

Antenne SUD
40, rue de Pinville
CS 40045
34060 MONTPELLIER cedex 2
Tél : +33 (0)4 11 75 72 53

Exploitations minières de substances métalliques sur le secteur d'Auzat-Le Rancié (Ariège)

Evaluation et cartographie des aléas miniers

RAPPORT 2020/043DE – 20OCC22010

Date : 05/05/2020

Exploitations minières de substances métalliques sur le secteur d'Auzat-Le Rancié (Ariège)

Evaluation et cartographie des aléas miniers

RAPPORT 2020/043DE – 20OCC22010

Diffusion :

DREAL Occitanie
7 ex. papier (2 DREAL, 4 communes, 1 DDT)
8 CD (2 DREAL, 4 communes, 1 DDT, 1 Préfecture)

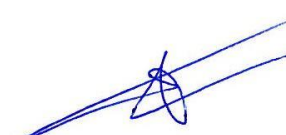
Nathalie HANNACHI
Philippe CHARTIER

Pôle Après-Mine sud

Philippe CHOQUET
Marie-Hélène BOUISSAC

GEODERIS

Rafik HADADOU

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	F. SAMARCQ	O. LEFEBVRE	T. DELAUNAY
Visa			

SOMMAIRE

1	Cadre et objectif	5
2	Définitions et méthodologie.....	6
2.1	Définitions : aléa et risque	6
2.2	Méthodologie	6
2.3	Modalité d’affichage des aléas	7
2.4	Définitions : ouvrages matérialisés/localisés/non localisés	7
3	Contexte des secteurs d’étude.....	8
3.1	Contextes géographique et géomorphologique	8
3.2	Contexte géologique	9
3.2.1	Géologies régionale et locale	9
3.2.2	Structure filonienne et minéralisation.....	10
3.2.2.1	Concession de Ranet.....	10
3.2.2.2	Concessions de Lercoul et du Rancié	11
3.2.2.3	Secteurs de Couloumié et Montgolier.....	11
3.3	Contextes hydrogéologique et hydrologique	15
4	Phase informative	17
4.1	Recherche d’informations	17
4.1.1	Consultation d’archives	17
4.1.2	Visites de terrain	18
4.2	Historique de l’activité minière, localisation des travaux et méthodes d’exploitation 21	
4.2.1	Concession du Ranet.....	21
4.2.1.1	Historique minier	21
4.2.1.2	Description et localisation des travaux	21
4.2.2	Concession de Lercoul.....	23
4.2.2.1	Historique minier	23
4.2.2.2	Description et localisation des travaux	24
4.2.3	Concession du Rancié	25
4.2.3.1	Historique minier	25
4.2.3.2	Description et localisation des travaux	26
4.2.3.3	Accidents connus à la mine du Rancié	28
4.2.3.4	Cas de la surveillance de la mine du Rancié	29
4.3	Caractéristiques d’exploitation	30
4.4	Production.....	31
4.5	Etat actuel des sites d’exploitation	33
4.5.1	Travaux miniers.....	33
4.5.2	Ouvrages débouchant au jour	33
4.5.3	Dépôts	34
4.5.4	Désordres observés en surface.....	35
4.5.5	Installations de surface.....	37
4.5.6	Gaz de mine et feux souterrains.....	37
4.5.7	Eléments environnementaux.....	37
4.5.8	Système d’information géographique	38
4.6	Cartographie informative.....	39
4.6.1	Représentation des travaux miniers	39
4.6.1.1	Travaux souterrains avérés sur la base des plans miniers	39
4.6.1.2	Zones potentiellement affectées par des travaux miniers	39
4.6.1.3	Travaux miniers souterrains non cartographiés	40
4.6.2	Incertitude de localisation	42
5	Phase évaluation des aléas	43
5.1	Identification des aléas retenus et écartés	43
5.1.1	Aléas écartés	43
5.1.2	Aléas retenus	44

5.2	Evaluation de l'aléa effondrement localisé	44
5.2.1	Effondrement localisé lié aux puits	46
5.2.1.1	Phénomènes redoutés	46
5.2.1.2	Configurations	47
5.2.1.3	Evaluation de la prédisposition	48
5.2.1.4	Evaluation de l'intensité	48
5.2.1.5	Evaluation du niveau d'aléa	49
5.2.2	Effondrement localisé lié aux galeries isolées	49
5.2.2.1	Phénomènes redoutés	49
5.2.2.2	Evaluation de la prédisposition	50
5.2.2.3	Evaluation de l'intensité	53
5.2.2.4	Evaluation du niveau d'aléa	54
5.2.3	Effondrement localisé lié aux zones potentiellement affectées par des travaux miniers	55
5.2.4	Effondrement localisé lié aux zones de travaux souterrains	55
5.2.4.1	Phénomènes redoutés	55
5.2.4.2	Evaluation de la prédisposition	56
5.2.4.3	Evaluation de l'intensité	57
5.2.4.4	Evaluation du niveau d'aléa	57
5.3	Evaluation de l'aléa tassement sur dépôts	57
5.4	Evaluation de l'aléa mouvement de pente de matériaux meubles	58
5.4.1	Evaluation de la prédisposition	58
5.4.2	Evaluation de l'intensité	59
5.4.3	Evaluation du niveau d'aléa	59
5.5	Evaluation de l'aléa mouvements de pentes rocheuses	59
5.5.1	Evaluation de la prédisposition	60
5.5.2	Evaluation de l'intensité	61
5.5.3	Evaluation du niveau d'aléa	61
5.6	Cartographie des aléas	61
5.6.1	Cartographie de l'aléa effondrement localisé	61
5.6.1.1	Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits	62
5.6.1.2	Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et travaux souterrains avérés et supposés	63
5.6.1.3	Cartographie de l'aléa tassement sur dépôts	66
5.6.1.4	Cartographie de l'aléa mouvement de pente de matériaux meubles	66
5.6.1.5	Cartographie de l'aléa mouvement de pentes rocheuses	67
6	Conclusion	69
7	Bibliographie	71

Mots clés : concession ; Le Rancié ; Ranet ; Auzat ; Goulier ; Lercoul ; Sem ; Siguer ; Vicdessos ; Val-de-Sos ; fer ; cuivre ; Ariège ; Occitanie ; aléas miniers

Préambule

Ce rapport s'appuie sur l'étude réalisée par l'INERIS pour GEODERIS intitulée :

« Etude détaillée des aléas mouvements de terrain du secteur de Auzat-Le Rancié (09) - Phase informative, évaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain - Rapport d'étude DRS-18-173356-08295A du 18/02/2019 »

Au fil du texte, les numéros entre crochets [] correspondent à des références bibliographiques explicitées en fin de rapport, avant les annexes.

Enfin, nous attirons l'attention sur l'utilisation du mot « minier » dans ce rapport qui est un terme générique et technique et n'a aucune signification d'ordre réglementaire ou juridique.

1 CADRE ET OBJECTIF

Le secteur minier d'Auzat-Le Rancié est situé dans le département de l'Ariège (09). Sur ce secteur, les travaux miniers concernent des substances métalliques (fer, cuivre). L'exploitation a commencé environ six siècles avant J.C, par des grattages de surface et s'est développée en souterrain entre les XIII^e et XX^e siècles, par le biais de galeries d'allongement, de travers-bancs et de courtes galeries de prospection. Les colonnes et lentilles minéralisées ont été exploitées par défilage vertical ou sur de forts pendages.

Les exploitations ont été menées, pour l'essentiel, sous couvert des trois concessions suivantes (Figure 1) :

- concession du Rancié pour fer (titre 09SM0027¹)
- concession de Ranet pour cuivre (titre 09SM0103)
- concession de Lercoul pour fer (titre 09SM0104)

L'emprise de la zone d'étude correspond au territoire de quatre communes concernées par ces titres miniers : Auzat, Lercoul, Siguer et Val-de-Sos².

A partir de la synthèse documentaire des données disponibles sur l'emprise de la zone d'étude et d'investigations de terrain, cette étude aboutit à la cartographie des aléas mouvements de terrains reliés à l'ensemble des anciennes exploitations connues sur l'emprise des communes concernées. Ces cartes sont établies sur des fonds topographiques (scan25®) et orthophotographiques (BD Ortho®, édition 2008) de l'IGN³.

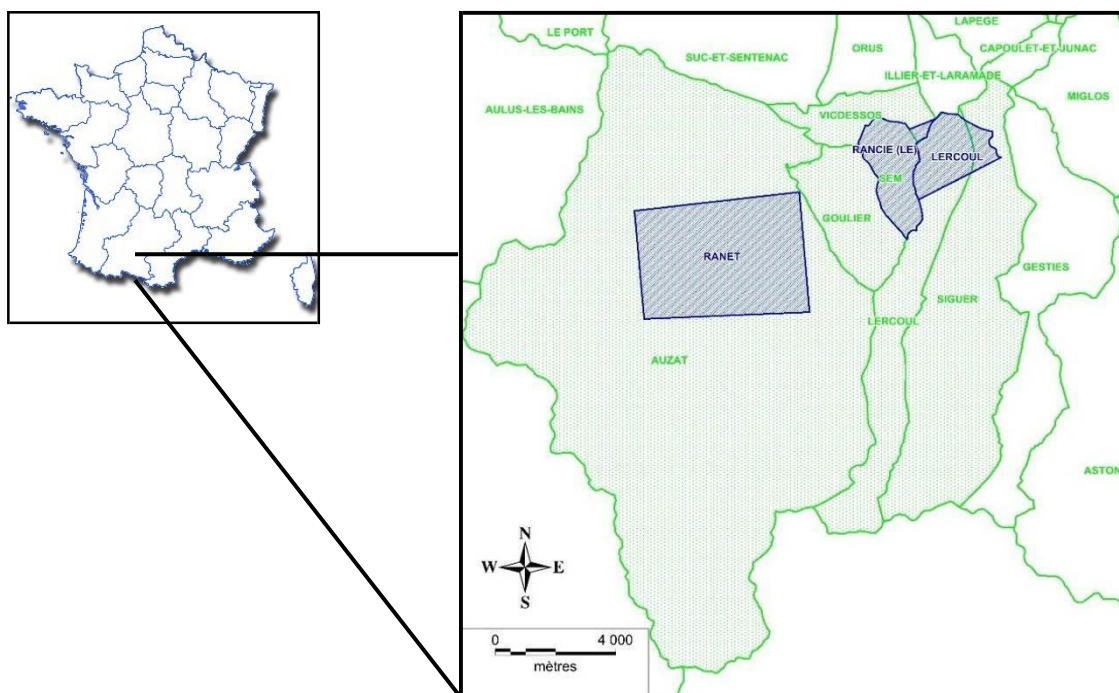


Figure 1 : Périmètre d'étude et titres miniers concernés
(en vert, les limites des communes / en bleu, les limites des titres miniers)

¹ Numéro de référence du titre dans la Base de Données des Sites et Titres Miniers (BDSTM) de GEODERIS

² La commune de Val-de-Sos regroupe, depuis le 1^{er} janvier 2019, les anciennes communes de Goulmier, Sem, Suc-et-Sentenac et Vicdessos

³ Institut National de l'Information Géographique et Forestière

2 DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

2.1 Définitions : aléa et risque

L'**aléa** est un concept qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène d'intensité qualifiable ou quantifiable, se produise sur un site donné. Dans le domaine du risque minier comme dans celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance, nommée ici prédisposition (Tableau 1).

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

Tableau 1 : Grille de croisement intensité/prédisposition

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'une intensité plus élevée 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 dans laquelle se trouve un enjeu en surface (habitation, infrastructure...).

2.2 Méthodologie

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers, conformément aux textes réglementaires. Le déroulement de l'étude des aléas s'appuie sur la démarche établie dans les guides méthodologiques d'élaboration des plans de prévention des risques miniers [1][2][3][4][5][6]. La réalisation d'une étude des aléas comprend deux phases successives, qui se traduisent chacune par un ou plusieurs documents cartographiques :

- ✓ **une 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 (ouvrages débouchant au jour, travaux souterrains, dépôts, désordres, etc.), l'ensemble s'appuyant sur une enquête de terrain. Le produit de cette phase est une carte informative, positionnant les différents éléments sur la BD Ortho® de l'IGN datant de 2008 (Annexe 6) ;

- ✓ **une phase d'évaluation des aléas.** Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes 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 datant de 2008 (Annexe 7).

