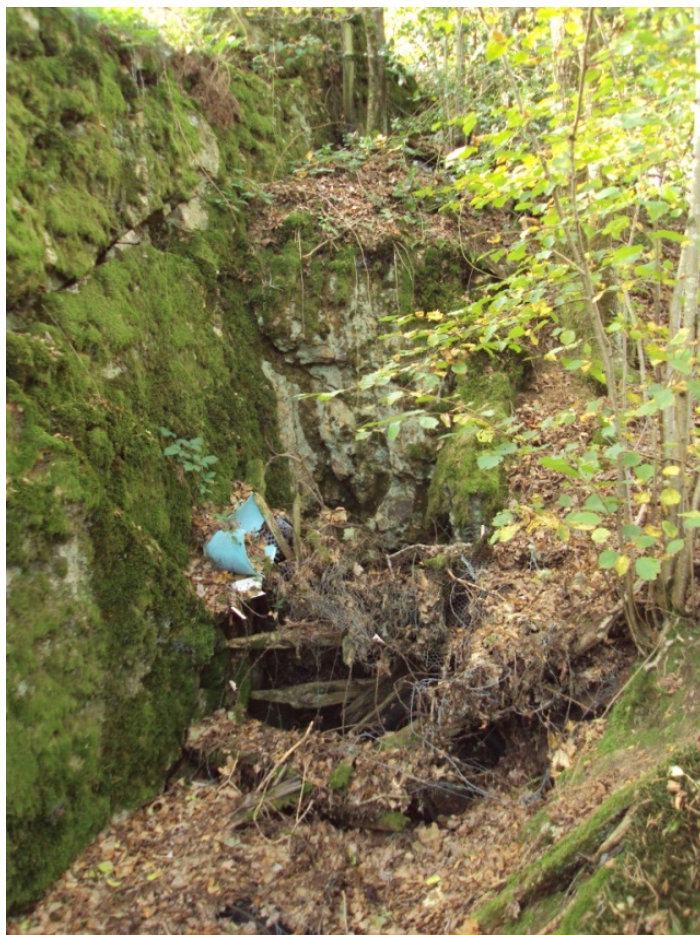


Photo 21 : Galerie Rivières G18



Photo 22 : Galerie Rivières G18



Photo 23 : Puits de recherche Aurouer P12



Photo 24 : Puits 1 Ramillard P13



Photo 25 : Puits 2 Ramillard P14



Photo 26 : Puits 2 Ramillard P14



Photo 27 : Puits 3 Ramillard P15



Photo 28 : Galerie Ramillard G19

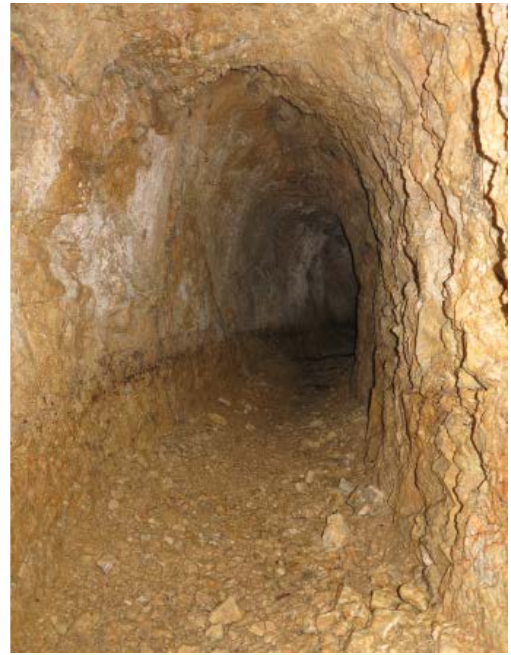


Photo 29 : Galerie secteur Ramillard G20



Photo 30 : Halde T14 secteur Ramillard



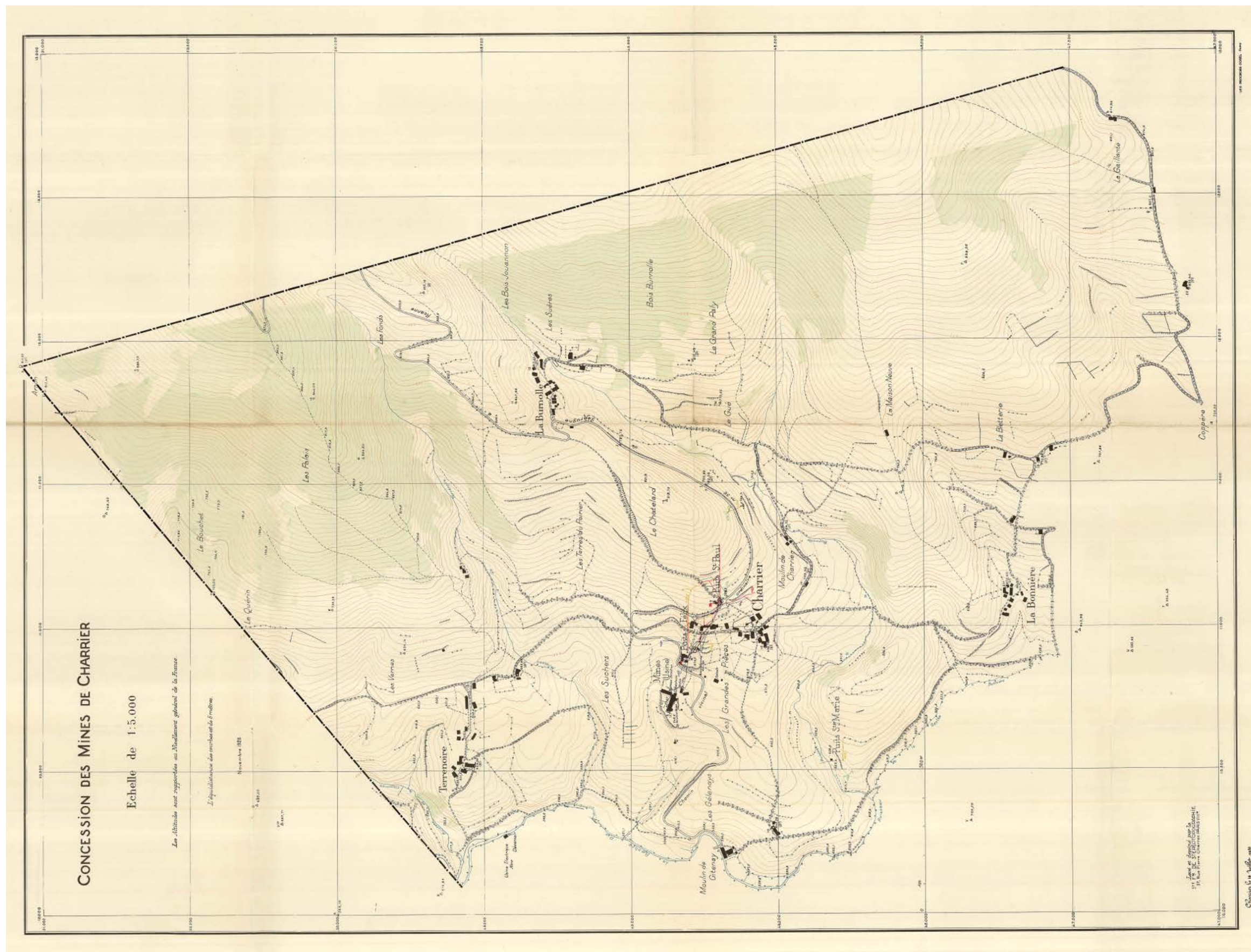
Photo 31 : Galerie secteur Vernin G21

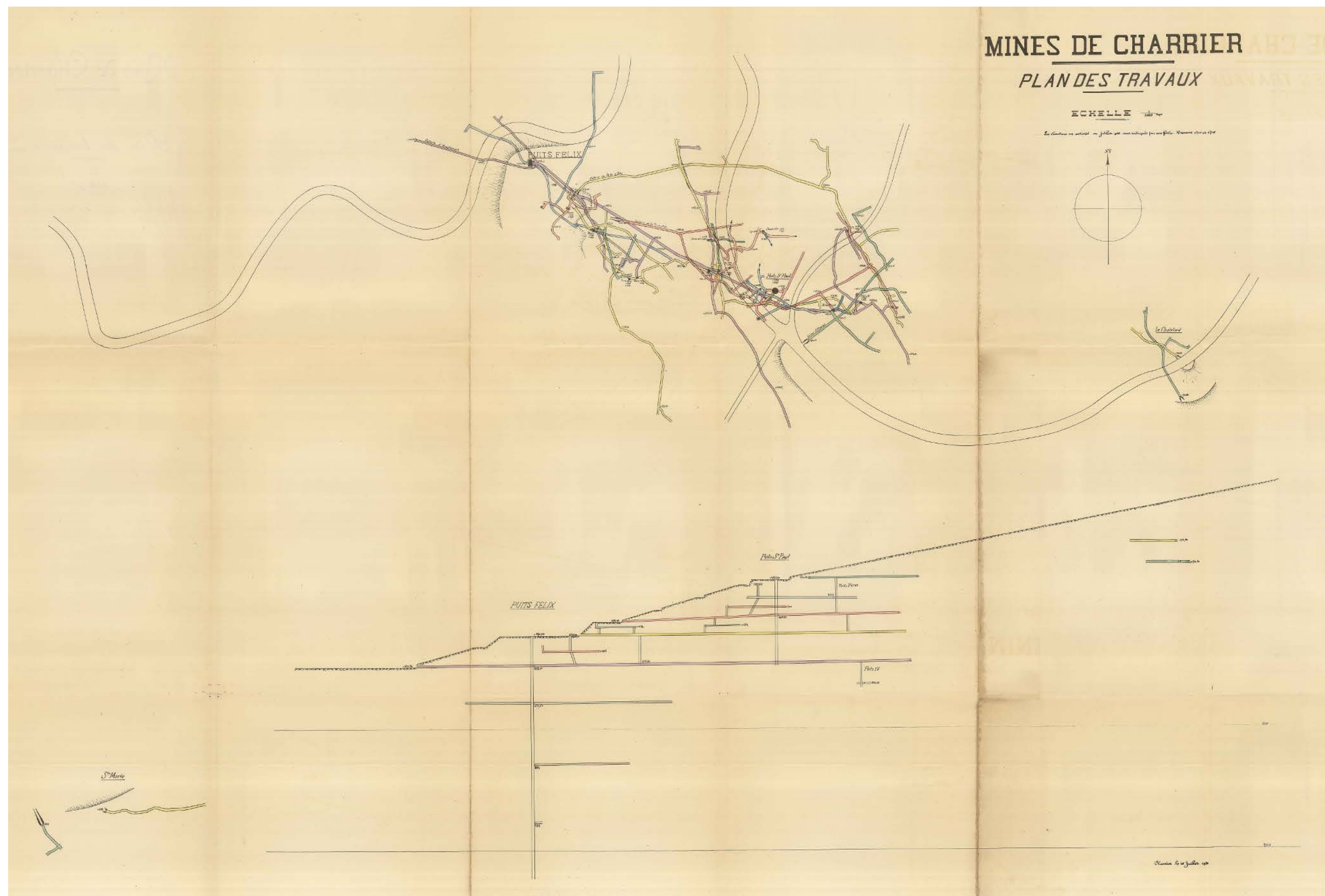


Photo 32 : Puits de recherche P16 secteur Le Sac

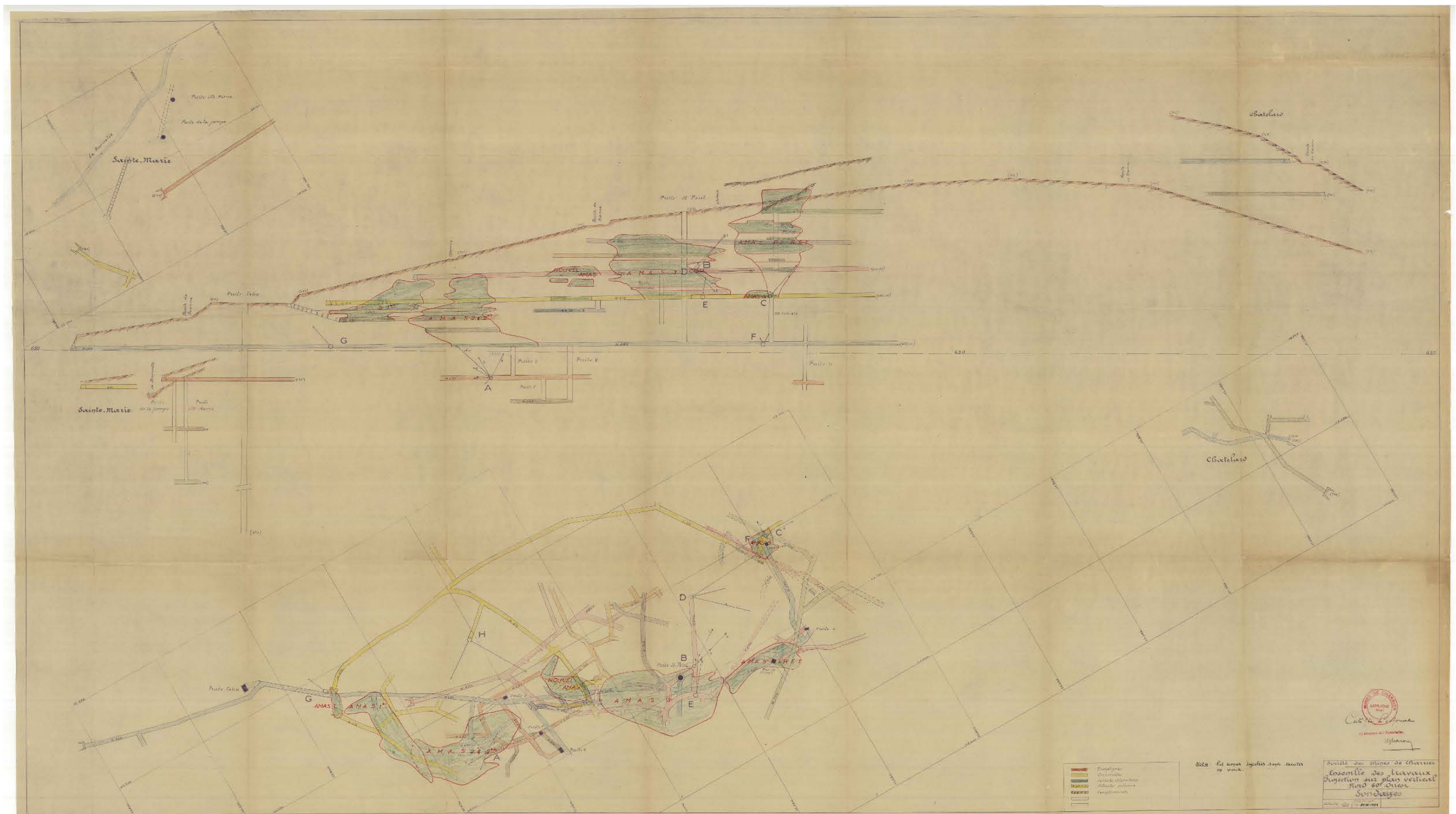
Annexe 2

Plan miniers





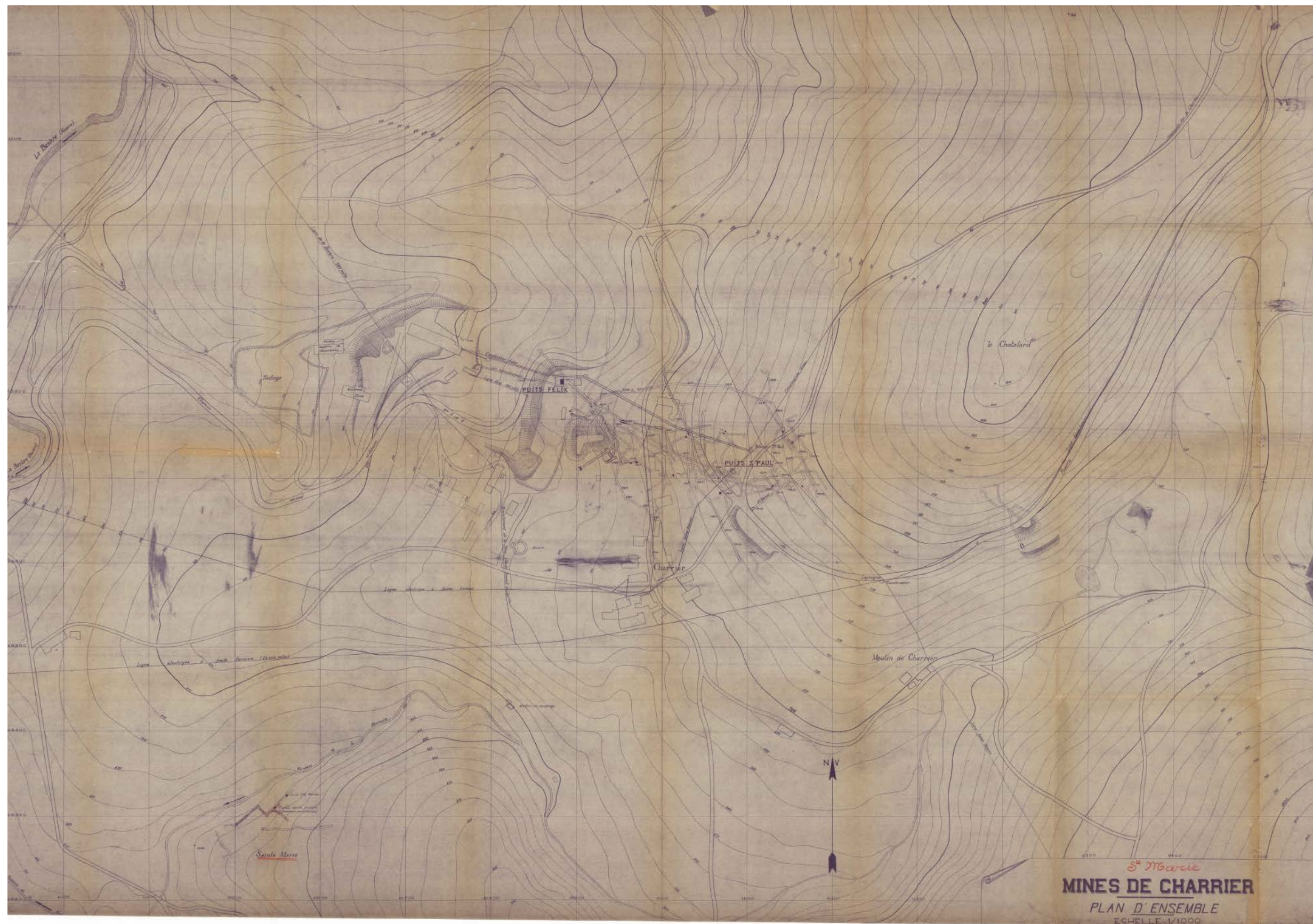
Plan 5 : Mines de Charrier – Plan des travaux – 16/07/1931 – 1/1.000



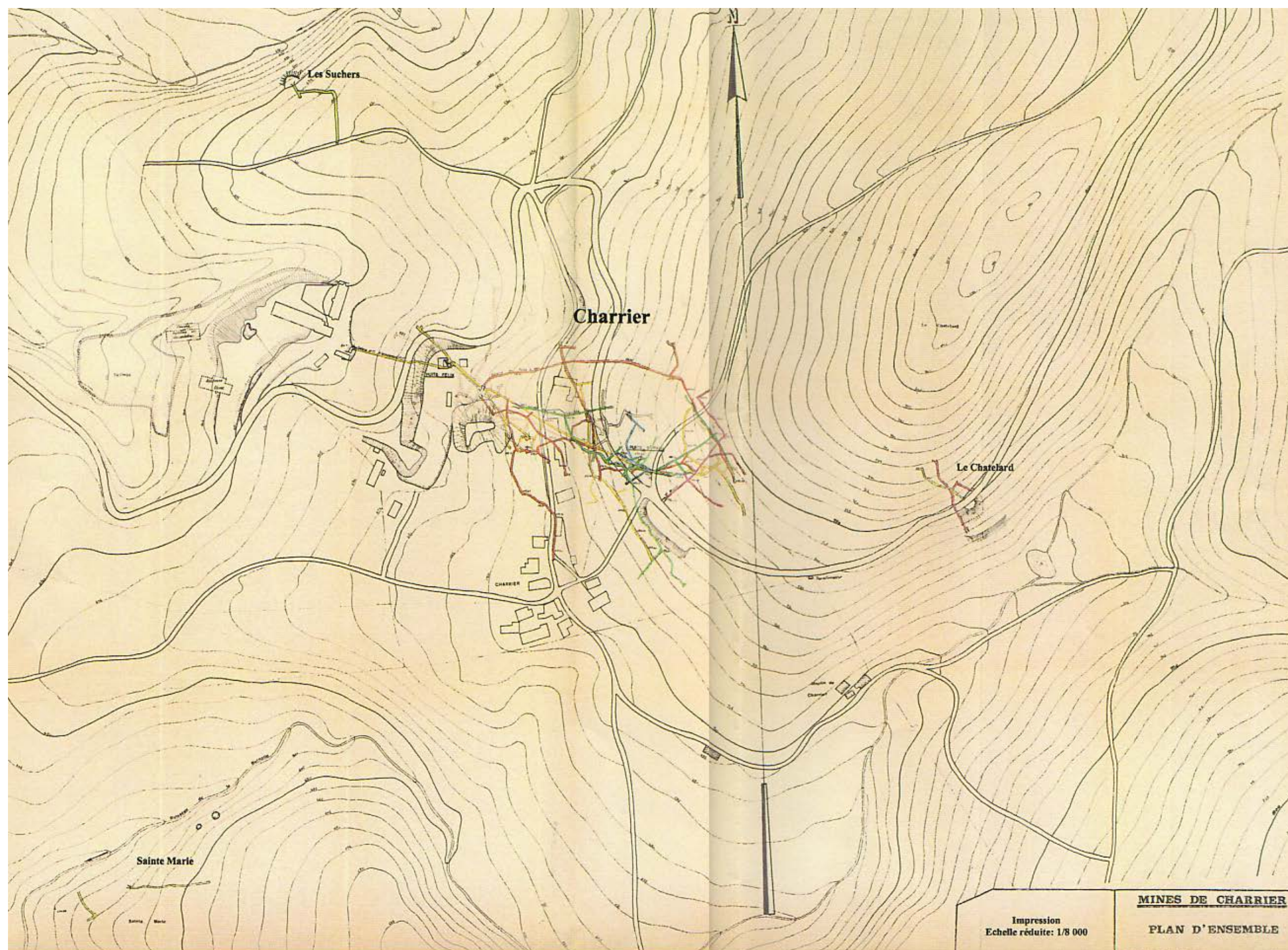
Plan 08 : Ensemble des travaux, projection sur plan vertical Nord 60° Ouest – 31/12/1951 – 1/500



Plan 12 : Mines de Charrier – Plan général des travaux, coupe verticale – non daté – 1/1.000



Plan 16 : Mines de Charrier – Plan d’ensemble – 31/12/1951 – 1/1.000



Plan 17 : Mines de Charrier – Plan d’ensemble – 1949 (extrait de l’étude MINELIS pour la DRIRE Auvergne. Document référencé MET 11-03)



**Plan A : Plan de la demande en concession des Mines de cuivre découvertes sur la commune de Laprugne (Allier)
faites par Monsieur Charles Amand – 29 octobre 1870 – 1/10.000**

Annexe 3

Tableau de l'évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes

Annexe 3 : Evaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux entrées de galeries et aux galeries peu profondes (<15 m)

Nom de la commune	Localisation	Ouvrage	Ouverture (m) (hypothèse)	Largeur (m) (hypothèse)	Terrains non foisonnants (m)	Prédisposition retenue	Niveau de l'intensité	Niveau de l'aléa	Incertitude de localisation (m)	Incertitude du support Orthophoto (m)	Rayon de l'ouvrage (m) (hypothèse)	Emprise de l'aléa (m)
Laprugne	Charrier	G1 : entrée de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	5 (GPS)	3	1	11
Laprugne	Charrier	G1 : corps de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G2 : entrée et corps de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	Travaux cote 665	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G3 : entrée et corps de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G4 : entrée et corps de galerie cote 677	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G5 : corps de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G5 : entrée de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G6 : corps de galerie de la tranchée cote 690	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G6 : entrée de galerie de la tranchée cote 690	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	5 (GPS)	3	1	11
Laprugne	Charrier	G7 : corps de galerie de la tranchée cote 690	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	G7 : entrée de galerie de la tranchée cote 690	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Chatelard	G8 : entrée de galerie 1 du Chatelard cote 734	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Chatelard	G8 : corps de galerie 1 du Chatelard cote 734	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Chatelard	G9 : entrée de galerie 2 du Chatelard cote 751	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	5 (GPS)	3	1	11
Laprugne	Chatelard	G9 : corps de galerie 2 du Chatelard cote 751	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G10 : entrée de galerie Sainte- Marie cote 630	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G10 : corps de galerie Sainte- Marie cote 630	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G11 : corps de galerie Sainte- Marie cote 633	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G11 : entrée de galerie Sainte- Marie cote 633	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G12 : corps de la Descenderie Sainte-Marie cote 628	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 16)	3	1	16
Laprugne	Sainte-Marie	G12 : entrée de la Descenderie Sainte-Marie cote 628	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16
Laprugne	Suchers	G13 : entrée de la galerie des Suchers	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	5 (GPS)	3	1	11
Laprugne	Suchers	G13 : corps de la galerie des Suchers	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 17)	3	1	16
Laprugne	Gitenay	G14 : entrée de la galerie du Gitenay	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16
Laprugne	Gitenay	G14 : corps de la galerie du Gitenay	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	15 (Plan 12)	3	1	21
Laprugne	-	G15 : entrée de la galerie de la Besbre (hors concession)	1	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	1	11
Laprugne	-	G15 : corps de la galerie de la Besbre (hors concession)	1	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	1	11
Laprugne	Chevrier	G16 : entrée de la galerie Chevrier	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (rapport)	3	1	16
La Chabanne	Golliard	G17 : entrée de la galerie Golliard	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16