Remarque : L'aléa gaz de mine n'a pas été étudié, et compte tenu de la substance exploitée, cet aléa n'est pas pertinent. Concernant l'aspect environnement, les concessions du Rancié et de Ranet ont été écartées en amont de la hiérarchisation effectuée dans le cadre de la DDIE⁴ (pas d'impact environnemental envisagé), compte tenu de l'absence de dépôt identifié dans le cadre de l'inventaire. Pour la concession de Lercoul, le dépôt pris en compte dans l'inventaire ne présente pas de risque significatif pour la santé humaine ou l'environnement.

2.3 Modalité d'affichage des aléas

La méthode de détermination et de tracé conduit à ce que, dans la zone d'étude, en dehors des zones ainsi déterminées et cartographiées, l'aléa est évalué comme nul.

2.4 Définitions : ouvrages matérialisés/localisés/non localisés

Les définitions des ouvrages débouchant au jour matérialisés et localisés sont issues de la circulaire ministérielle du 6 janvier 2012 (NOR : DEVP1134619C) relative à la prévention des risques miniers résiduels, à savoir :

- un ouvrage « matérialisé » : *ouvrage qui a effectivement été retrouvé en surface et dont les coordonnées ont pu être relevées au GPS ou dGPS ;*
- un ouvrage « localisé » : *ouvrage qui n'a pas été retrouvé sur le terrain mais dont les coordonnées sont connues (archives ou exploitant) et comportant une incertitude de positionnement.*
- un ouvrage « non localisé » : *ouvrage répertorié dans les archives qui n'a pas été retrouvé sur le terrain et qui n'a aucune coordonnée connue.*

Notons que les positions des ouvrages matérialisés ont été levées avec un dGPS. Leur incertitude de localisation est de l'ordre de 3 m à 5 m. Alors que les ouvrages localisés, qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain ont une incertitude de localisation variant entre 5 m et 10 m en fonction de la précision des informations disponibles.

⁴ Directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive : inventaire des sites concernés par des dépôts pouvant présenter des impacts sanitaires et environnementaux au titre de l'article 20 de la directive 2006/21/CE

3 CONTEXTE DES SECTEURS D'ETUDE

3.1 Contextes géographique et géomorphologique

La zone d'étude est localisée dans le département de l'Ariège, au sud de la vallée de Vicdessos, à une centaine de kilomètres au sud de Toulouse et à une vingtaine de kilomètres au sud de Foix. L'ensemble des exploitations étudiées s'étend du nord au sud sur une longueur d'environ 7 km et, d'est en ouest, sur une largeur d'environ 12 km. La globalité du secteur étudié intéresse quatre communes : Auzat, Lercoul, Siguer et Val-de-Sos⁵ (Figure 1).

Le relief de la zone est montagneux avec de forts dénivelés. L'altitude varie de +700 m NGF dans les vallées à près de +1700 m NGF, notamment au droit de la concession du Rancié. Les exploitations se concentrent, pour la plupart, dans des zones très peu urbanisées (Photo 1). Le paysage naturel se caractérise principalement par des forêts.

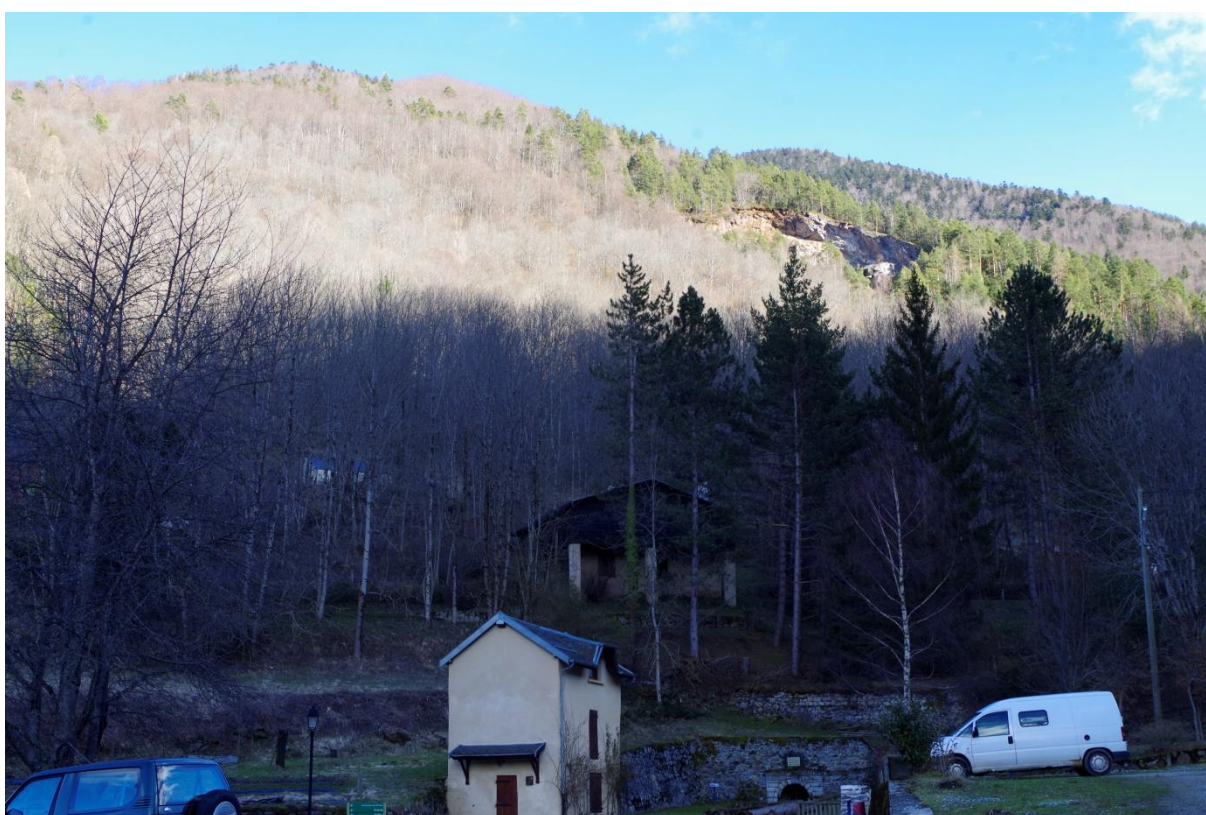


Photo 1 : Vue de la mine du Rancié depuis le parking du village de Sem, concession du Rancié

⁵ La commune de Val-de-Sos regroupe, depuis le 1^{er} janvier 2019, les anciennes communes de Goulier, Sem, Suc-et-Sentenac et Vicdessos

3.2 Contexte géologique

3.2.1 Géologies régionale et locale

La chaîne des Pyrénées est le résultat d'une phase de soulèvement tectonique au début de l'ère tertiaire dont l'axe principal suit une direction est-ouest. Le département de l'Ariège est adossé à la chaîne des Pyrénées, approximativement en son centre.

Le secteur étudié et les zones concernées par les travaux miniers sont composés de terrains paléozoïques (étages Ordovicien, Silurien et Dévonien [14]). Les formations rencontrées sur la zone d'étude sont les suivantes (de bas en haut) :

- granite à muscovite (Y1) : amas lenticulaire de leucogranite. Il est généralement interstratifié et épouse le détail des déformations des roches encaissantes ;
- calcaires et schistes ordoviciens (S4 – Caradoc) : calcschistes à lits calcaires centimétriques alternant avec des lits équivalents de schistes fins et durs, parfois associés à des grès blancs et noirs ;
- schistes siluriens (S5 – Gothlandien) : schistes noirs à intercalations carburées. Ces intercalations ont un faciès de schistes graphiteux, pyriteux et alunifères (ampélites) ;
- schistes et calcaires du dévonien inférieur et moyen (d3-1 et d3-1c) : formation essentiellement schisteuse avec d'épaisses intercalations calcaires discontinues. Leur stratigraphie et épaisseurs sont mal définies ;
- calcaire marmorisé et inférieur du Lias (l3-1m et l3-1) : dans la bande synclinale du Vicdessos, les calcaires du Lias inférieur ont été transformés par le métamorphisme en marbres saccharoïdes à minéraux. Le Lias inférieur comprend : une assise supérieure de calcaires finement cristallins, gris ou rosés, beige à la cassure, souvent rubanés, parfois oolithiques, par place associés à des dolomies calcareuses, et une assise inférieure de brèches calcaires généralement rose jaunâtre, de brèches dolomitiques et de calcaires vacuolaires ;
- dolomies marmorisées et dolomies jurassiques (jm et j – Malm et Dogger) : dolomies atteintes par un métamorphisme et recristallisées et dolomies fétides généralement noires, parfois brunes ou rosées, grossièrement cristallines, de puissance variable ;
- calcaires urgo-aptien (n6-5) : les calcaires aptiens de faciès urgonien sont des calcaires compacts, de teinte généralement gris clair ;
- calcaires et marnes Albien et Aptien supérieur (c1) : ce complexe de plus de 300 m de puissance se compose de calcaires marneux noirs, calcaires grésophylliteux, marnes calcareuses et de marnes schisteuses noires ;
- dépôts glaciaires (G) : placages morainiques ;
- cônes de déjection (J) : alluvions anciennes et récentes ;
- éboulis (E) : éboulis clastiques et dépôts de remaniement morainique.

Ces trois dernières formations se situent à des altitudes diverses mais occupent préférentiellement les fonds de vallons et la base des pentes.

La Figure 3 présente la géologie locale :

- le site de Ranet se trouve dans les terrains ordoviciens (S4c). Suite à la visite de terrain, les calcschistes représentant cet étage apparaissent massifs et peu altérés ;
- le site de Couloumié, à l'ouest du village d'Auzat, se trouve dans les terrains granitiques ;
- le site de Lercoul se trouve dans les terrains du Dévonien (d3-4c, Photo 2 et Photo 3). Ponctuellement, les galeries d'exploitation et d'exhaure les plus récentes ont également été creusées au sein des éboulis (E) ;
- le site du Rancié se trouve également dans les terrains du Dévonien (d3-4c). Les galeries d'exhaure les plus basses débouchent au droit des dépôts morainiques (G).



Photo 2 : Affleurement calcaire à proximité des travaux de Benazet, concession de Lercoul



Photo 3 : Affleurement en amont des travaux de La Canale, concession de Lercoul

Les sites du Rancié et de Lercoul se développent au sein du même étage géologique. Les calcaires dévoniens sur les sites étudiés sont massifs, diaclasés, sans stratification clairement visible. Les procès-verbaux de visite de mine indiquent que le minerai rencontré sur ces sites diffère peu. Le gisement d'hématite appartient à « *une série de gîtes de fer distribués de distance en distance dans les calcaires dévoniens sous forme de filons et petits amas stratoïdes réguliers* » [14].

3.2.2 Structure filonienne et minéralisation

3.2.2.1 Concession de Ranet

D'après le rapport de mise en adjudication de la concession de cuivre de Ranet, « *le gisement est constitué par une imprégnation des schistes graphiteux du silurien, au contact d'un filon de quartz. Ce filon presque vertical, très régulier, coupe à angle droit la vallée d'Auzat, au sud d'Auzat. Il affleure sur plus de 3 kilomètres, sa direction est d'environ N75°E⁶. La minéralisation est dispersée dans les schistes, elle est constituée par des veines et des lentilles de pyrite cuivreuse avec gangues de calcite* ».

⁶ Les orientations (direction) des filons, fournies par les archives, n'étant pas normalisées, il a été choisi, pour faciliter la lecture, de retranscrire ces valeurs dans une même unité de direction : NXX°E. Dans le cas présent, la donnée d'archive était « E15°N » et a été transformée en « N75°E »

Les travaux de la concession de Ranet portent sur un gîte de pyrite de fer cuivreux présenté sous forme de veines et petites lentilles disséminées dans un filon de quartz de puissance de 1 m à 1,20 m dirigé est-ouest (N110°E à N115°E) avec une inclinaison proche de la verticale vers le sud. Les épaisseurs des lentilles varient de 0,02 m à 0,4 m.

3.2.2.2 Concessions de Lercoul et du Rancié

Les géologies des concessions de Lercoul et du Rancié sont similaires. Cette géologie explique que les deux mines de Lercoul et du Rancié se prolongent et ont une orientation identique.

Le sommet du Rancié sépare les deux versants de Sem et de Lercoul et est formé de calcaires gris un peu schisteux appartenant à l'étage liasique inférieur. Au sud du Pic de Ganchet (Mont du Rancié), des Schistes Anciens (schistes argileux) sont en discordance de stratification avec les calcaires observés sur la montagne du Rancié.

Le gisement du Rancié est complexe (Figure 2). Il a grossièrement l'allure d'une couche est-ouest et est composé d'une succession d'amas en chapelets (succession d'étranglements et renflements) disposés selon un axe est-ouest. Les minéralisations affleurent en surface et s'enfoncent avec un pendage moyen de 70° vers le sud. La puissance des amas est très variable, souvent comprise entre 3 et 8 mètres, mais pourrait atteindre dans certains cas 20 à 25 mètres. Le minerai est composé d'hydroxydes de fer et d'hématite et sa teneur moyenne est de l'ordre de 50% de fer. La partie supérieure du gîte donnait du minerai titrant 55% de fer et 4 à 5% de manganèse après séchage. L'encaissant de la minéralisation est généralement constitué de calcaires gris en bancs décimétriques et la zone de contact est constituée par une auréole de calcaire à forte teneur en fer appelée « calcaire rouge métallifère ».

D'après l'inventaire BRGM de 1994 ([12]), « la minéralisation en fer, encaissée dans les calcaires gris-bleuâtres du Dévonien, se présente sous forme de très nombreuses lentilles pouvant se réunir en trois colonnes. L'épaisseur des lentilles et la qualité de la minéralisation semblent diminuer en profondeur ».

Le gîte de Lercoul s'étendant dans la continuité de ceux du Rancié est formé de véritables filons. Les amas qui forment les gîtes principaux sont formés par les croisements de deux systèmes de filons principaux dont les directions paraissent être N75°E et N108°E.

Le Tableau 2, synthétise les caractéristiques des filons présents sur les concessions de Lercoul et du Rancié.

3.2.2.3 Secteurs de Couloumié et Montgolier

Sur le secteur de la mine du Couloumié (à l'ouest de la commune d'Auzat – Figure 3 et Annexe 6), la minéralisation est filonienne, localisée dans une zone particulièrement faillée du contact granodiorite-calcaire mésozoïque [20]. Ce gisement du Couloumié comprend deux filons :

- Un filon au contact du granite et des schistes, dirigé N80°E et de pendage 60° à 70°Nord, d'environ 1 m d'épaisseur à peu près régulière. Ce filon est constitué de fer carbonaté avec blende ;
- Un second filon, plus petit, dirigé N20°E. Ce filon est composé de quartz avec pyrite.

Le gîte de Montgolier (Annexe 6) est constitué de fines mouches de galène dans du quartz.

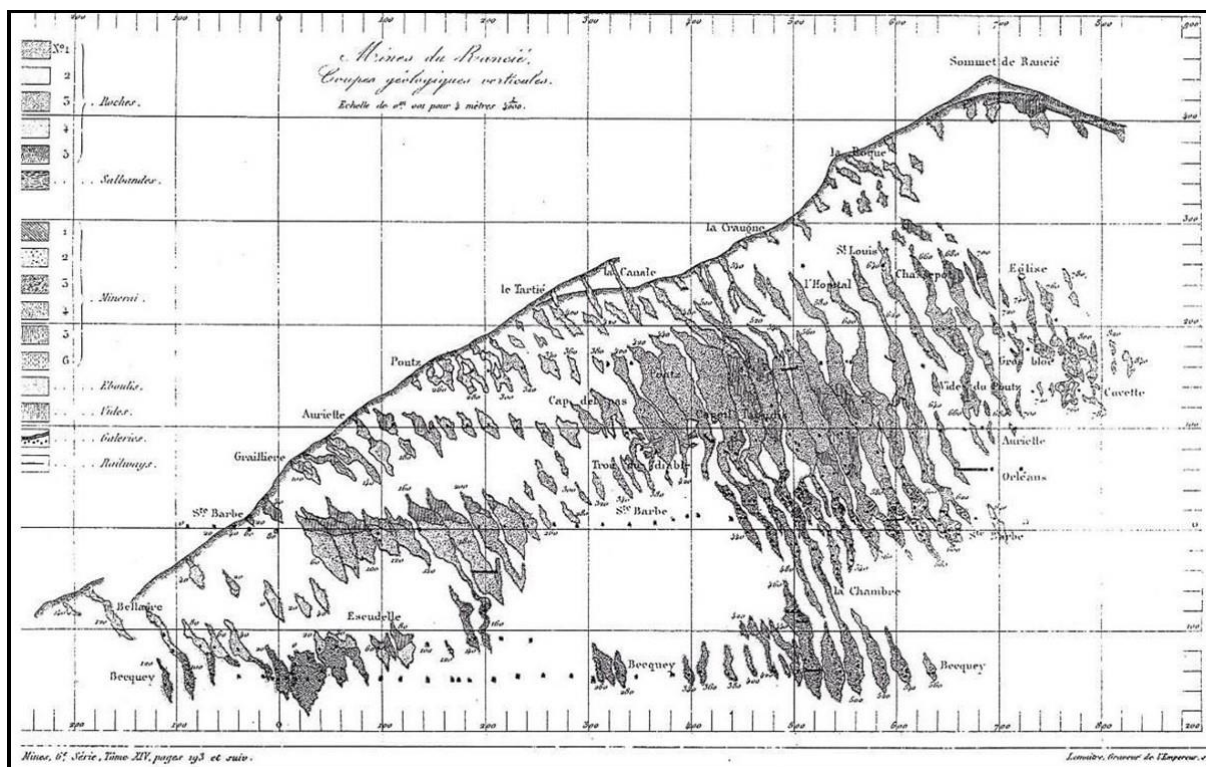


Figure 2 : Coupe géologique verticale présentant les filons de roche, minéral, éboulis, etc. de la mine du Rancié, concession du Rancié

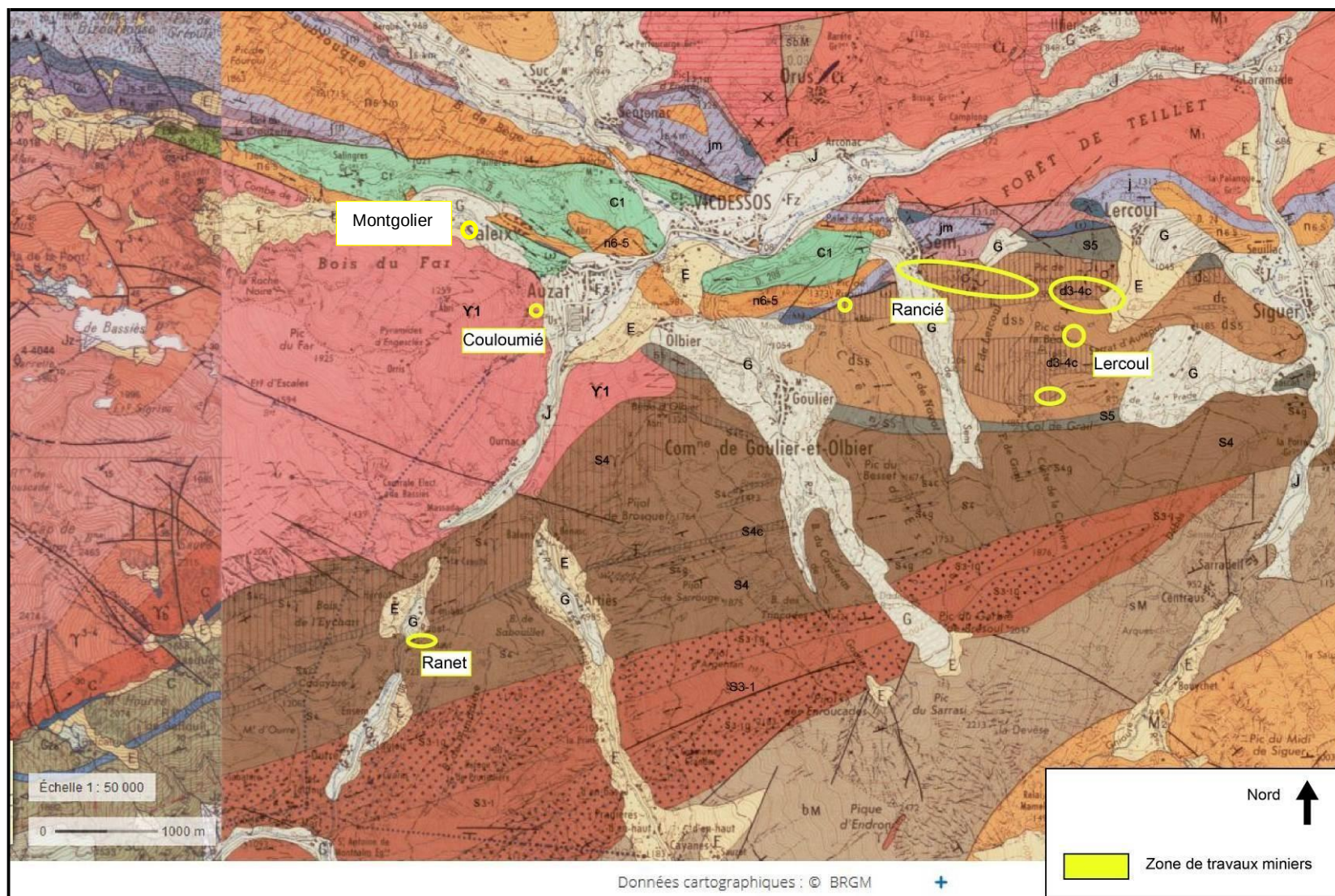


Figure 3 : Géologie présente sur le secteur étudié, extrait de la carte géologique de Vicdessos, source Geoportail

Concession	Secteur	Direction	Pendage	Puissance	Commentaires
RANCIE	Rancié	Est-Ouest	75° à 80°S	3 à 8 m	La puissance des amas varie entre 3 et 8 m mais peut atteindre 20 à 25 m.
	Pinet	N80°E	80° Sud	1,50 m	Gîte de minerai de fer hydroxydé mélangé de quartz enclavé dans les calcaires schisteux.
	Lescouil	-	-	-	Gîte de minerai de fer hydroxydé mélangé de quartz enclavé dans les calcaires schisteux.
	Nagot	N132°E	75° à 80°S	5 m	Gîte de minerai de fer hydroxydé mélangé de quartz (dont la puissance atteint 5 m) enclavé dans les calcaires schisteux.
LERCOUL	La Canale	Nord-Sud	Presque vertical	1,5 m à 8 m	Le filon de La Canale est le plus important de la concession. Il est encaissé dans les calcaires et schistes lustrés. Aux affleurements, la puissance du filon était comprise entre 1,5 et 2 m. Elle atteignait 8 m au niveau n°7 de l'exploitation (travaux souterrains). Le minerai était souvent réparti en deux veines (une au toit, une au mur), avec une puissance minéralisée maximum de 40 cm.
	Benazet	-	-	-	Gîte d'hématite et de fer carbonaté décomposé
	Bouischet (vieux Bouischet)	N68°E	45°Ouest	1,80m	Gîte présentant le plus de ressources en minerai. Il se trouve au milieu de couches calcaires presque verticales, de direction est-ouest. Le minerai rencontré se présente sous forme de fragment de fer spathique et d'hématite.
	Bède	-	-	2 à 9 m	Le filon de la Bède a une puissance irrégulière variant de 2 à 9 m.
	Saint Jean de Luth	-	-	0,3 à 0,5 m	-
	La Tire	-	-	0,6 m	Le gîte de La Tire paraît correspondre au gîte de Lescouil (présent sur la concession du Rancié)

Tableau 2 : Caractéristiques des filons présents sur les concessions du Rancié et de Lercoul

3.3 Contextes hydrogéologique et hydrologique

D'une manière générale, de nombreux ruisseaux et torrents sont présents sur cette région montagneuse de Vicdessos. Ces petits cours d'eau se rassemblent dans les ruisseaux d'Artiès, de Mounicou, de Goulier et de Sem qui se jettent dans le ruisseau de Vicdessos. « *La majeure partie du bassin versant du Vicdessos est drainée par des adductions hydroélectriques, en cascades, parallèles aux rivières, chute d'Auzat à l'aval, chute de Pradières à l'amont* » [11]. Les formations du secteur ont des comportements hydrogéologiques différents suivant leur nature :

- Le granite et les formations schisto-gréseuses du primaire sont peu perméables, avec des circulations suivant le réseau de fracture ou au niveau de l'horizon altéré. Ces formations peuvent être le siège de captages de sources à débit généralement faible, en particulier à l'été ;
- Les calcaires urgo aptiens, les faciès calcaires primaires et les dolomies jurassiques sont quant à eux susceptibles de développements karstiques (Figure 4) ;
- L'essentiel des points de captage d'eau du secteur est concentré au niveau des alluvions du ruisseau de Vicdessos, soit en liaison avec des sources, soit par des puits (Figure 4). Les formations alluviales ont donc un certain potentiel aquifère, même si les perméabilités ne sont pas forcément élevées. Les plaquages morainiques peuvent également être à l'origine de quelques sources et peuvent contribuer à l'alimentation latérale des alluvions.