Nom de la commune	Localisation	Ouvrage	Ouverture (m) (hypothèse)	Largeur (m) (hypothèse)	Terrains non foisonnants (m)	Prédisposition retenue	Niveau de l'intensité	Niveau de l'aléa	Incertitude de localisation (m)	Incertitude du support Orthophoto (m)	Rayon de l'ouvrage (m) (hypothèse)	Emprise de l'aléa (m)
Saint-Clément	Rivières	G18 : entrée de la galerie Rivières	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	5 (GPS)	3	1	11
La Chabanne	Ramillard	G19 : entrée de la galerie Ramillard	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (GPS)	3	1	16
La Chabanne	Ramillard	G19 : corps de la galerie Ramillard	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	15 (Coupe)	3	1	21
La Chabanne	Ramillard	G20 : entrée de la galerie	1.8	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	0.75	11
La Chabanne	Ramillard	G20 : corps de la galerie	2	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	0.75	11
Laprugne	Vernin	G21 : entrée de la galerie	0.30	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	0.75	11
Laprugne	Vernin	G21 : corps de la galerie	1	1.5	2	peu sensible	modérée	faible	5 (DGPS)	3	0.75	11
Laprugne	Charrier	Travaux cote 684	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	Travaux cote 700	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Charrier	Travaux cote 708	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	10 (Plan 5)	3	1	16
Laprugne	Moulin Lacotte	G22 : entrée de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	50 (Plan A)	3	1	56
Laprugne	Moulin Lacotte	G22 : corps supposé de galerie	2	2	2	peu sensible	modérée	faible	50 (Plan A)	3	1	56

Annexe 4

Carte informative

(hors texte)

Annexe 5

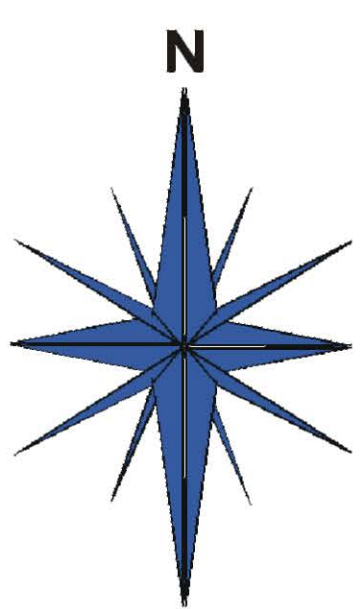
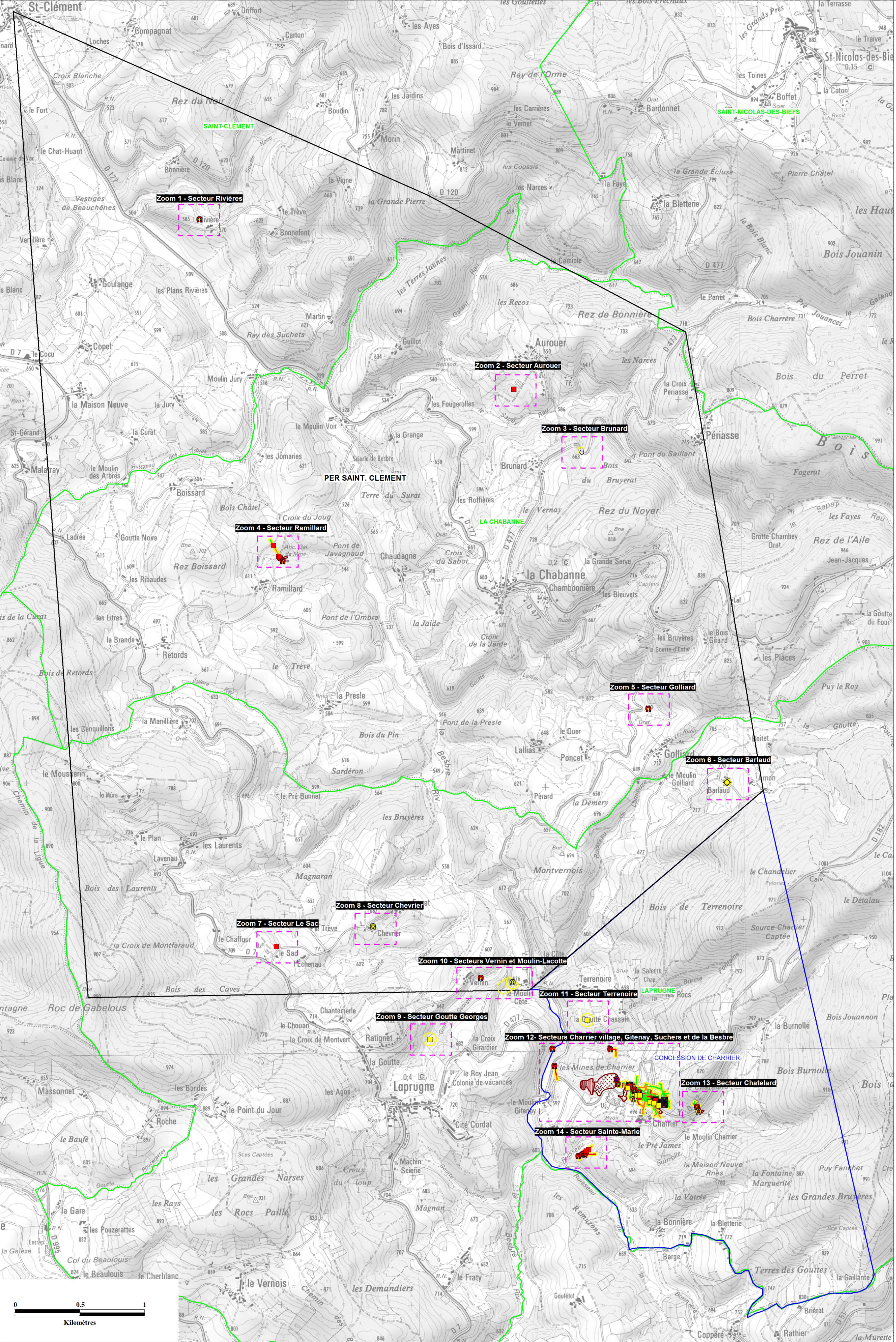
Carte des aléas « Tassement et Glissement superficiel»

(hors texte)

Annexe 6

Cartes de l'aléa
« Effondrement localisé »

(hors texte)



Anciennes exploitations de cuivre et plomb argentifère du district minier de Charrier en Allier (03)

Carte Informatrice

Annexe 4

Légende :

Points Remarquables

- Entrée de galerie matérialisée
- Entrée de galerie localisée
- Puits matérialisé
- Puits localisé
- Mine à ciel ouvert
- Désordre de surface
- Exhaure
- Sondage de reconnaissance

Travaux miniers

- Enveloppe des travaux souterrains localisés
- Zone potentiellement affectée par les travaux miniers
- Travaux miniers inférieurs à 15 m de profondeur
- Travaux miniers supposés inférieurs à 15 m de profondeur
- Travaux miniers situés entre 15 m et 30 m de profondeur
- Travaux miniers supérieurs à 30 m de profondeur

Limites administratives

- Amas
- Dépôt (résidu de laverie)
- Dépôt
- Altitude NGF
- Limite de commune
- Concession
- Permis de Recherche