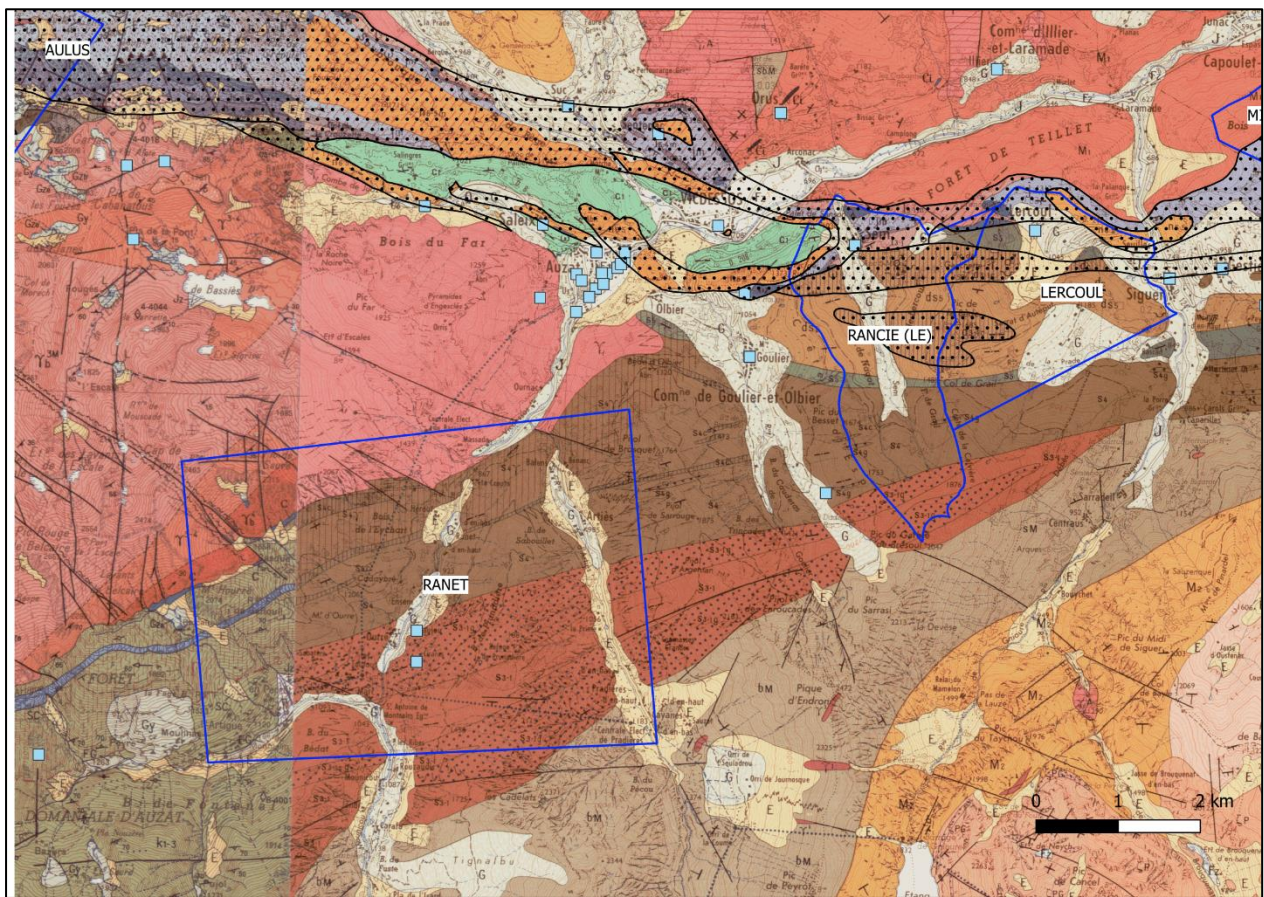


Figure 4: Contexte hydrogéologique (en bleu points d'eau de la BSS (Banque de données du sous-sol), en trame noire zones à potentiel karstique (BD LISA))

D'une manière générale, les travaux miniers sont à l'origine de la création d'aquifères de type pseudo karstiques en liaison avec les vides miniers créés, l'infrastructure de l'exploitation, et la fracturation des terrains liée à l'exploitation. L'eau est évacuée gravitairement pendant l'exploitation (galerie de drainage) ou par des pompages au fond. A l'arrêt des pompages, les travaux miniers souterrains sont envahis par les eaux d'infiltration, jusqu'à atteindre une situation d'équilibre, par exemple par déversement dans le cours d'eau qui draine les terrains situés à l'aplomb des travaux miniers.

Certains sites miniers, notamment le Rancié et Lercoul, sont drainés par de petits ruisseaux plus ou moins temporaires. Une partie des travaux souterrains (galeries d'accès ou d'exhaure) est par ailleurs creusée dans les terrains drainants tels que les éboulis ou moraines glaciaires.

Quelques informations ont été retrouvées dans les archives concernant la circulation des eaux souterraines. Il est mentionné notamment que dès l'arrêt des travaux, les niveaux les plus bas se sont facilement ennoyés. Pour faire face à ces eaux souterraines, des galeries d'écoulement ont été réalisées afin de recouper le bas des travaux et poursuivre l'exploitation.

Sur le terrain, quelques dizaines de centimètres d'eau ont été observées dans certaines galeries (id. 10, id. 16, id. 20 et id. 35).

4 PHASE INFORMATIVE

4.1 Recherche d'informations

Cette phase permet de collecter et de valoriser au mieux les informations issues des archives relatives à ces exploitations. La démarche a comporté une première étape correspondant à la consultation des archives et une seconde étape correspondant à des visites sur le terrain.

4.1.1 Consultation d'archives

Afin de rassembler le maximum d'informations sur les anciennes exploitations minières présentes sur le secteur d'Auzat-Le Rancié, les archives suivantes ont été consultées :

- Archives Nationales de Pierrefitte-sur-Seine
- Archives Départementales de l'Ariège à Foix
- Archives de la DREAL⁷ de la région Occitanie à Toulouse et Foix
- Archives du musée de la mine à Sem

Les bases de données géoréférencées du site public <http://www.geoportail.gouv.fr> (cadastres, photo aériennes, etc.) ont été passées en revue, tout comme les sites <https://remonterletemps.ign.fr> (photos aériennes anciennes), <http://www.infoterre.fr> (données BSS⁸) et <http://georisques.gouv.fr> (BD cavités, BD mvt).

⁷ Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

⁸ Banque de données du sous-sol

Remarque :

- Les Archives du Monde du Travail à Roubaix (consultation des inventaires en ligne) et du BRGM/DPSM⁹ (Bureau de Recherches Géologiques et Minières/Département Prévention et Sécurité Minière) ne disposent pas de données relatives aux sites étudiés ;
- Les communes concernées ont été consultés ;
- Le chargé d'études archéologiques de l'association Pyrène a été contacté.

Le Tableau 3 synthétise, pour l'ensemble des organismes cités ci-avant, les informations disponibles. Les documents d'archives consultés sont pour l'essentiel, des rapports et des ouvrages historiques, des rapports de fouilles, des cartes et des plans de l'exploitation, ainsi que des procès-verbaux de visite.

Les archives de la BDSTM¹⁰ de GEODERIS ont également été prises en compte au démarrage de l'étude.

4.1.2 Visites de terrain

Une enquête de terrain a été réalisée du 9 au 13 avril 2018, par des agents de l'INERIS afin de couvrir l'ensemble du périmètre de l'étude. Une visite complémentaire a été réalisée les 20 et 21 juin 2018 en présence d'un agent de GEODERIS.

Les recherches de terrain ont été menées à partir des orthophotographies datant de 2008 et des cartes IGN géographiques aux échelles respectives de 1/5000^e et 1/25000^e.

Plusieurs témoignages de riverains et de personnes ayant une bonne connaissance des vestiges miniers ont été collectés à cette occasion.

Ces investigations ont également permis de repérer des vestiges liés aux travaux miniers de fer et autres exploitations polymétalliques (ouvrages débouchant au jour, anciens bâtiments de mine, affleurements, haldes, désordres notamment). Le levé de l'ensemble de ces indices a été réalisé à l'aide d'un dGPS de type GEO-TX (GPS différentiel), permettant une précision de localisation de l'ordre du mètre en post-traitement.

⁹ Département Prévention et Sécurité Minière du BRGM

¹⁰ *Base de Données des Sites et Titres Miniers*

NOM	ADRESSE	CONTACTS	COORDONNEES CONTACT	COTES CONSULTÉES	VISITE	TYPE DE DONNÉES CONSULTABLES
DREAL Occitanie	1 rue de la Cité Administrative – CS80002, 31074 Toulouse CEDEX09	Nathalie HANNACHI (Chargée de Mission Après-Mines)	Tél : 05 62 30 27 46 nathalie.hannachi@developpement-durable.gouv.fr	1051/39, 1051/64, 1051/97, 1051/98, 1051/99, 1051/107, 1051/108, 1051/112, 1051/113, 1342/10, Rancié-Stabilité du versant sous- miné (Suivi GEODERIS/DPSPM)	05/03 au 09/03/2018	Rapports d'Ingénieurs, Procès- Verbaux de visite, Plans de mines, Rapport de travaux de mise en sécurité
DREAL Uid Ariège/Haute-Garonne	2 rue de la Préfecture, 09000 Foix	Vladimir SERAFINOWICZ	Tél : 05 61 65 85 51 vladimir.serafinowicz@developpement-durable.gouv.fr	1 pochette « Le Rancié – Dossier FOIX »	05/03 au 09/03/2018	Rapports de surveillance de la mine du Rancié (BRGM)
Archives Départementales de l'Ariège	59 Chemin de la Montagne, 09000 Foix	-	05 34 09 36 80 arcdir@ariede.fr	8S25, 8S82, 8S140, 8S145, 8S160, 8S221, 8S233, 8S234, 8S332, 8S393, 8S394, 8S395, 8S396, 8S402, 8S463	06/03 et 07/03/2018	Rapport/Procès-Verbaux de visites de mines, Décret, Cahiers des charges, Documents administratifs, Croquis et Plans
Archives BRGM	3 rue Marie Curie, BP49 31527 Ramonville Saint Agne Cedex	Isabelle BOUROLLEC	05 62 24 14 56 i.bouroullec@brgm.fr	Carte 959/Boite 213 ; Carte 1087/Boites 510, 511 et 513	06/08 et 07/08/2018	Documents BRGM, Rapports de prospection géologique
Archives du Musée de Sem	Place de la Carriera 09220 Sem	Patrick BERLUREAU (maire)	05 61 03 80 00 Mairie.sem@wanadoo.fr	-	07/03/2018	Plans des travaux, Photos des travaux souterrains, Documents d'archives sur l'histoire de la mine du Rancié
Archives du monde du Travail	CS 80405 78, boulevard du Général Leclerc 59057 Roubaix Cedex 1	-	Secrétariat : 03 20 65 38 00 anmt@culture.gouv.fr	-	-	Pas de données faisant référence à l'étude
Archives Nationales	59 Rue Guynemer, 93383 Pierrefitte-sur-Seine cedex	-	01 75 47 20 02	F/14/3825 ; F/14/3867 ; F/14/3881 ; F/14/8287 ; F/14/3927 ; F/14/4101-4102 ; F/14/8367 ; F/14/4188B	17/01 et 21/02/2018	PV de visite de mine datant de 1833 à 1901 ; Redevances de mines

Tableau 3 : Organismes et/ou personnes contactés et types de documents disponibles

4.2 Historique de l'activité minière, localisation des travaux et méthodes d'exploitation

La consultation des archives révèle que sur les communes de Lercoul, Siguer et Val-de-Sos (village de Vicdessos), plusieurs demandes d'autorisations de recherche de minerai de cobalt, fer, manganèse et métaux connexes ont été autorisées en 1820, 1880 et 1912. Ces autorisations de recherches ne semblent pas avoir conduit à des exploitations, à l'exception des recherches effectuées sur la commune de Lercoul.