Echelles

Carte de localisation : 1/ 15 000
Zooms : 1/ 2 000

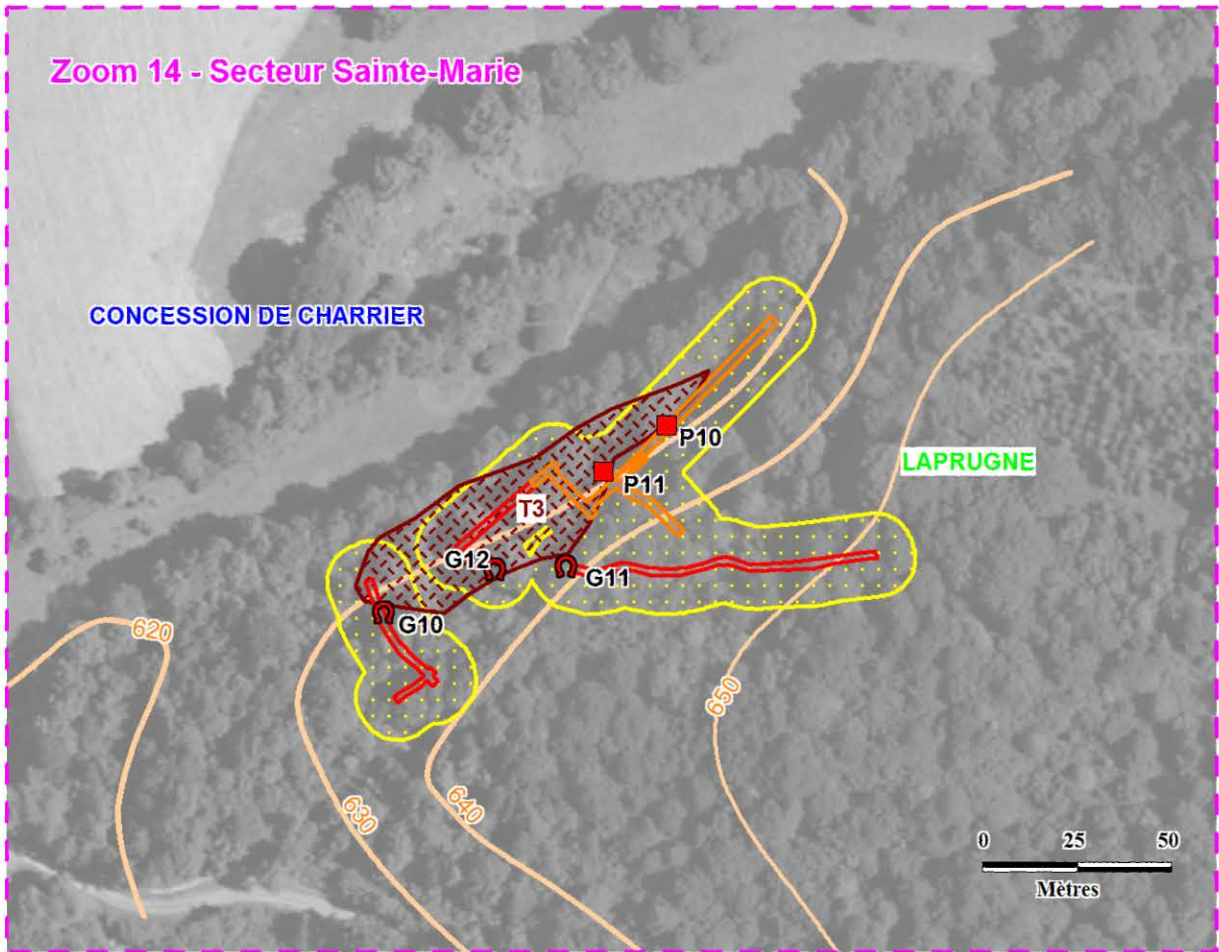
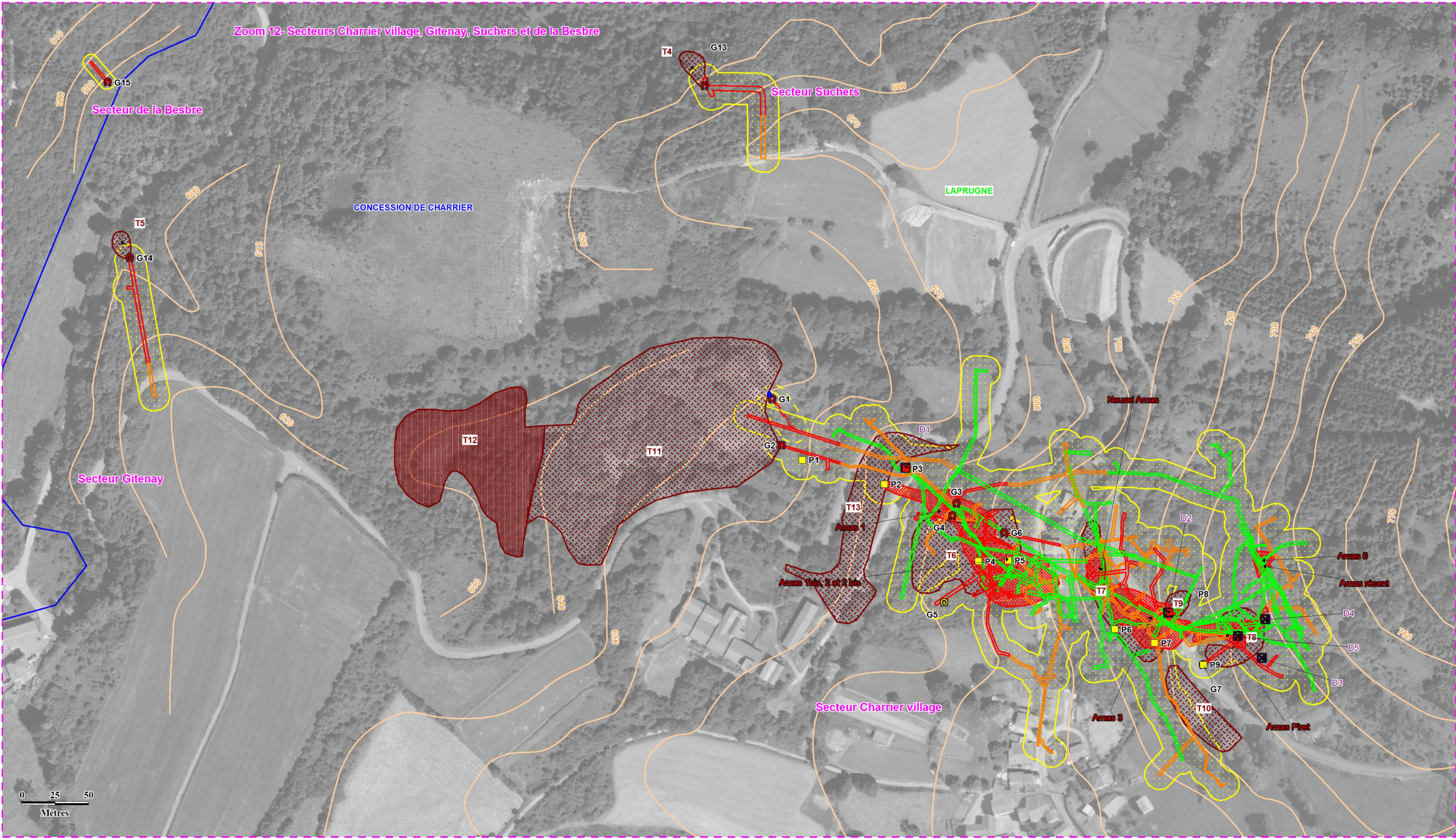
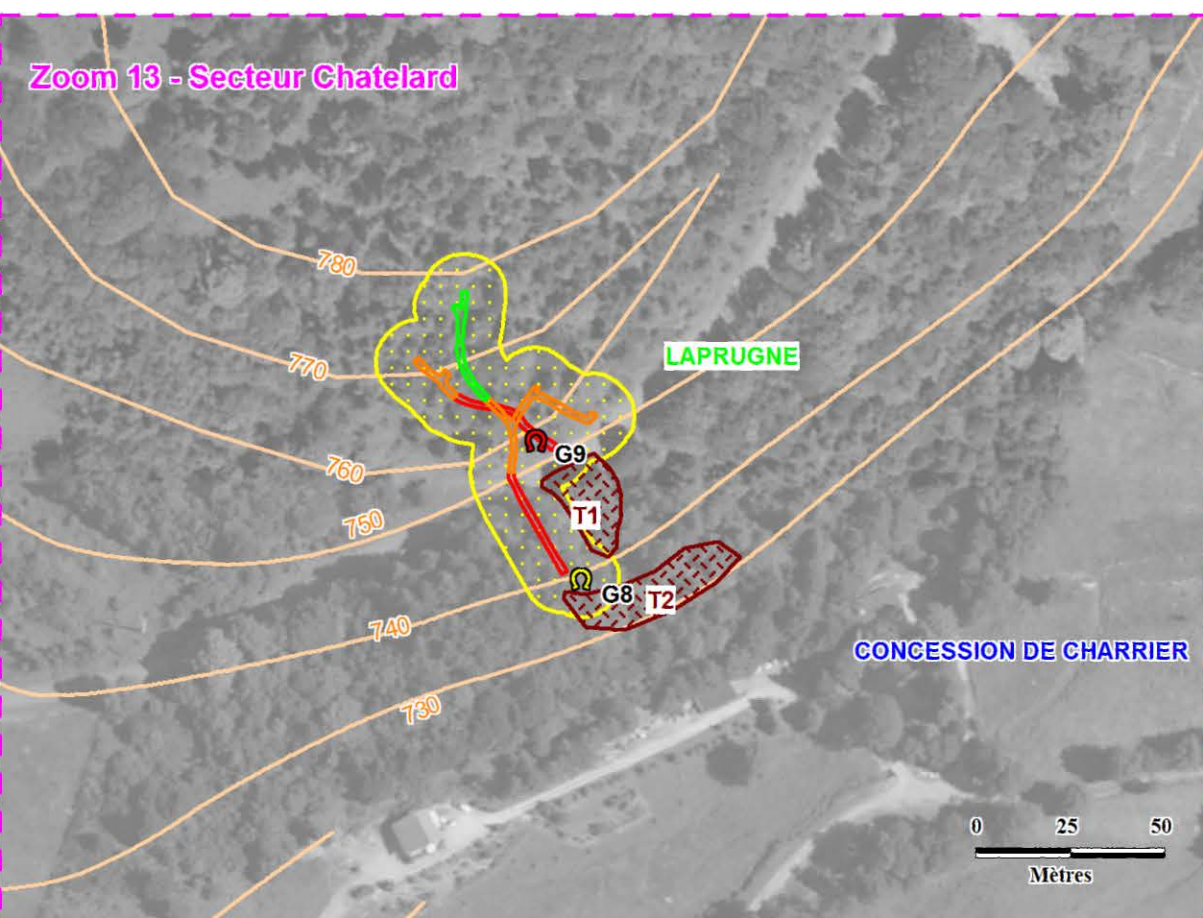
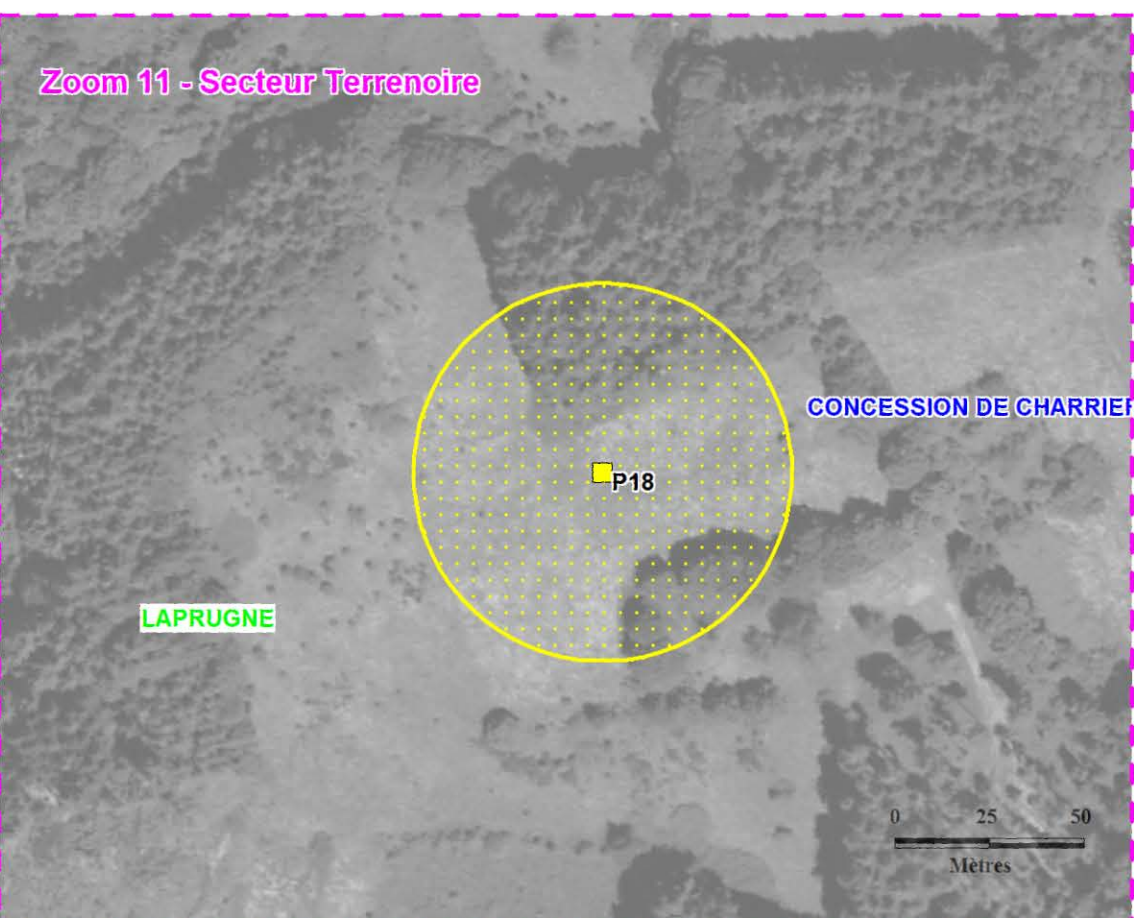
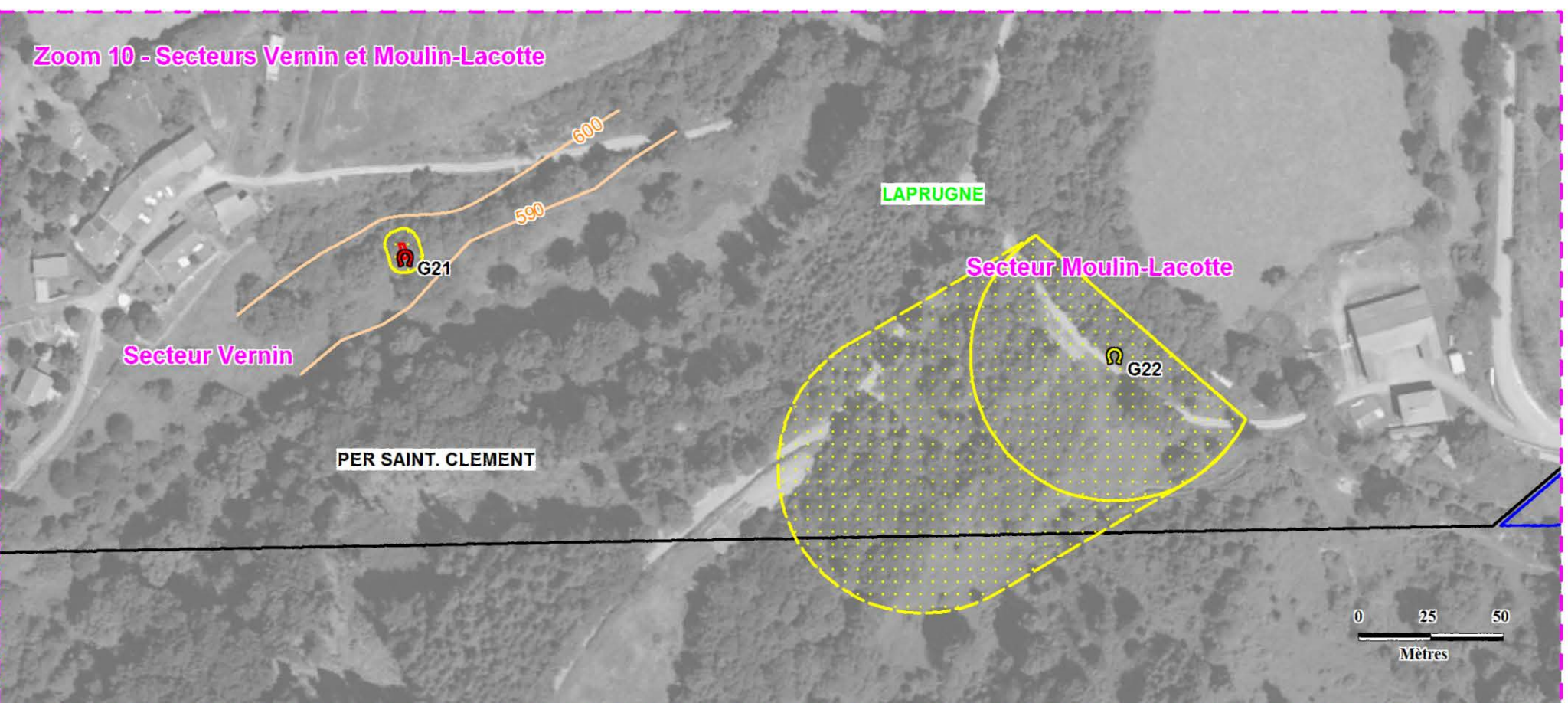
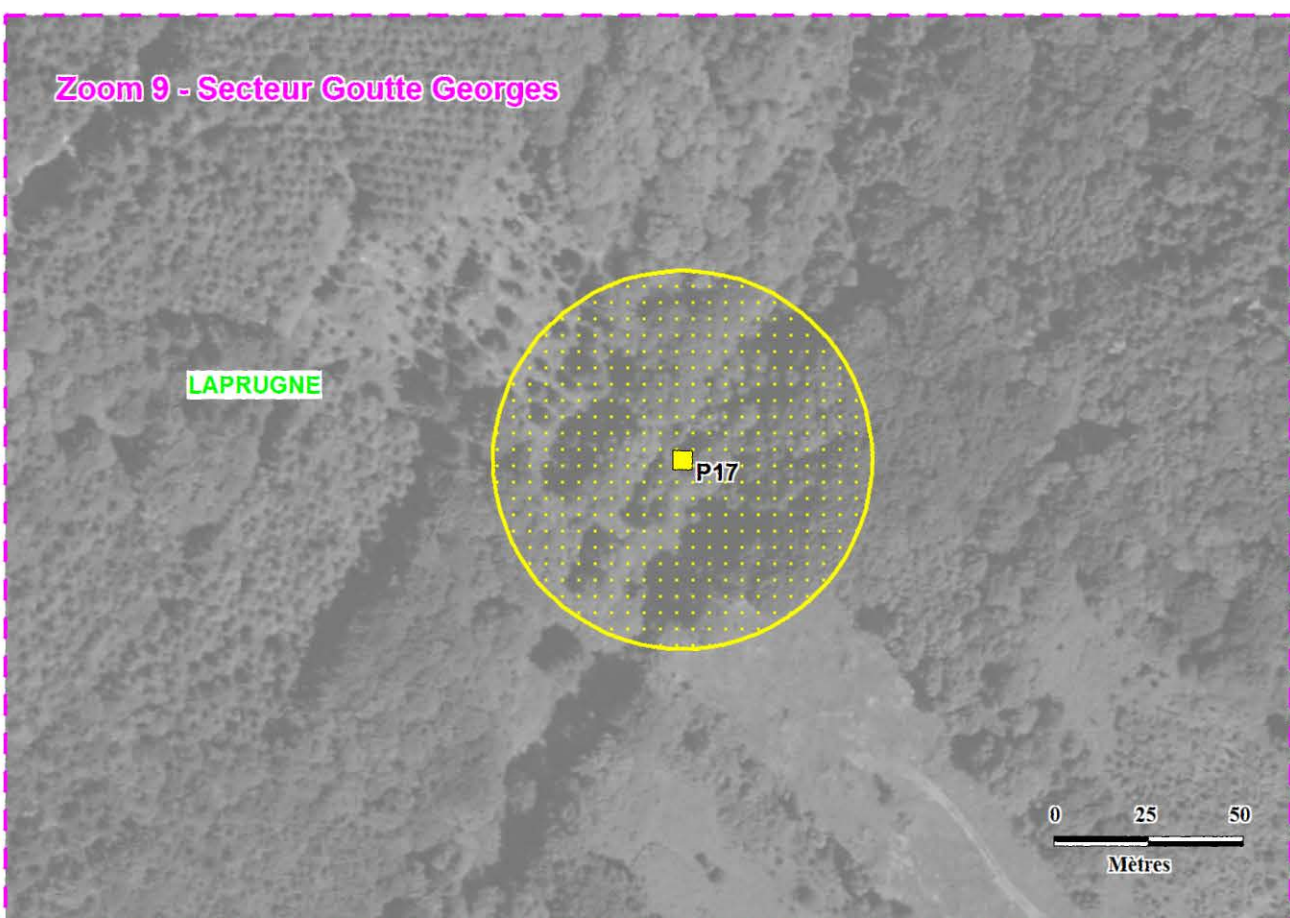
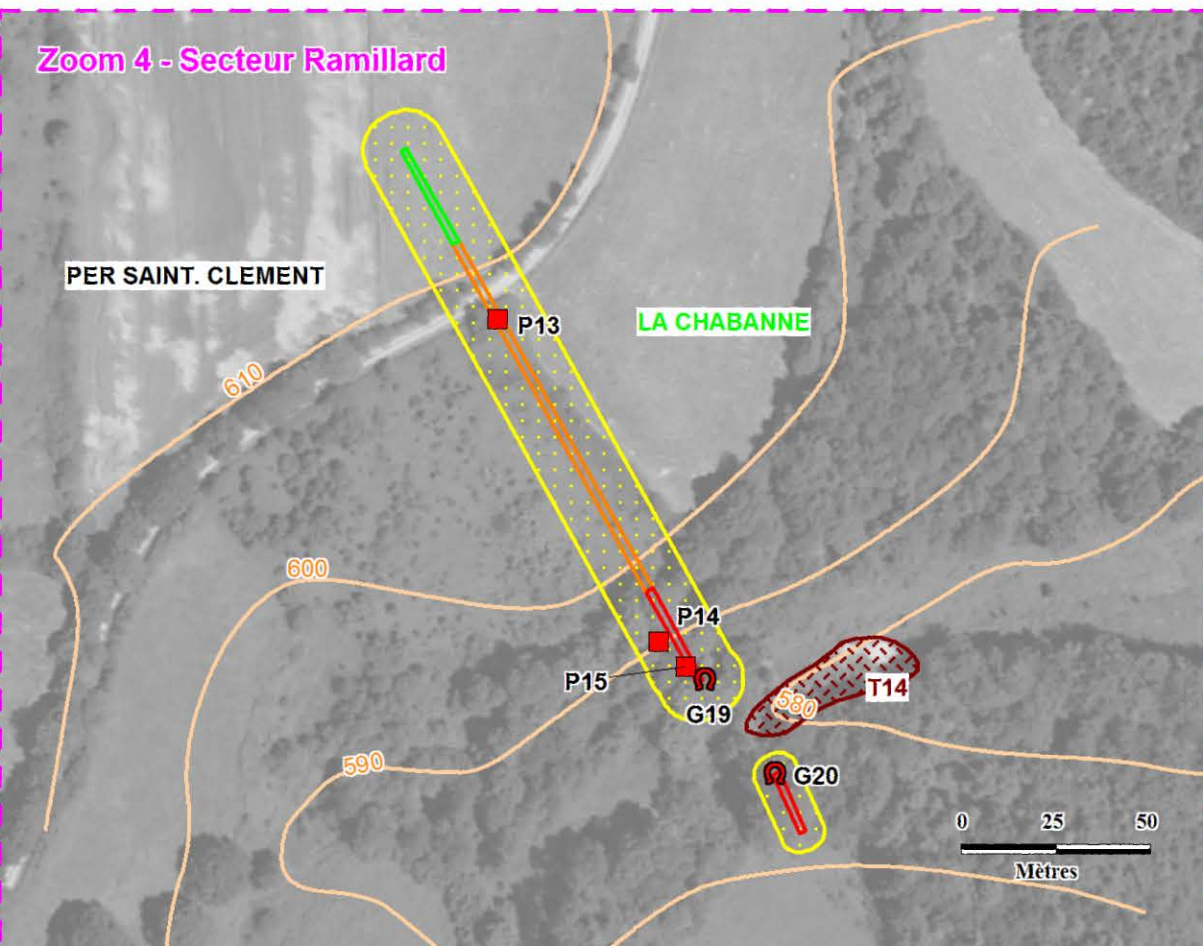
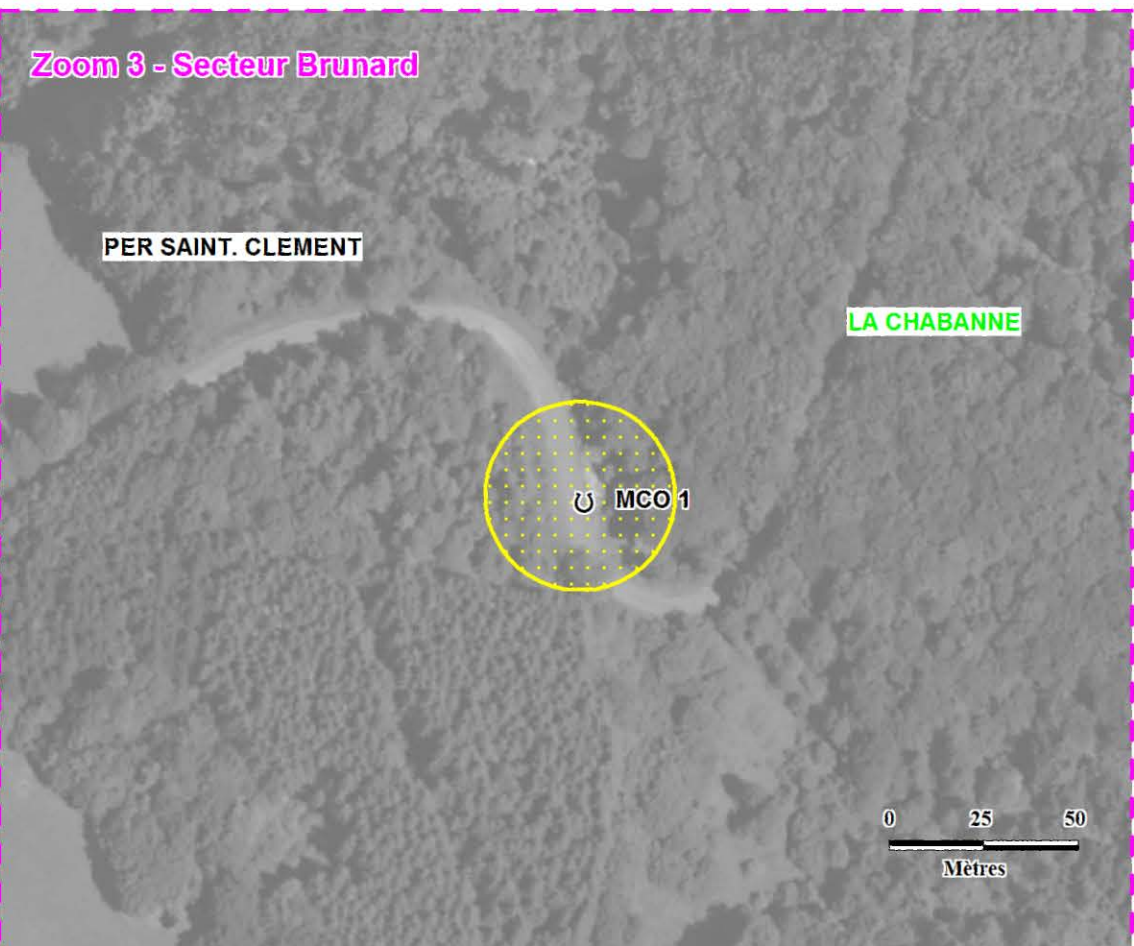
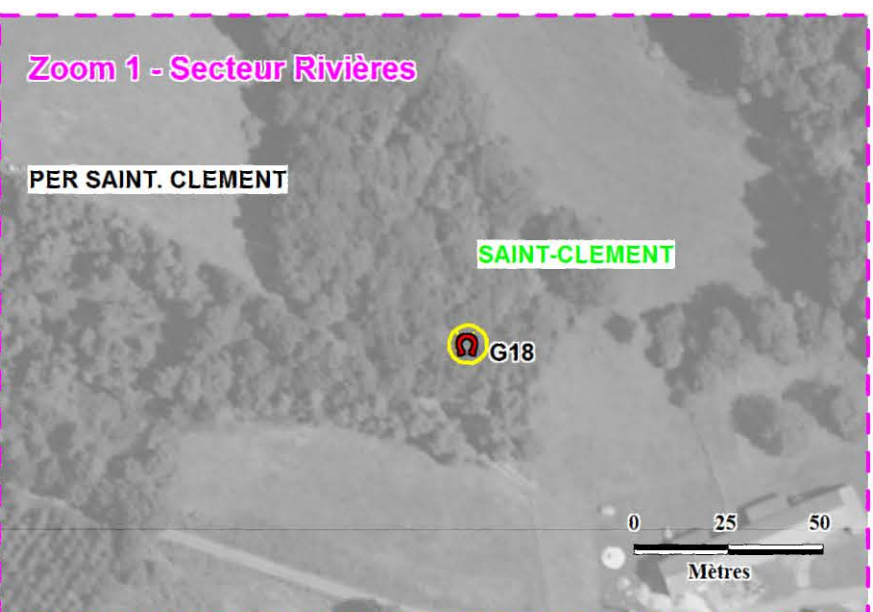
Fonds cartographiques :