4.2.1 Concession du Ranet

4.2.1.1 Historique minier

La concession du Ranet a été instituée en 1862 et annulée en 1954. Les périodes de recherche de minerai ont été réalisées « *en pointillés* » sur cette période. Les détails des dates des recherches et arrêts de travaux sont présentés dans le paragraphe suivant.

Au nord de la commune d'Auzat, à environ 500 m du centre du village d'Auzat, une demande de fouille pour fer a été formulée en 1822 à la mine du Couloumié. En 1860, des recherches pour plomb, cuivre et zinc ont été réalisées. Entre 1900 et 1907, des recherches pour ces mêmes minéraux ont été effectuées au contact du granite et du calcschiste.

4.2.1.2 Description et localisation des travaux

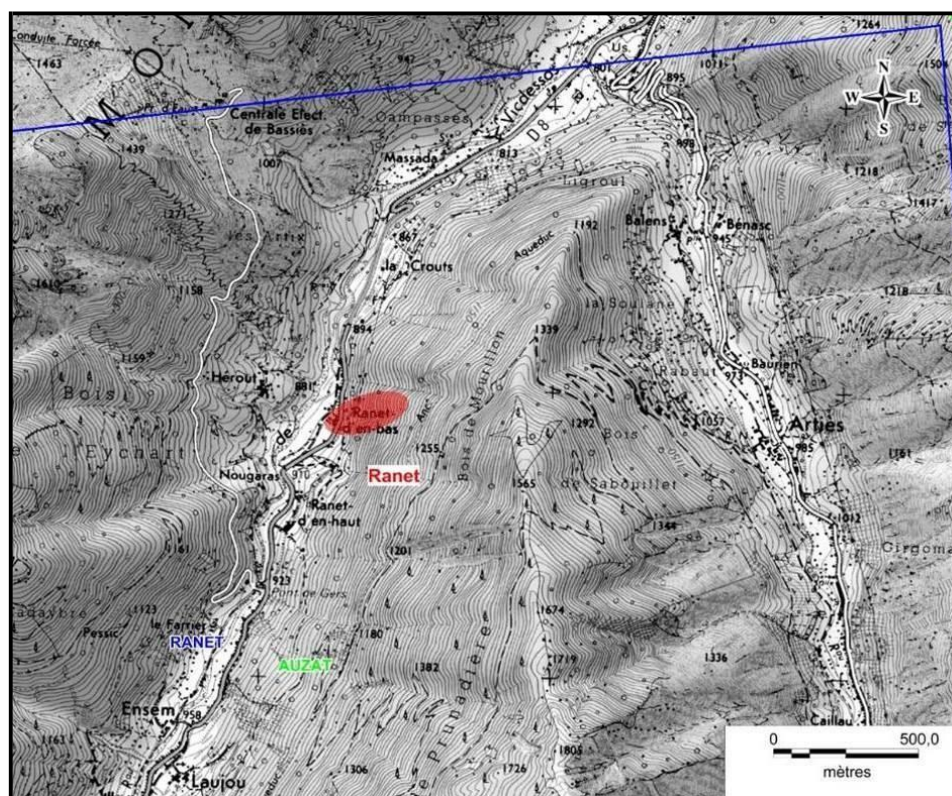
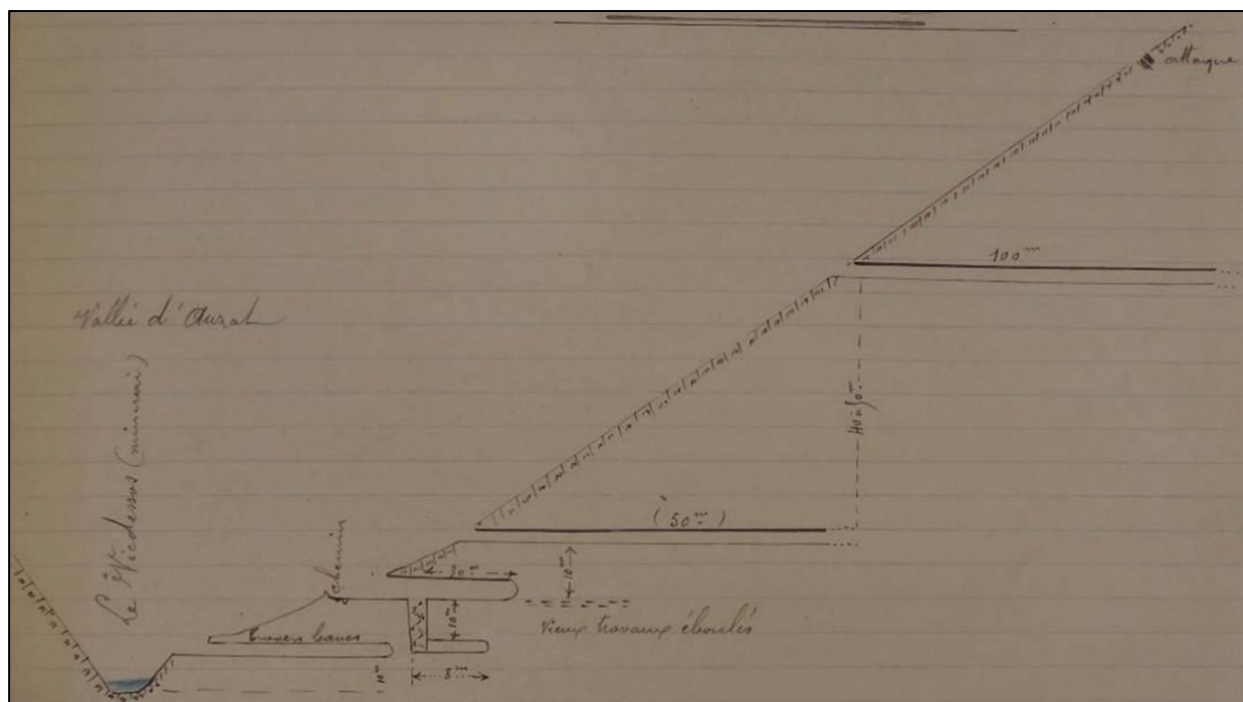
Les travaux de recherche ont débuté de 1860 à 1873. Vers 1873, les travaux sont ralentis et presque stoppés. Les travaux ont ensuite repris entre 1873 et 1877, date à laquelle ils sont de nouveau arrêtés. Ces travaux consistent en cinq attaques ouvertes en rive droite de la vallée d'Auzat (Figure 6 et Annexe 6) (id. 30, id. 31, id. 32, id. 33, id. 34) et en une galerie tracée dans la zone minéralisée en rive gauche de la vallée (id. 35). Toutes ces galeries ont été ouvertes avant 1860.

En 1900 et 1901, les concessionnaires tentent de remettre en état les anciens travaux mais abandonnent rapidement. A la fin de l'année 1906, les travaux sont de nouveau repris pour être abandonnés définitivement en août 1907. Par la suite, la concession du Ranet restera inexploitée.

La Figure 5 présente la coupe des travaux réalisés sur la mine du Ranet en 1894.

Un rapport de l'Ingénieur des Mines (archives départementales, carton 8S463), datant de 1928 précise qu'« *avant et depuis l'application du décret de la concession de Ranet (1862), le gisement a fait l'objet de recherches. Aucune exploitation dans le but de vendre du minerai n'a été entreprise* ». Par conséquent, les travaux réalisés sur cette concession sont restés à l'état de recherche.

Au nord de la concession de Ranet, à proximité du « Rocher de la Vierge » surplombant le village d'Auzat, se trouve la mine dite « mine de zinc du Couloumié » (Figure 7). Ces travaux de recherche ont commencé en 1859, une dernière phase de recherche a eu lieu entre 1900 et 1908. Ils consistent en une galerie (id. 36) d'environ 120 m de longueur et de deux descenderies intérieures à 15 m et 78 m de l'entrée.



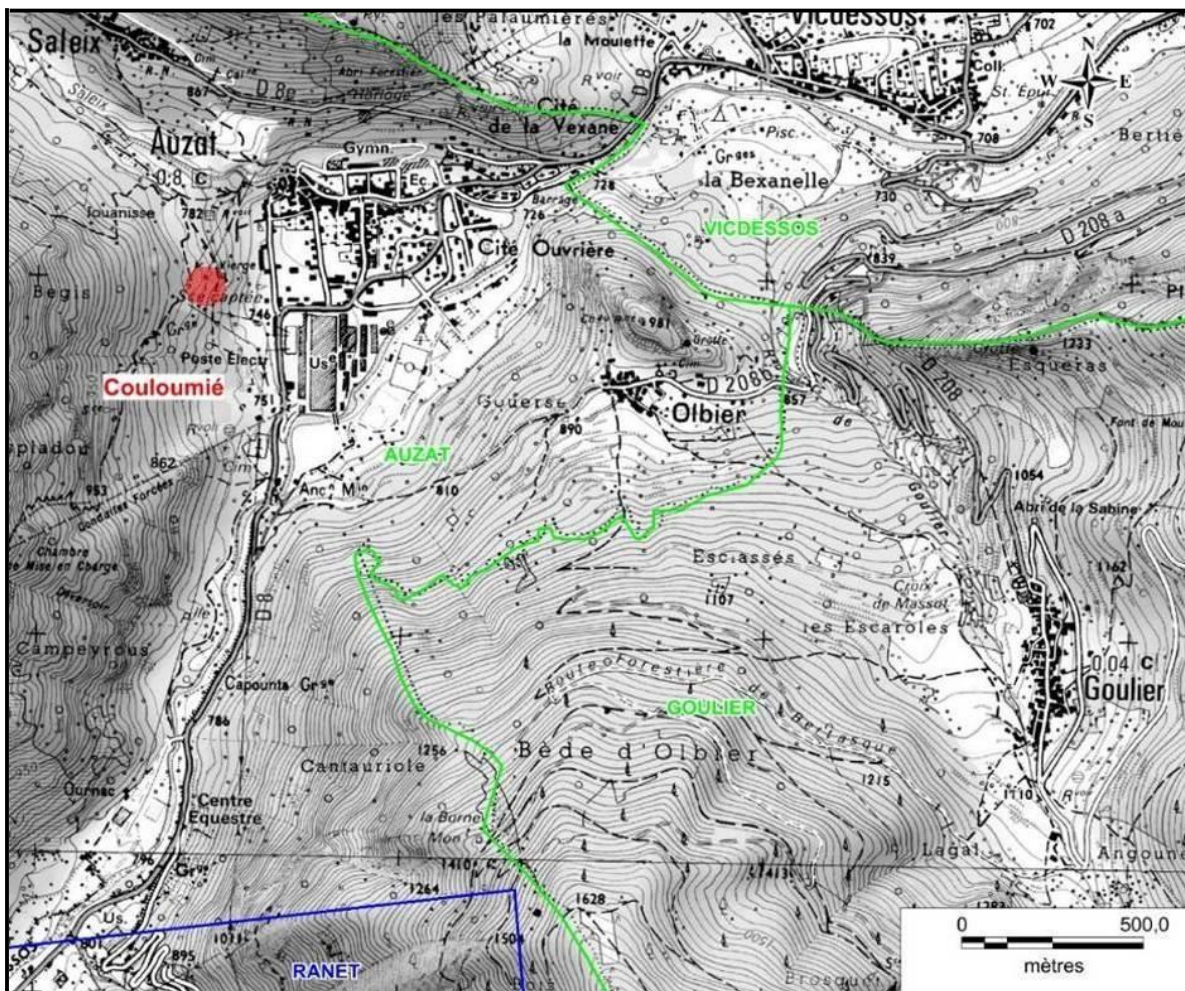


Figure 7 : Localisation du secteur de recherche présent au nord de la concession de Ranet, commune d'Auzat, scan25® de l'IGN

4.2.2 Concession de Lercoul

4.2.2.1 Historique minier

La concession de Lercoul a été attribuée en 1833 et renoncée en 1933. Les mines de fer de Lercoul ont toutefois été exploitées avant cette période, tantôt par les seigneurs du pays, tantôt par les habitants du pays, sous la surveillance de leur magistrats municipaux, les consuls de la vallée de Siguer.