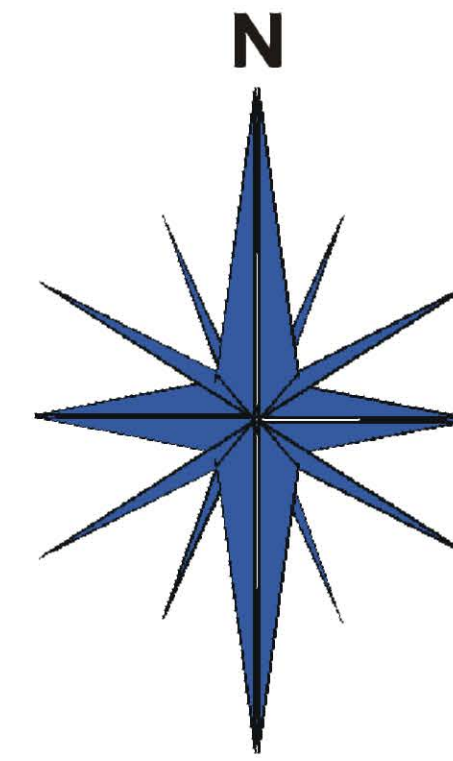
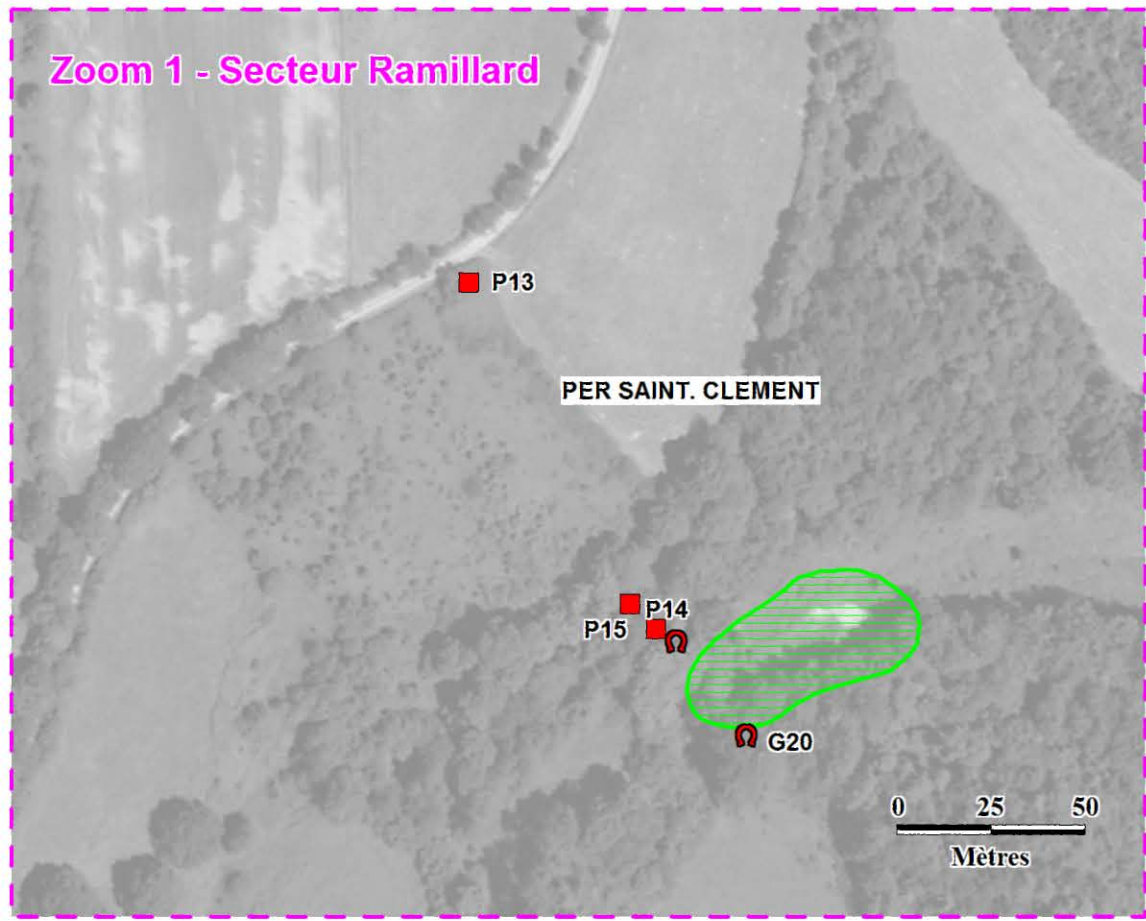
BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS S2015/049DE - 15AUV36050

Juin 2015

GEODERIS





Commune de LA CHABANNE (03)

Carte de l'aléa "Tassement"

Annexe 5

Légende :

Niveaux d'aléas

- Fort
- Moyen
- Faible

Types d'instabilités

- Tassement

Points Remarquables

- Entrée de galerie matérialisée
- Entrée de galerie localisée
- Puits matérialisé
- Puits localisé
- Sondage de reconnaissance

Limites administratives

- Limite de commune
- Concession
- Permis de Recherche

Echelles

Carte : 1 / 15 000
Zooms : 1 / 2 000

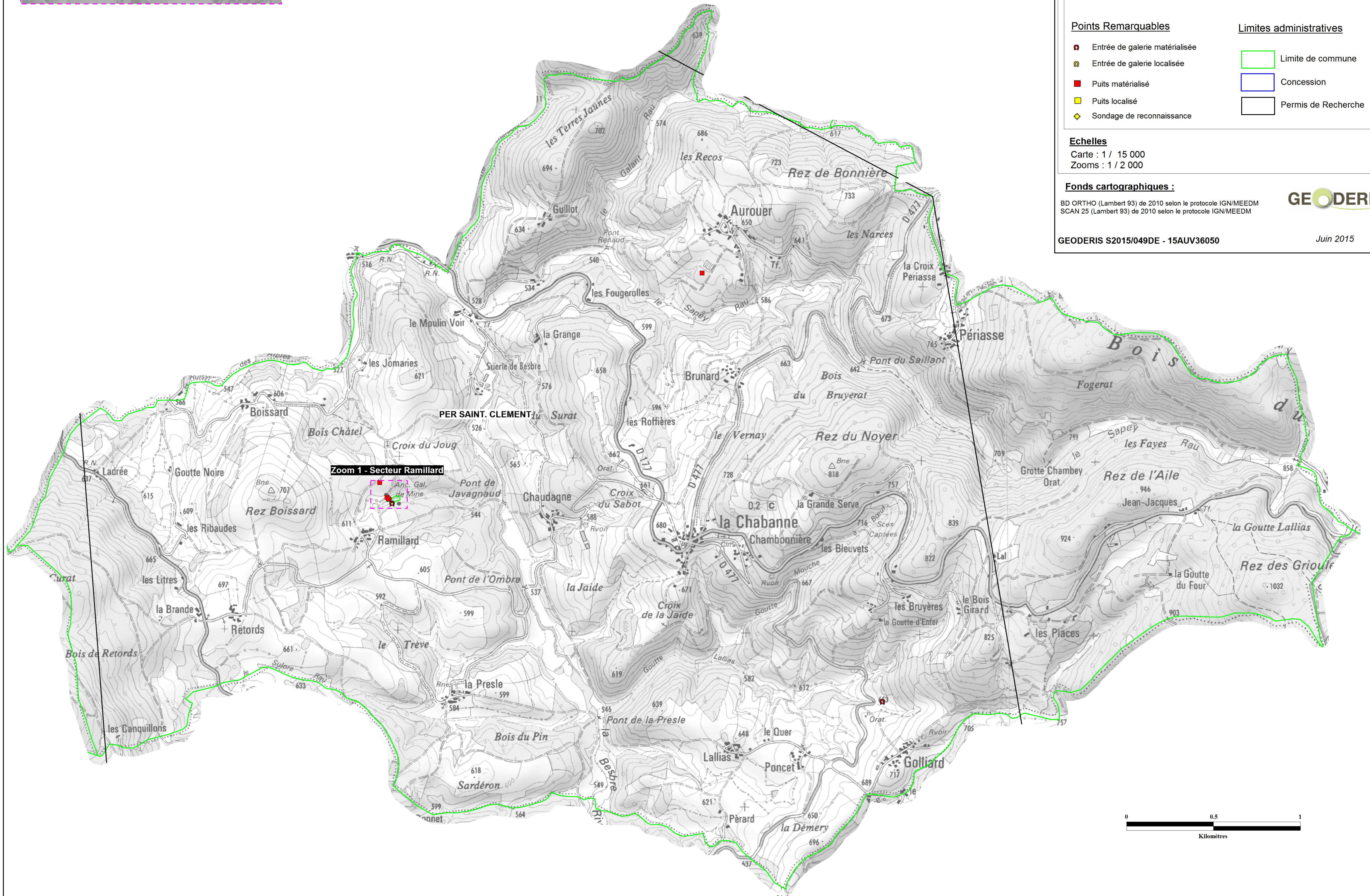
Fonds cartographiques :