L'ensemble du minerai présent dans les exploitations de Lercoul a quasiment été exploité avant 1806 et jusqu'en 1835. Les mines de Lercoul ont ensuite été abandonnées entre 1835 et 1860. En 1873, les nouveaux propriétaires cherchèrent à reprendre les travaux et à exploiter plus en profondeur. Ils seront stoppés par les travaux éboulés, les venues d'eau importantes ou la découverte de poches de minerai déjà exploitées par les exploitants précédents. Entre 1876 et 1933, seuls des travaux de remise en état ont été entrepris. Un rapport de l'ingénieur des mines (source DREAL, carton 1051-39) indique que « *cette mine n'est pour ainsi dire jamais sortie de la période des recherches* ».

4.2.2.2 Description et localisation des travaux

Les mines se trouvant sur la concession de Lercoul se divisent en deux groupes :

- Le groupe de la vallée de la Coumete, comprenant les mines de la Canale, La Bède, Benazet, Saint Jean de Luth et La Tire. Ce sont des gîtes exploités par excavations superficielles et chantiers souterrains (galeries et dépilages) (décrits ci-après, Figure 8) ;
- Le groupe du ravin de Las Lanais : mines de Bouischet (vieux Bouischet, petit Bouischet et nouveau Bouischet) (Figure 8).

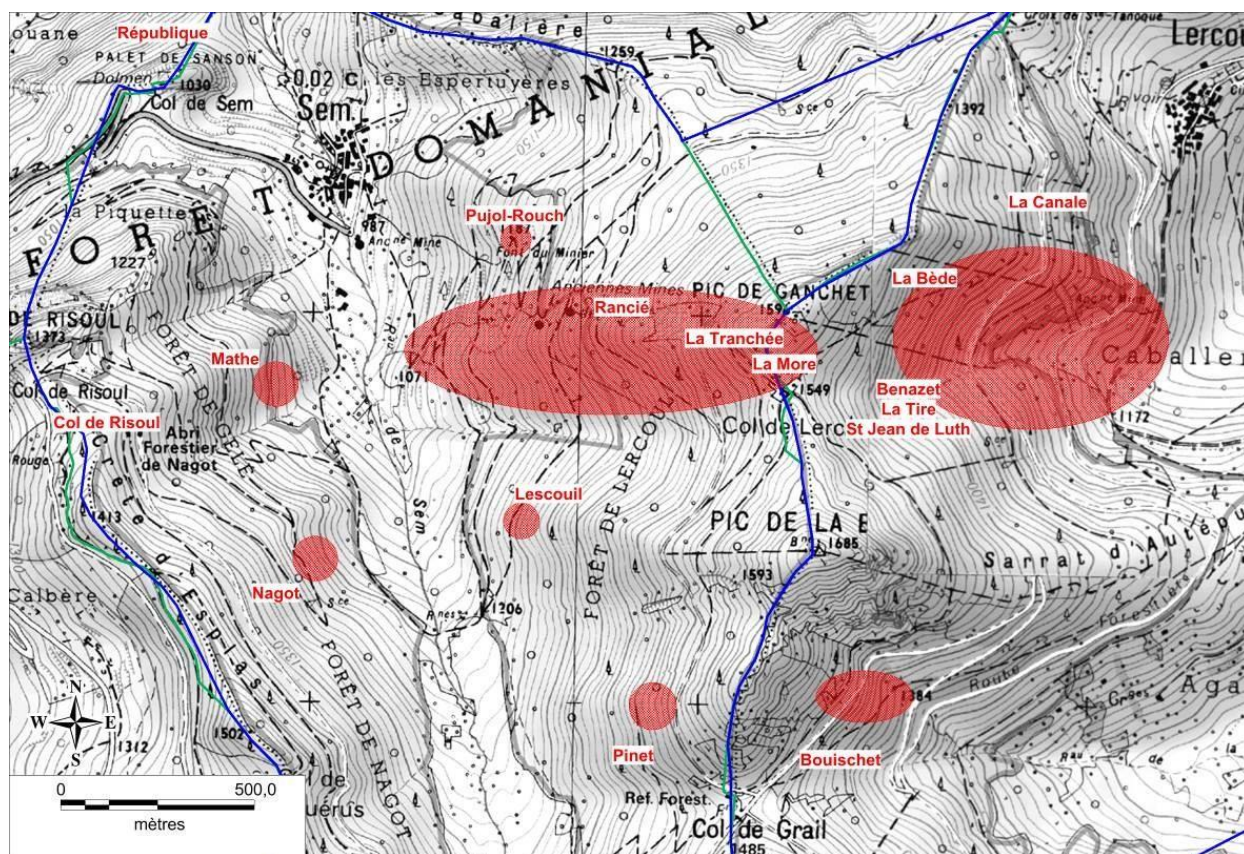
Dès 1806 puis régulièrement, jusqu'en 1887, les rapports d'Ingénieurs des Mines indiquent que le gîte de La Canale a « *été entièrement exploité* ». Les exploitants sont allés jusqu'à effondrer l'ensemble du gîte sur une longueur d'environ 200 m et une largeur d'environ 5 à 10 m. A l'exception du gisement effondré, des galeries et travers-bancs ont été creusés pour reconnaître d'autres filons en souterrain. Un rapport de 1884 indique que « *presque partout les galeries sont dans la roche solide et les boisages sont inutiles* ». En 1876, la galerie Goddard (id. 20) a été creusée pour reconnaître la base des travaux miniers et évacuer les eaux de la mine.

Le gîte de la Bède a également été exploité en entier par un long boyau vertical de 20 à 50 m en direction et d'une épaisseur de 0,5 à 1 m, pouvant atteindre ponctuellement 3 m de large. Le minerai a été extrait jusqu'à une profondeur de 90 m. Ce gîte a ensuite été exploité de manière ponctuelle, en 1809 puis dans les années 1830. Les stériles de creusement étaient laissés au fond de la mine. Lors des reprises de la mine de la Bède, une planche de 2 m d'épaisseur de roche a été laissée au toit pour soutenir les anciens déblais.

Les travaux du gîte de Benazet présentent des dépilages de 20 m de hauteur [9]. Des boisages étaient disposés en plans inclinés, les excavations consistaient en de grands vides séparés par des veines de calcaire laissées en place. Les galeries étaient, quant à elles, creusées dans une roche solide ne nécessitant pas de boisage (seules les entrées étaient boisées). Le gîte de Benazet a été abandonné en 1840.

Les travaux de Saint-Jean-de-Luth étaient probablement reliés en souterrain aux travaux de la Tire. Le gîte de la Tire consistait en de vastes excavations d'environ 10 m de longueur maximum, avec une épaisseur variant entre 10 cm et 2 m. Les travaux étaient abandonnés également en 1840. Une galerie d'environ 150 m de long a été creusée pour reconnaître l'ensemble du gîte. Les anciens travaux de la Tire, analogues à ceux de Benazet, se sont effondrés en 1846.

Les travaux du Bouischet se trouvent dans une roche ferrifère compacte. Trois sites sont assemblés sous le nom de Bouischet : « vieux Bouischet », « nouveau Bouischet » et « petit Bouischet ». La hauteur totale des excavations sur le gîte de Bouischet atteint 20 m. Le rapport des Annales des Mines [9] indique en 1868, que les affaissements du sol étaient visibles à l'aplomb des travaux. Les travaux de Bouischet étant rapidement ennoyés, une galerie d'écoulement a commencé à être creusée en 1842, atteignant 140 m de longueur en 1848. L'objectif étant d'évacuer les eaux de mine et d'atteindre la base des travaux souterrains. Cette galerie n'a jamais atteint les anciennes exploitations. En 1874, les exploitants tentèrent de reprendre les travaux de la mine de Bouischet, mais furent rapidement arrêtés par les éboulements souterrains, provoqués par le manque de boisage dans les galeries.



En 1833, la concession du Rancié a été instituée au profit des huit communes de la vallée de Vicdessos concessionnaires des mines du Rancié. A cette période, la demande de fer étant forte, les travaux d'exploitation et d'extraction se développèrent fortement. Environ 560 mineurs travaillaient dans la mine.

Le 15 décembre 1929, suite à un éboulement important, un arrêté préfectoral interdisant l'exploitation de la mine fut établi par le service des mines.

En 1930, la société Commentry-Fourchambault-Decazeville tenta de remettre en exploitation le gisement. Cette tentative fut soldée par un échec et la mine fut définitivement fermée.

NB : Il n'y a pas eu de renonciation à cette concession mais celle-ci a été considérée comme une concession dite « orpheline » et les travaux à réaliser, notamment la mise en sécurité des orifices miniers, ont été définis et exécutés d'office par l'Etat en 2001 et 2005. Des travaux complémentaires de sécurisation du sentier (purges de fronts, mises en place de grilles de protection et de panneaux notamment) ont été faits récemment par le BRGM/DPSM pour le compte de l'Etat [28].

4.2.3.2 Description et localisation des travaux

Avant le XIII^e siècle, les travaux sur la concession étaient entrepris à l'affleurement et s'approfondissaient peu. Dès le XIII^e siècle, les travaux par galeries ont débuté. Ces travaux entrepris à l'affleurement et au plus proche du Pic de Ganchet, ont été réalisés sur un des grands amas du Rancié, nommé « La Tranchée » (Figure 8). D'après les archives consultées à la mairie de Sem, « La Tranchée » consistait en une exploitation à ciel ouvert d'environ 200 m de longueur, une trentaine de mètres de puissance et 20 m de profondeur.

Par la suite, le massif minéralisé était reconnu en profondeur par de grands travers-bancs faisant office de traçages puis il était exploité par dépilage. Le matériau stérile était utilisé pour combler partiellement les vides. Les zones dépilées et effondrées, nommées « éboulis », étaient parfois réexploitées (Figure 9). Le dépilage n'était pas contrôlé et pouvait atteindre la surface.

Un courrier de l'Ingénieur des Mines explique qu'« *en massif vierge, on creusait une multitude de traçages, sans boisage. Ces traçages étaient ensuite élargis, se rejoignaient et créaient des vides qui finissaient par s'effondrer. On ramassait et chargeait en berlines le minerai des éboulis. Les piliers étaient disséminés, le choix de leur emplacement ne résultait d'aucune règle, ils étaient souvent défruités inconsidérément. Les traçages dans les éboulis, le coulage du minerai dégarnissaient la couronne, créaient des cloches, rendaient le soutènement inefficace* ».

La consultation d'archives indique qu'il y aurait eu, sur la mine du Rancié, au moins 9 niveaux de galeries superposées sur le flanc ouest de la montagne, entre les cotes +800 m NGF et +1400 m NGF.

La visite systématique des travaux souterrains encore accessibles n'a pas été possible lors de la mission d'avril 2018 mais les anciennes reconnaissances de 2001 et les témoignages locaux insistent sur la présence, au moins dans les zones proches des entrées sécurisées en 2001, des vides résiduels conséquents (Photo 4 et Photo 5).

Les méthodes d'exploitation des secteurs moins développés et environnants à la mine du Rancié sont décrites dans le Tableau 4.

Secteur	Commentaire
Pinet	Les travaux se composent d'une excavation en forme de galerie. Le minerai a été enlevé complètement sur une longueur de 30 m et une hauteur de 5 m. A 4 m du front de la galerie, on rencontre une descenderie de 3 m de profondeur [9]
Lescouil	Une galerie suivant le minerai dans une direction N72°E. Trois petites recherches ont pénétré dans le calcaire gris du toit [9]
Nagot	D'après [7], les travaux de cette mine étaient en pleine activité au XIV ^e siècle. Elle fut abandonnée à la suite d'un grand éboulement où des mineurs furent ensevelis. D'après ce même rapport, les travaux semblent assez développés (massif de 5 m de puissance et anciens travaux comblés par des éboulis). Un second secteur « pouvant avoir 30 m d'étendue » se trouve également sur le secteur de Nagot

Tableau 4 : Description des méthodes d'exploitation sur les secteurs Pinet, Lescouil et Nagot

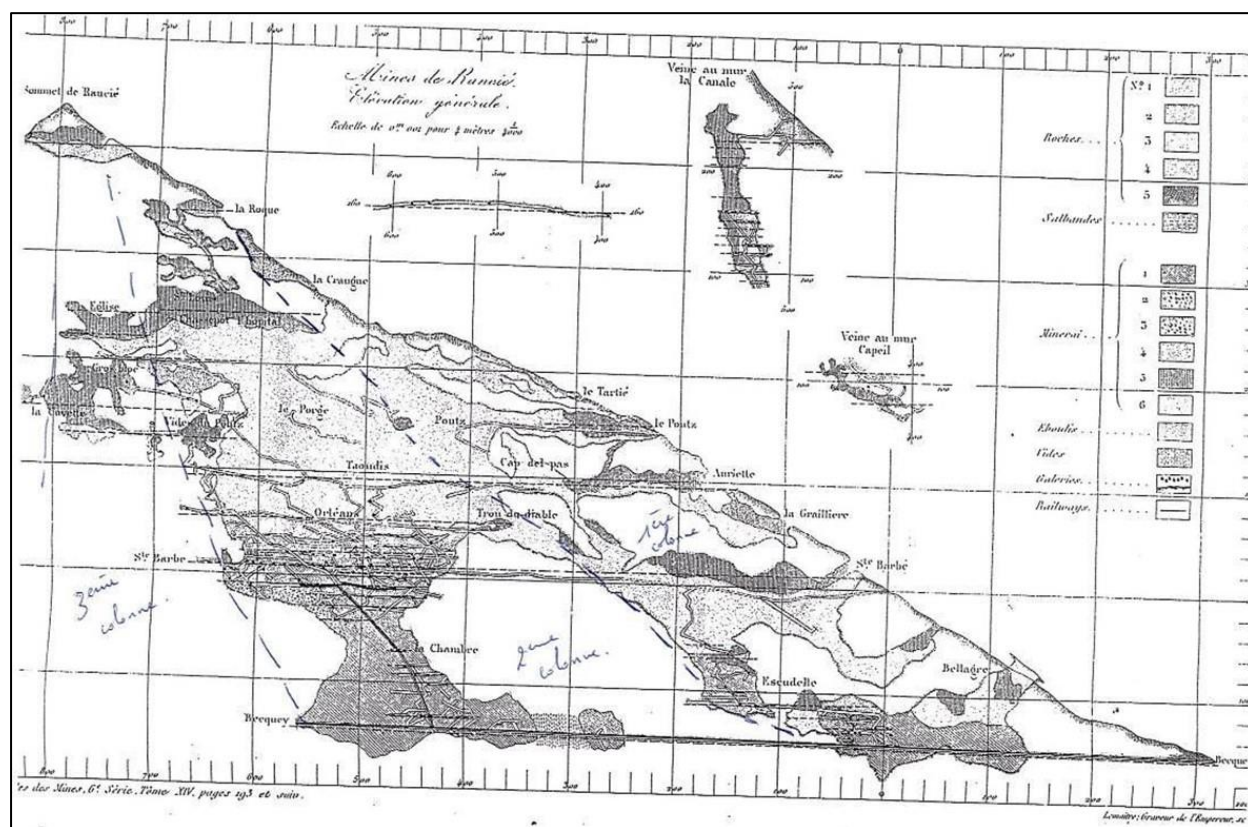


Figure 9 : Coupe Est-Ouest de la mine du Rancié, du sommet du Rancié (Pic de Ganchet) à la galerie Becquey, concession du Rancié



Photo 4 : Pilier aminci, probablement repris par les mineurs durant l'exploitation (Photo datant de 2001)



Photo 5 : Vide conséquent au niveau des travaux de l'Auriette (Photo datant de 2001)

4.2.3.3 Accidents connus à la mine du Rancié

L'histoire de l'exploitation de la mine du Rancié a également été marquée par plusieurs grands accidents souterrains. La consultation des archives (procès-verbaux de mine, rapports d'ingénieurs) et sites internet, ont permis de retracer les grands accidents par ordre chronologiques. La Figure 10 localise les accidents majeurs :

- XIV^e siècle : le rapport d'Annales des Mines [9] indique qu'au XIV^e siècle, « les travaux de la mine de Nagot (site répertorié sur le versant opposé à la mine du Rancié, vers l'ouest) étaient en pleine activité et qu'à la suite d'un grand éboulement où les mineurs furent ensevelis, elle fut abandonnée » ;
- XVIII^e siècle : la demande en fer étant de plus en plus importante, l'exploitation de nouveaux filons par des « mercenaires mineurs » est tolérée. Vers les années 1730, les éboulements souterrains étaient fréquents. L'activité extractive était archaïque sans recherche de rentabilité ni de sécurité. Les piliers de soutènement de la mine étaient alors exploités. En 1796, de graves menaces d'effondrement apparaissent dans la galerie de la Graillère (id. 3) qui assurait les trois-quarts de la production de minerai ;
- mai 1811 : les galeries de Craugne (id. 6) et Auriette (id. 2) étaient en activité mais en état de délabrement inquiétant. Entre 1812 et 1819, des travaux de sécurisation de ces galeries furent mis en place mais s'achevèrent par l'effondrement de la Craugne [7] ;
- 1873 : pour répondre à de fortes demandes, les mineurs récupérèrent et exploitèrent les piliers de soutènement, favorisant les éboulements ;
- 31 décembre 1881 : le grand gîte de Becquey était inaccessible suite à un effondrement ;

- 18 décembre 1928 : un « énorme éboulement » eu lieu dans la mine. Trois morts, deux blessés graves et une vingtaine de contusionnés ont été recensés dans la galerie de Becquey et celle de la République. D'après [12], « toutes les galeries auraient été détruites lors de l'effondrement général de 1928, certaines entrées étant obstruées par les glissements de terrains et les éboulements ».

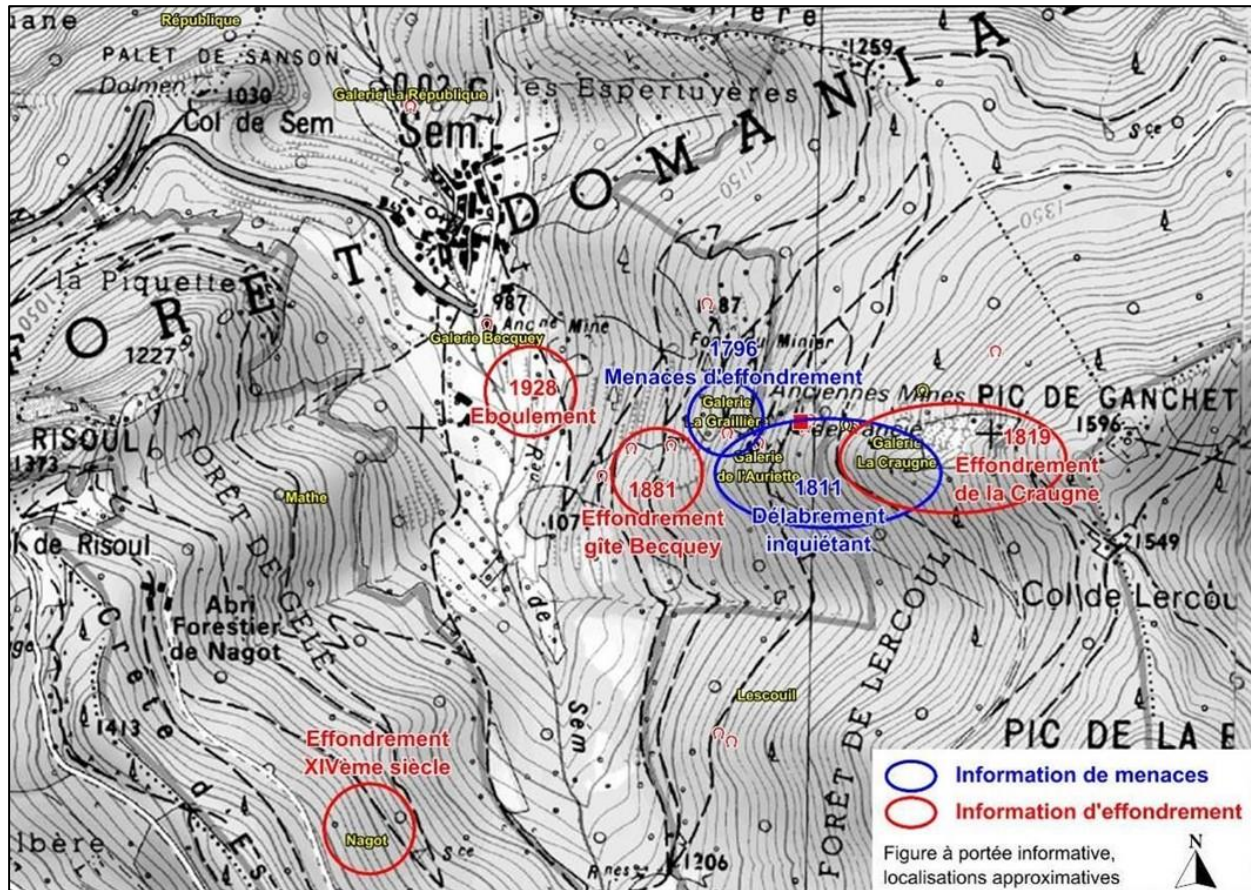


Figure 10 : Localisation des accidents majeurs sur la mine du Rancié

4.2.3.4 Cas de la surveillance de la mine du Rancié

En 2001, la DRIRE Midi-Pyrénées a sollicité GEODERIS pour donner un avis sur la stabilité de la mine du Rancié afin d'évaluer le risque puis de proposer la mise en place d'un dispositif de surveillance ou de traitement éventuel. La principale crainte était que la montagne, siège de l'exploitation, surplombant le village de Sem, soit affectée par des instabilités (mouvement général lent ou chutes de blocs détachés des pans rocheux instables, en relation avec les effondrements ayant affectés la mine du Rancié) et mette en péril des habitations.

Après un compte rendu de première visite [23], des études spécifiques [24] [25] ont été menées. L'origine minière des désordres est établie et la mise en place de mesures de vitesse d'écartement des crevasses est préconisée [24]. De plus, tout phénomène dommageable sur les habitations du village de Sem lié à l'évolution des désordres imputables à l'ancienne exploitation minière est écarté [25].

A l'issue de ces analyses, GEODERIS a proposé la mise en place d'une surveillance consistant à mesurer l'écartement de fissures (crevasses) dans des zones accessibles sans grand danger et d'effectuer des observations visuelles sur l'état des fronts et des blocs instables [26].

La surveillance a été menée pendant 10 ans, entre 2003 et 2013 notamment par le DPSM, les dernières années.

Vu la stabilité générale des mesures, en 2013, GEODERIS a préconisé l'arrêt de la surveillance [27].

4.3 Caractéristiques d'exploitation

Sur l'ensemble des sites, l'exploitation a été menée au moyen de galeries d'allongement, de travers-bancs et de galeries de prospection. Dans la majorité des cas, les galeries sont relativement étroites (1,2 à 1,5 m de large) pour une hauteur variant de 1,5 à 2 m. Les galeries les plus récentes et les plus basses en altitude (par exemple galerie Becquey (id. 10) et galerie Goddard (id. 20) destinées à l'exhaure ou galerie de la République (id. 8) pour l'exploitation) sont creusées à la base des thalwegs. Elles sont plus larges, voûtées par maçonnerie, au moins dans les parties les plus proches des entrées (Photo 6 et Photo 7).

Les gîtes minéralisés ont été exploités par dépilages verticaux ou à fort pendage. Leur largeur varie de 1 à 20 m. Pour les parties les plus riches du gisement, la hauteur des dépilages s'élève à plusieurs dizaines de mètres. Les plans d'archives mentionnent localement le remplissage des colonnes dépilées par des éboulis issus du schédage (tri du minerai) ou par des effondrements mais il subsiste encore probablement des vides résiduels importants en profondeur ou dans les zones proches de la surface.

On retiendra également que lorsque la demande en minerai fut forte, les manquements aux règles d'exploitation ont été nombreux et engendrèrent des configurations critiques pour la stabilité des ouvrages souterrains.

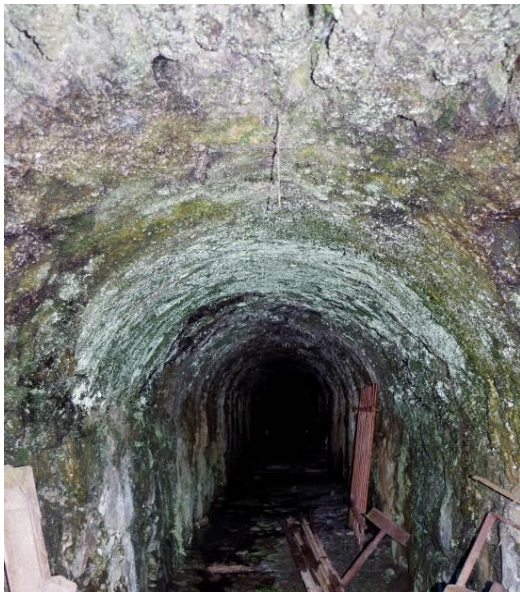


Photo 6 : Entrée (intérieur) de la galerie Becquey (id. 10)



Photo 7 : Entrée (intérieur) de la galerie Goddard (id. 20)

4.4 Production

La concession de Ranet n'ayant fait l'objet que de travaux de recherche, aucune information concernant la production de minerai n'a été retrouvée.