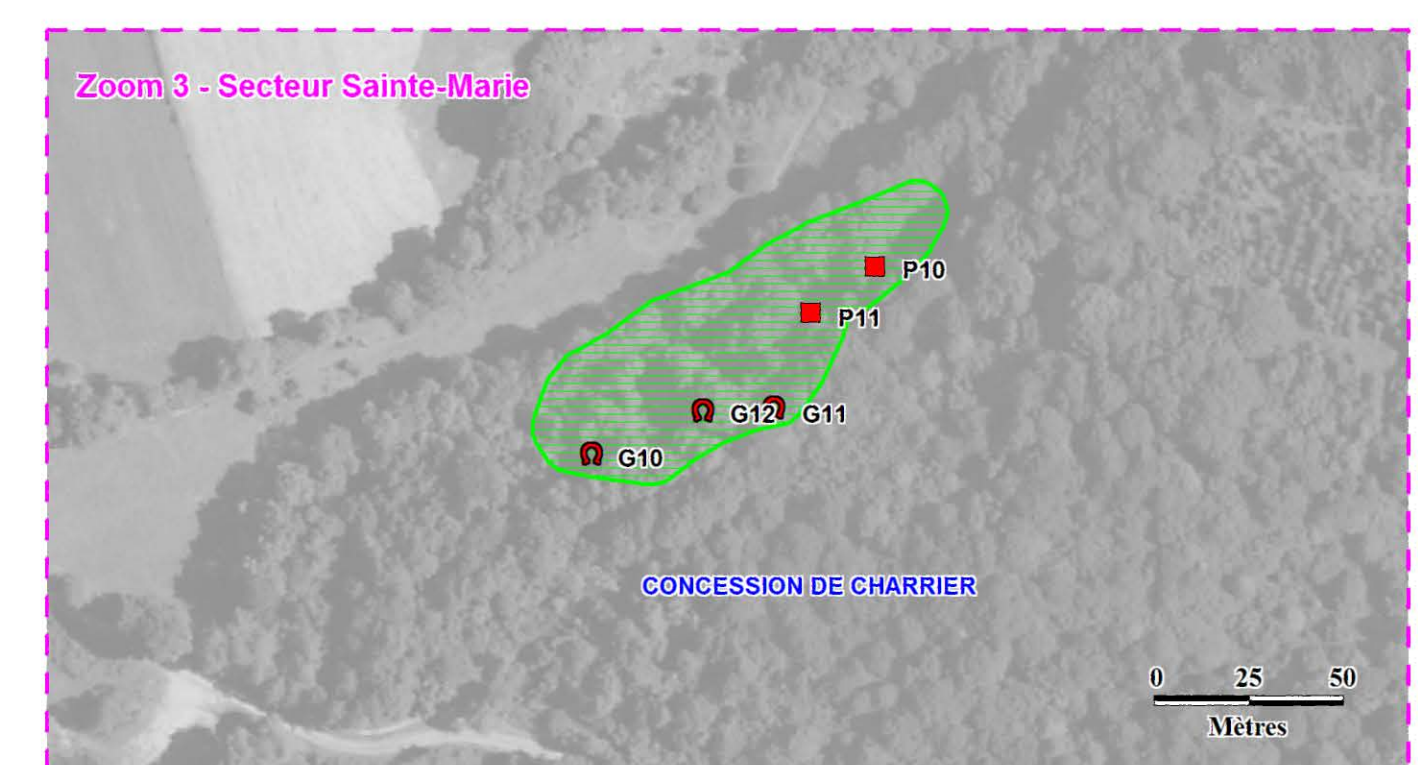
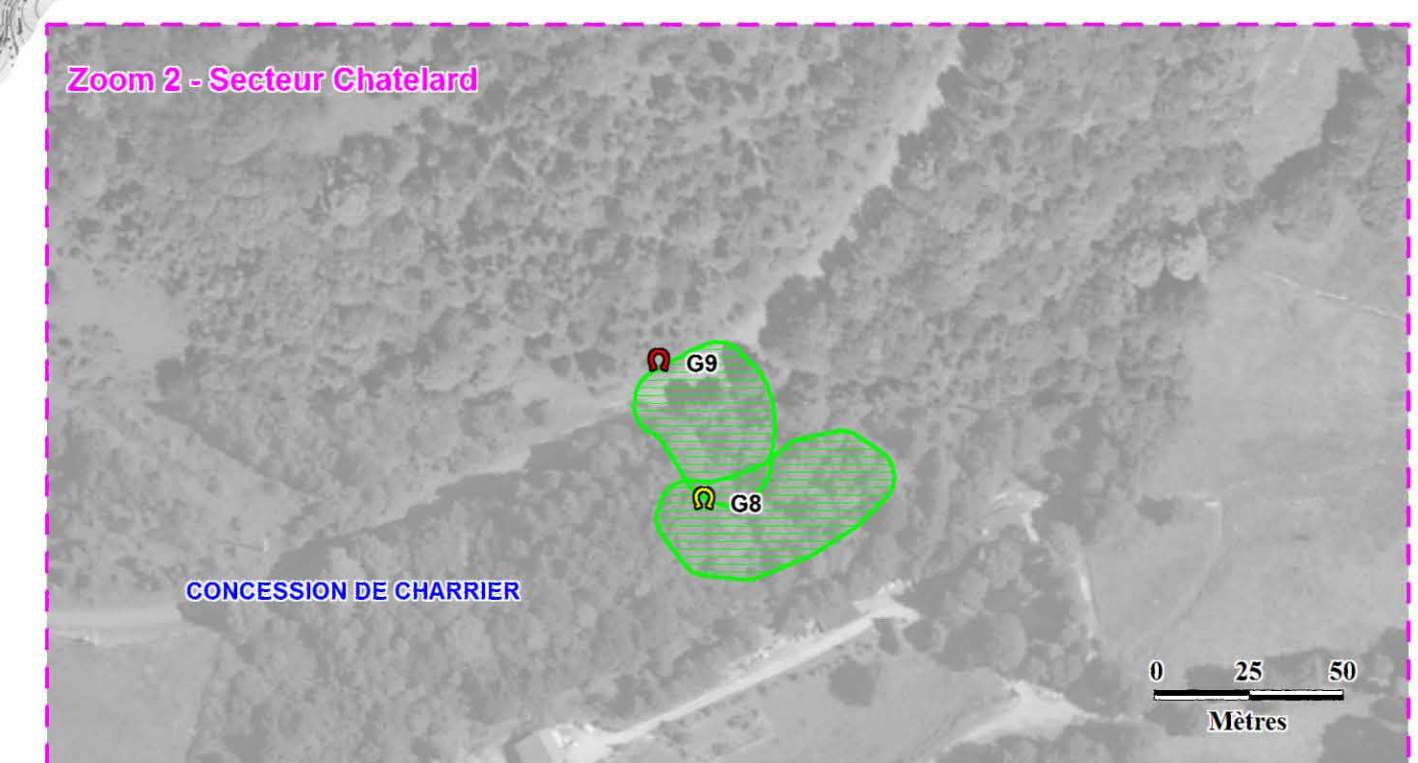
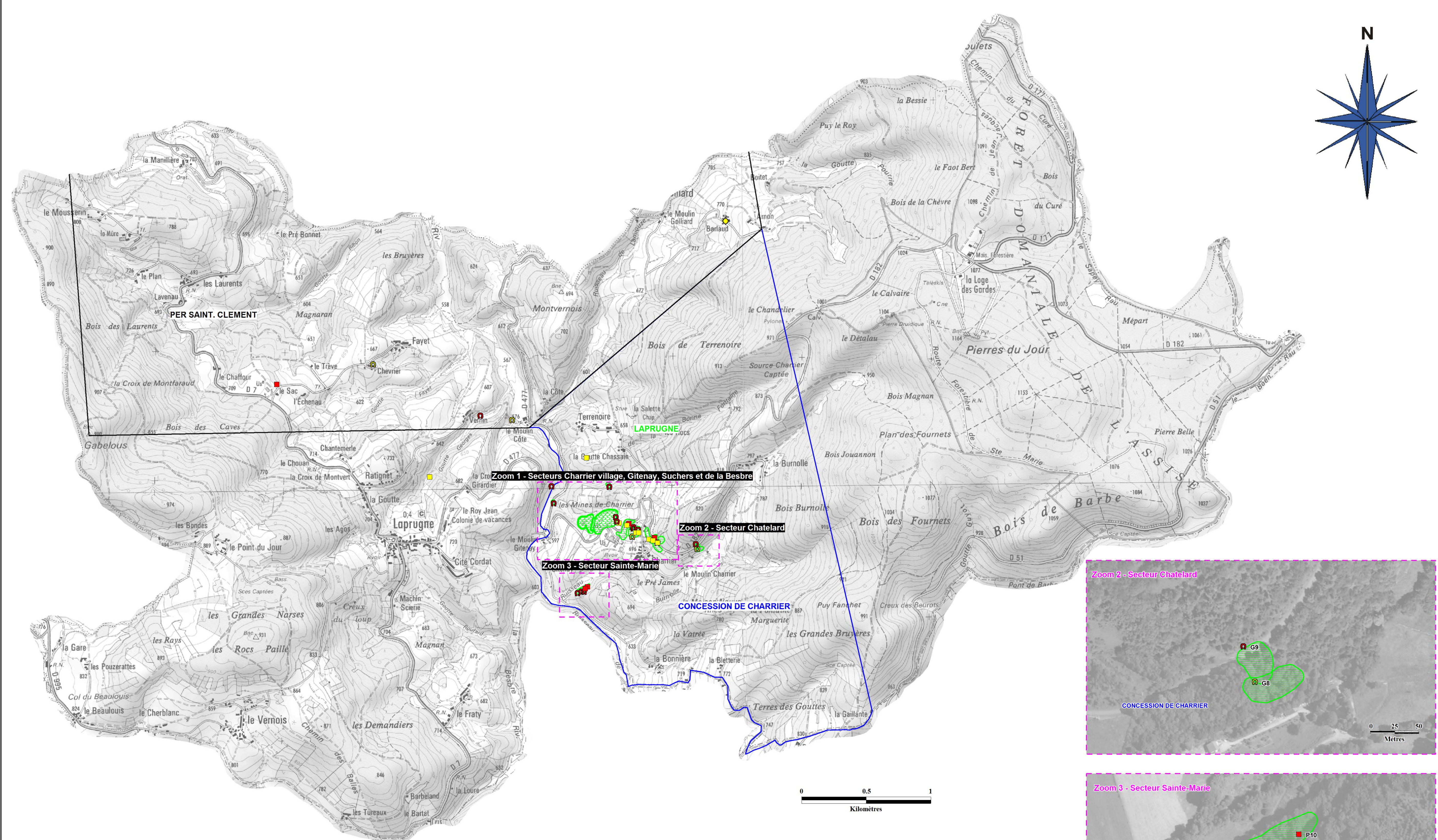
BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS

GEODERIS S2015/049DE - 15AUV36050

Juin 2015





Commune de LAPRUGNE (03)

Carte des aléas "Tassement et Glissement superficiel"

Annexe 5

Légende :

Niveaux d'aléas

Fort

Moyen

Faible

Types d'instabilités

Tassement

Glissement superficiel

Points Remarquables

Entrée de galerie matérialisée

Entrée de galerie localisée

Puits matérialisé

Puits localisé

Sondage de reconnaissance

Limites administratives

Limite de commune

Concession

Permis de Recherche

Echelles

Carte : 1 / 15 000

Zooms : 1 / 2 000

Fonds cartographiques :

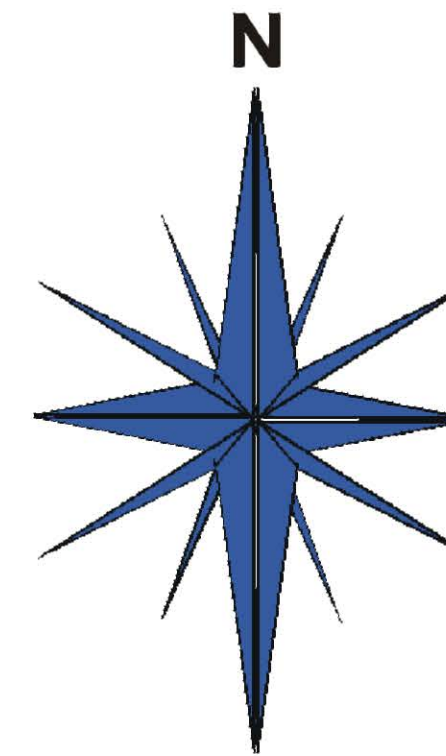
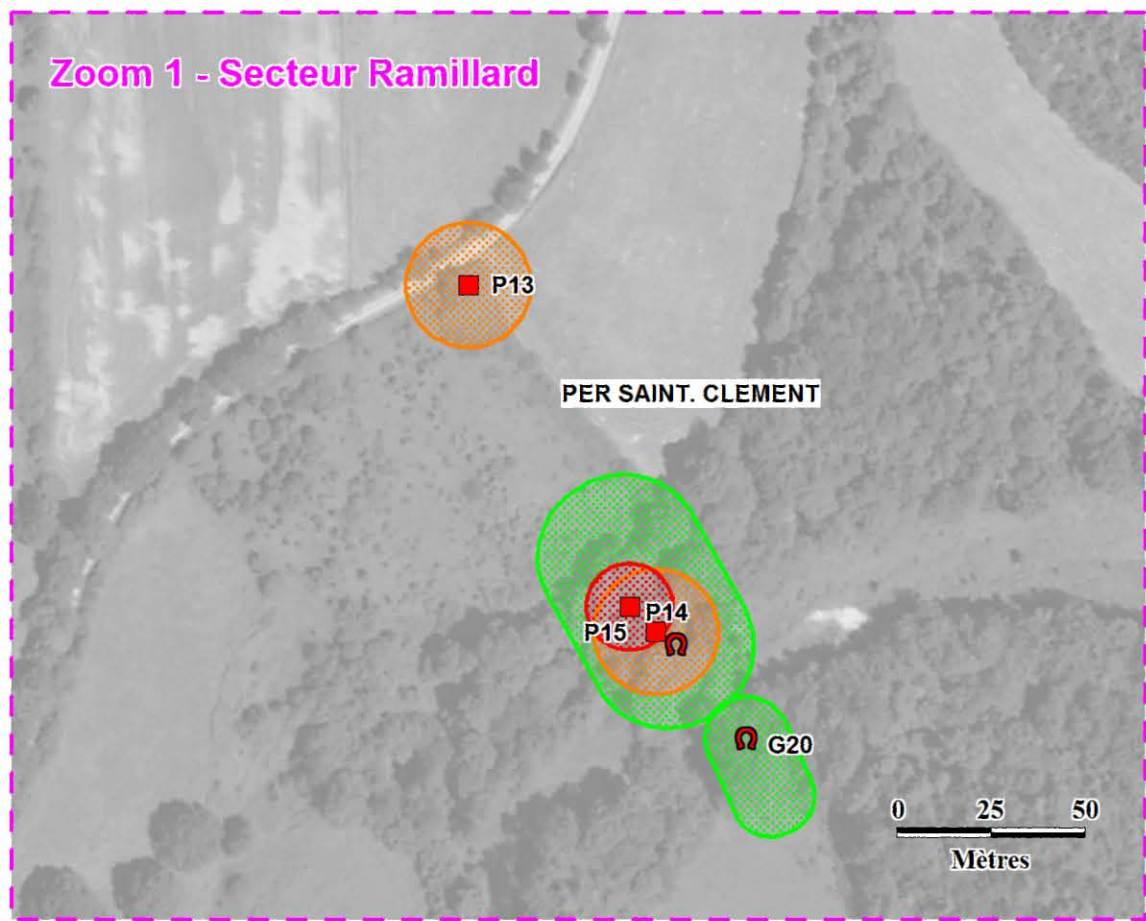
BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS

S2015/049DE - 15AUV36050

Juin 2015



Commune de LA CHABANNE (03)

Carte de l'aléa "effondrement localisé"

Annexe 6

Légende :

Niveaux d'aléas

- Fort
- Moyen
- Faible

Types d'instabilités

- Effondrement localisé

Points Remarquables

- Entrée de galerie matérialisée
- Entrée de galerie localisée
- Puits matérialisé
- Puits localisé

Limites administratives

- Limite de commune
- Concession
- Permis de Recherche

Echelles

Carte : 1 / 10 000
Zooms : 1 / 2 000

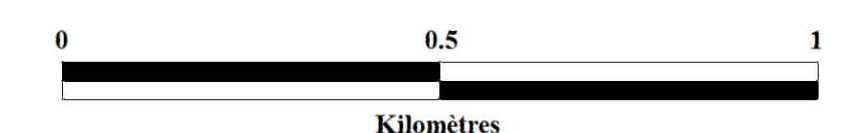
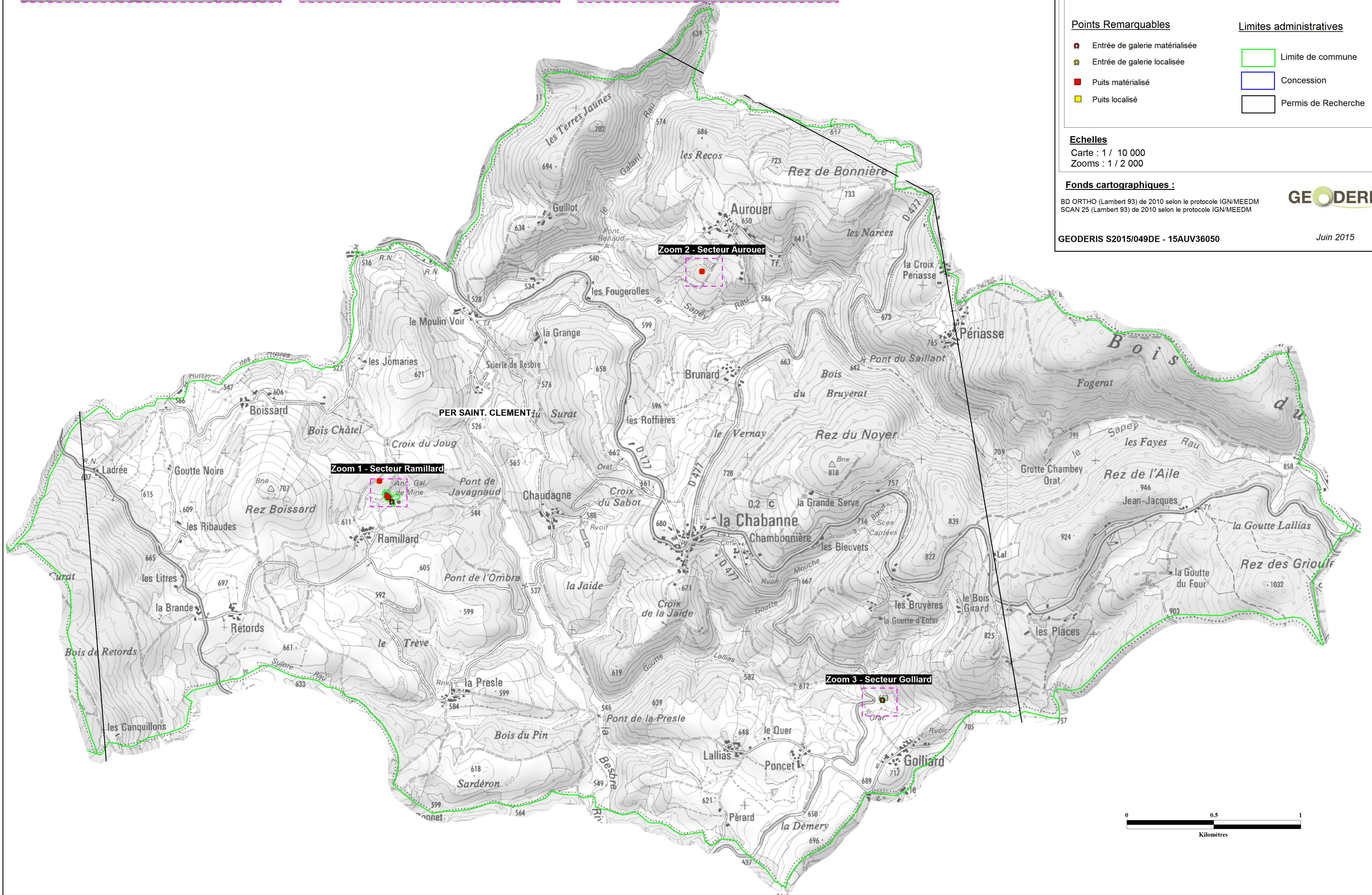
Fonds cartographiques :

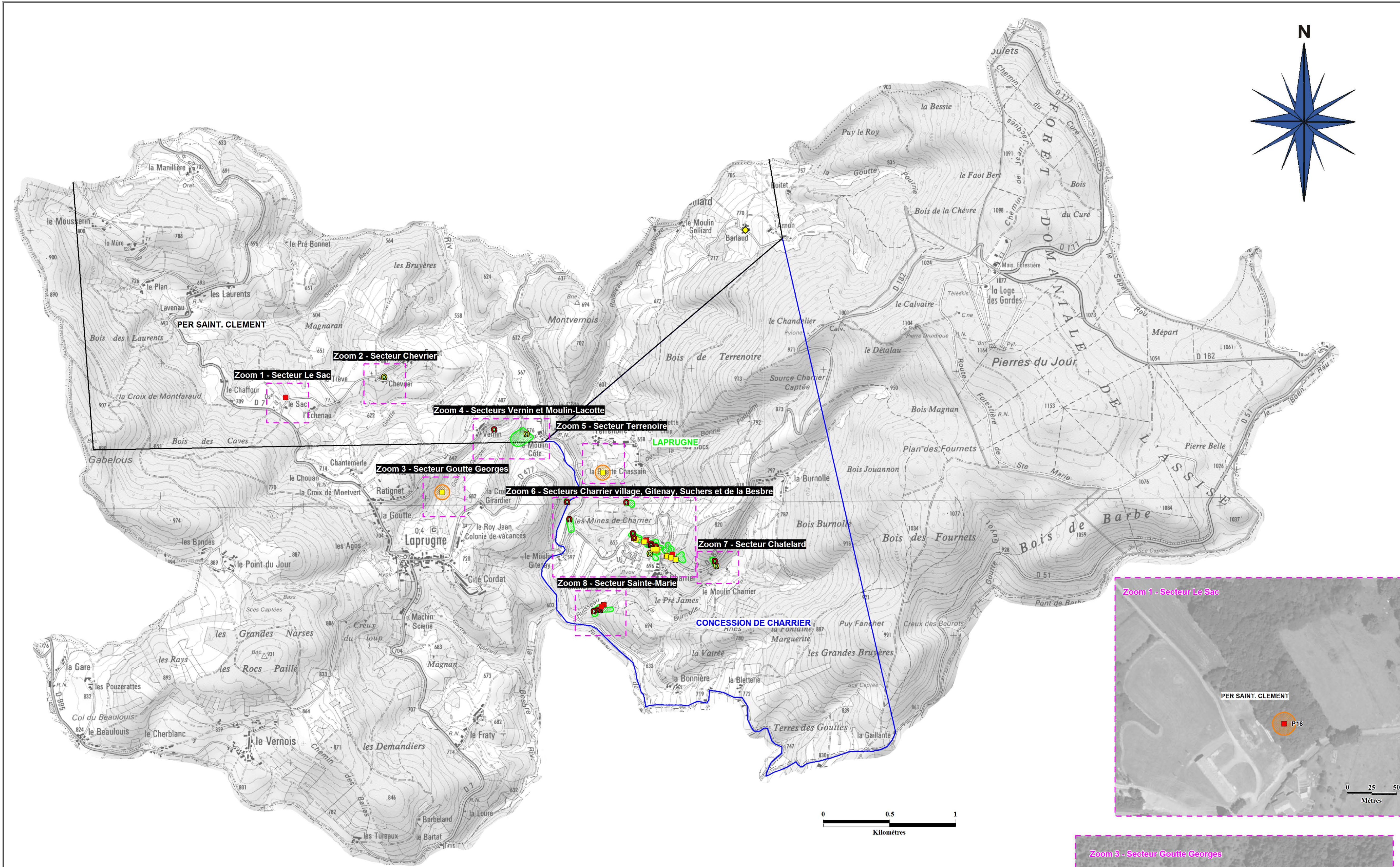
BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS

GEODERIS S2015/049DE - 15AUV36050

Juin 2015





Commune de LAPRUGNE (03)

Carte de l'aléa "effondrement localisé"

Annexe 6

Légende :

Niveaux d'aléas

Fort

Moyen

Faible

Types d'instabilités

Effondrement localisé

Points Remarquables

Entrée de galerie matérialisée

Entrée de galerie localisée

Puits matérialisé

Puits localisé

Sondage de reconnaissance

Limites administratives

Limite de commune

Concession

Permis de Recherche

Echelles

Carte : 1 / 15 000

Zooms : 1 / 2 000

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS

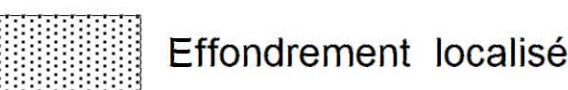
Juin 2015

Légende :

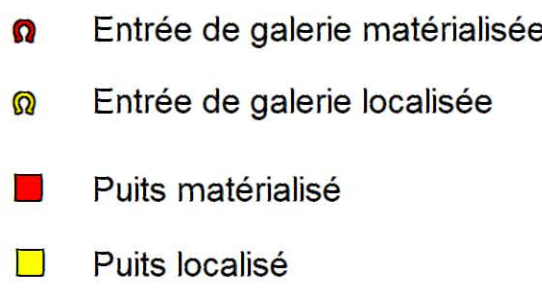
Niveaux d'aléas



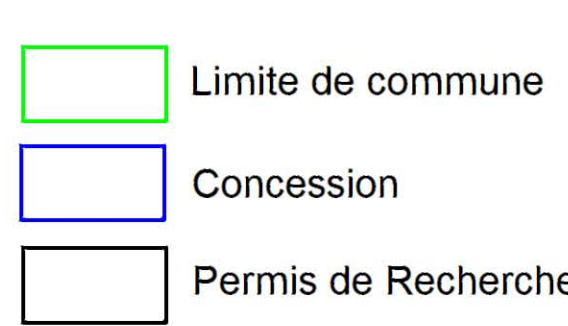
Types d'instabilités



Points Remarquables



Limites administratives



Echelles

Carte : 1 / 10 000
Zoom : 1 / 2 000

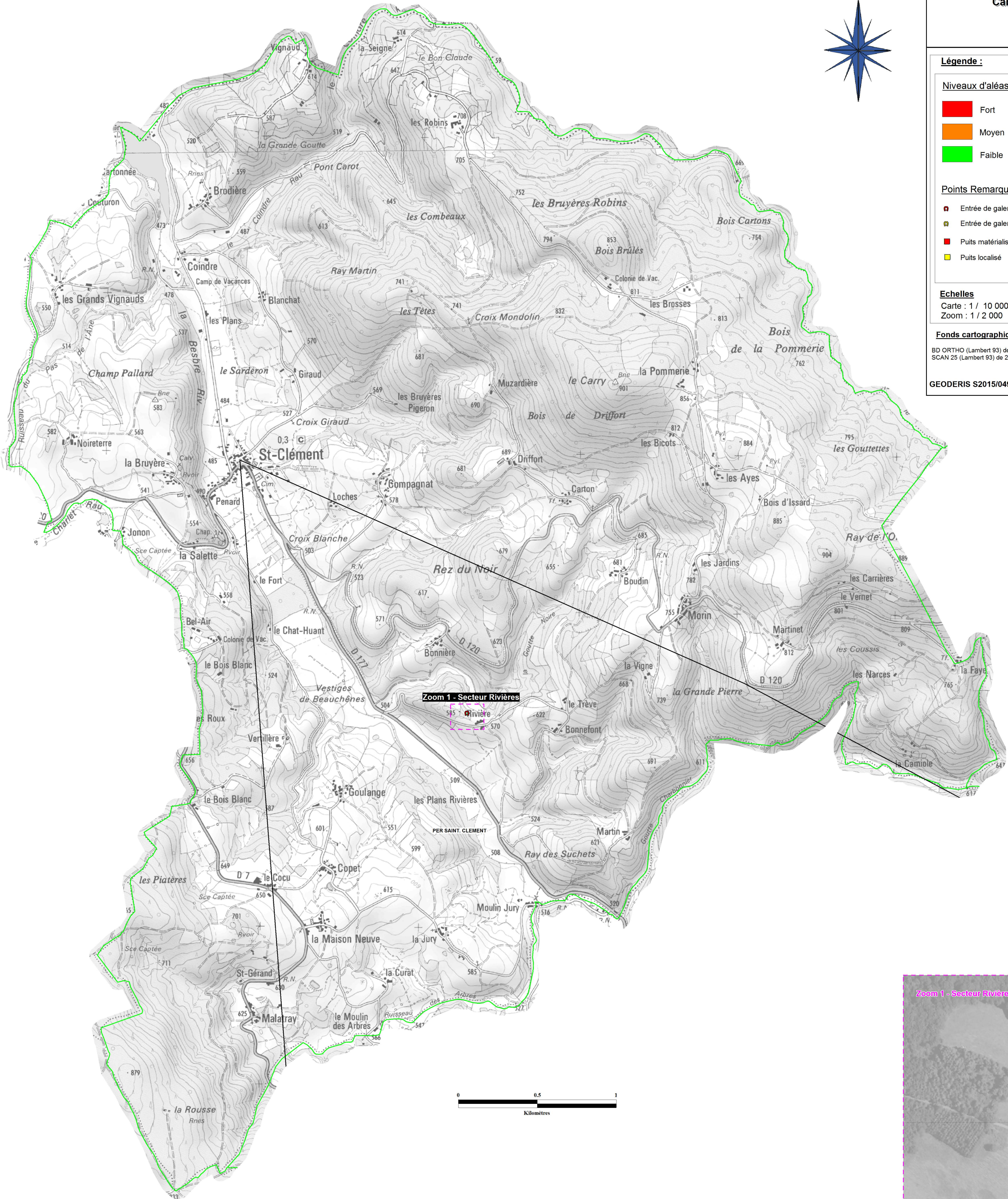
Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de 2010 selon le protocole IGN/MEEDM

GEODERIS

GEODERIS S2015/049DE - 15AUV36050

Juin 2015



Zoom 1 - Secteur Rivières

G418

PER SAINT. CLEMENT

0 25 50
Mètres