D'après un document provenant du site internet Infoterre [17], « les travaux miniers de la mine du Couloumié (Auzat) auraient fourni, 220 tonnes de minerai ».

Pour les travaux d'exploitation du Rancié qui se sont étalés sur plusieurs siècles, les documents d'archives estiment à environ 5 millions de tonnes la quantité de minerai de fer extraite sur ce site. Cette production a certainement fluctué en fonction des demandes et des activités des forges de la vallée. On peut retenir que la production de minerai a atteint son pic en 1880 pour décroître ensuite en raison de problèmes organisationnels d'exploitation.

La thèse de R. Carpentier [22] donne pour exemple les tonnages annuels extraits dans les dernières années d'exploitation du Rancié (Tableau 5).

Pour les sites exploités sur la concession de Lercoul, les quantités de minerai extraites (1833/1887) avoisinent 6400 tonnes de minerai (Tableau 6). Toutefois, on ne dispose pas de données sur les volumes extraits avant cette période.

Année	Tonnages extraits (t)	Année	Tonnage Minéral (t)
1811	16 682	1900	18 358
1820	18 612	1901	19 753
1825	15 600	1902	19 870
1830	14 515	1903	19 470
1835	16 139	1904	27 638
1840	24 880	1905	22 000
1845	13 596	1906	19 800
1850	18 409	1907	23 000
1855	24 058	1908	24 000
1860	16 477	1909	10 591
1865	14 348	1910	18 259
1870	25 849	1915	18 521
1875	31 232	1920	14 246
1880	26 900	1925	18 521
1885	21 477	1926	16 015
1888	9 770	1927	14 696
1896	11 801	1928	16 418
1897	14 330	1929	10 320
1898	19 026	1930	158
1899	19 523	1931	113

Tableau 5 : Exemple de tonnages annuels extraits, concession du Rancié

Année	Tonnages extraits (t)	Année	Tonnage Minéral (t)
1833	158,7	1848	1000
1835	338,3	1879	600 à 700
1836	320	1880	418
1837	88,2	1881	603
1838	52,3	1882	270
1839	0	1883	80
1840	116,7	1884	80
1841	598,1	1885	133
1842	0	1886	0
1847	0	1887	0

Tableau 6 : Production de minerai de la concession de Lercoul (estimation obtenue suite à la consultation de documents provenant des Archives Nationales et Archives Départementales)

4.5 Etat actuel des sites d'exploitation

4.5.1 Travaux miniers

Les anciennes exploitations sont situées, pour la plupart, en forêt. Leur accès se trouve parfois à proximité de chemins de randonnées.

Travaux à ciel ouvert : Les premières extractions ont débuté à ciel ouvert par des tranchées creusées au droit des affleurements. Les fronts de taille subverticaux peuvent mesurer plus de 10 m de hauteur et apparaissent marqués dans la topographie à flanc de montagne.

Dans le fond de ces tranchées, on peut souvent noter la présence de départs de galeries d'exploitation (parfois sur plusieurs niveaux) qui ont permis de poursuivre les travaux en souterrains.

Travaux souterrains : Si les principaux accès aux anciens travaux souterrains du Rancié ont été obturés et sécurisés, quelques galeries de recherche ou d'accès aux travaux miniers restent ouvertes.

Six galeries ont pu être visitées (id. 15, id. 16, id. 27, id. 21, id. 32, id. 36), ceci permet de conforter les hypothèses concernant le gabarit des ouvrages dont le tronçon situé à l'entrée montre souvent des parois altérées parfois jusqu'à 25 m de l'entrée.

Les travaux miniers souterrains connus comme encore accessibles n'ont pas pu être visités, en partie faute de conditions de sécurité suffisantes.

4.5.2 Ouvrages débouchant au jour

Au total, 39 ouvrages débouchant au jour (ODJ) ont été répertoriés sur l'ensemble des sites étudiés. Il s'agit de 36 entrées de galerie ou travers-banc et de 3 puits, dont l'un est non localisé (symbolisé par un indice de travaux). La répartition des ouvrages sur les différents sites d'exploitation est détaillée dans le Tableau 7. Les photos des ouvrages débouchant au jour observés sur le terrain sont présentées en annexe 2. Des travaux de sécurisation (purges de fronts, grilles de protection...) ont été faits par le BRGM/DPSM en 2017 [28] suite aux préconisations de GEODERIS.

Concession	Matérialisés	Localisés	Non localisés	Total
Rancié	18	1	-	19
Lercoul	12	0	1	13
Ranet	3	3	-	6
Hors concession (Auzat)	1	0	-	1
TOTAL	34	4	1	39

Tableau 7 : Répartition des ouvrages débouchant au jour sur les concessions/sites

En 2001 et 2005, des travaux de mise en sécurité de certains ouvrages de la mine du Rancié ont été réalisés [14][15]. Lors des visites sur le terrain, ces ouvrages ont aussi été recherchés afin de vérifier leur état. Les informations relatives à l'ensemble des ouvrages débouchant au jour sont détaillées en annexe 3. Ces informations sont issues des documents d'archives et des observations de terrain.

On notera également, sur le site des travaux de Lercoul, la mention d'un puits dit « petit Bouischet » et d'une galerie souterraine. Aucune correspondance n'a pu être retrouvée dans la zone de « vieux Bouischet » et aucun indice d'ouvrage n'a été observé en surface.

4.5.3 Dépôts

Les investigations de terrain et la consultation des archives ont permis d'identifier 12 dépôts sur l'ensemble des secteurs étudiés (Annexe 4).

Sur la commune d'Auzat, seul le dépôt en sortie de la galerie de Couloumié (Dp7) est visible et non végétalisé. Ce secteur semble, en outre, avoir fait l'objet d'un aménagement local avec terrassement des déblais.

Les travaux réalisés sur la concession de Ranet étant peu développés, le peu de déblai existant est mêlé à la végétation et n'a pas été relevé lors de la visite de terrain.

Concernant la concession de Lercoul, les anciennes exploitations étant situées en forêt, les dépôts sont, pour la plupart, végétalisés. Seuls deux dépôts (Dp1 et Dp2, Photo 8 et Photo 9), en aval des exploitations principales sont partiellement végétalisés. Le dépôt Dp2 se situe à la sortie de la galerie Goddard (id. 20) et s'étend en travers du thalweg naturel. Un ancien chemin minier (Dp1) reliant la galerie Goddard au village de Siguer était utilisé pour transporter le minerai extrait. Les deux dépôts Dp1 et Dp2 étant peu volumineux par rapport aux travaux souterrains réalisés, il est probable que des stériles et/ou du minerai de mauvaise qualité soit disséminé le long de ce chemin de la mine. D'une manière générale, suite à la lecture des documents d'archives, il est possible que des tas de déblais plus ou moins importants, soient désormais masqués par la végétation et par conséquent non vus lors de la visite de terrain.



Photo 8 : Dépôts Dp1



Photo 9 : Dépôts Dp2

Sur la concession du Rancié, les stériles étaient la plupart du temps laissés au fond pour combler les vides souterrains. De fait, peu de stériles ont été déposés en surface. Néanmoins, il n'est pas exclu que quelques déblais miniers (tri, sélectivité) aient été déposés sur la pente en sortie des galeries. Une partie devait également être intégrée aux remblais des chemins d'accès et des plateformes situées devant les entrées. Lors de la visite de terrain, du fait de la végétalisation importante, mêlée aux fronts rocheux éboulés, aucun dépôt minier n'a été relevé, à l'exception des deux dépôts mêlés à la végétation (Dp8 et Dp9).

La granulométrie des dépôts est assez homogène, variant de quelques millimètres à quelques centimètres.

Le type de mise en place des dépôts apparaît comme un critère de distinction. Deux configurations ont été retenues :

- les dépôts sous forme de plateforme dont la pente est généralement inférieure à 20° (Dp2, Dp4, Dp8, Dp9, Dp10, Dp11 et Dp12). Ces dépôts reposent sur un sol proche de l'horizontale ;
- les dépôts sous forme de verse, déposés dans la pente (Dp1, Dp3, Dp5, Dp6 et Dp7). Ces dépôts épousent la topographie naturelle pentée, laissant s'écouler les matériaux fins le long des pentes. Leur épaisseur est donc relativement faible (quelques mètres).

4.5.4 Désordres observés en surface

La localisation de l'ensemble des désordres provient des observations de terrain.

Au total, 16 effondrements localisés ont été répertoriés à la suite de la visite de terrain (Annexe 5). Ces désordres sont, pour la plupart, la conséquence de l'effondrement de galeries peu profondes (à proximité des entrées de galerie ou des fronts rocheux) ou de l'effondrement de travaux souterrains (dépilages).

Néanmoins, deux désordres de grande importance ont été répertoriés sur le site du Rancié. Il s'agit d'effondrements de dimensions importantes ayant affecté des travaux souterrains dans de grandes colonnes minéralisées et provoqué une rupture des terrains de recouvrement : effondrement de la Craugne (D3 - daté a priori de 1819) et effondrement de Becquey (D2 - en 1881). Compte tenu de la pente naturelle du flanc de montagne et de la nature rocheuse du recouvrement, ces effondrements ont provoqué des décrochements de masses rocheuses plurimétriques avec des fronts verticaux notamment en partie amont (Photo 10 et Photo 11). Les dimensions de ces deux désordres étant trop importantes pour réaliser le levé topographique sur le terrain, leurs contours ont été tracés à partir de la BD Ortho® de l'IGN.



Photo 10 : Désordre de grande importance amont (effondrement de Craugne – D3)



Photo 11 : Désordre de grande importance aval (effondrement de Becquet – D2)

4.5.5 Installations de surface

En raison de l'ancienneté des travaux, peu d'installations de surface liées aux exploitations ont été retrouvées sur le terrain. Seules quelques ruines de bâtiments ont été observées à proximité des entrées de galeries de la mine du Rancié. Le transporteur aérien de la mine du Rancié est également visible sur le chemin de la mine et sur la route départementale en fond de vallée (Photo 12 et Photo 13).



Photo 12 : Trémie à proximité de la galerie de la République et de la poudrière du Rancié



Photo 13 : Transporteur aérien en fond de vallée, en aval de la concession du Rancié et prolongement de la trémie

4.5.6 Gaz de mine et feux souterrains

La synthèse des différents documents d'archives n'a pas permis d'identifier d'éventuels éléments relatifs à des incendies qui se seraient déclarés sur les sites étudiés ou encore à des émanations de gaz toxiques pendant ou après les périodes d'exploitation.

4.5.7 Eléments environnementaux

Quelques galeries ont été observées en eau. Toutefois, aucune donnée concernant des suivis environnementaux n'a été retrouvée dans les documents d'archives.

La nature des minerais exploités sur les concessions du Rancié et de Lercoul n'est pas de nature à générer un impact environnemental significatif (fer oxydé ou carbonaté).

La présence de blende (ZnS) sur le site du Couloumié et de galène (PbS) sur le site de Montgolier pourrait laisser envisager un impact potentiel, mais les exploitations sont d'extension insuffisante pour avoir un impact sur le milieu. Concernant le Ranet, on note la présence de sulfure de cuivre qui peut s'accompagner de la présence de métaux lourds en traces dans les eaux de lessivage. Là encore, il ne s'agit que de travaux de recherche sans importance, qui ne sont pas susceptibles de générer un impact sensible sur le milieu.

Rappelons que les concessions du Rancié et de Ranet ont été écartées en amont de la hiérarchisation effectuée dans le cadre de la DDIE¹¹ (pas d'impact environnemental envisagé). Pour la concession de Lercoul, le dépôt pris en compte dans l'inventaire ne présente pas de risque significatif pour la santé humaine ou l'environnement.

4.5.8 Système d'information géographique

Toutes les informations recueillies ont été compilées sous QGIS afin de constituer un SIG permettant d'élaborer la carte informative.

Les données, référencées dans le système géodésique RGF93 et projetées en coordonnées Lambert 93, se composent de plusieurs couches cartographiques :

- Les données minières :
 - Les emprises de travaux miniers souterrains digitalisés à partir des plans de travaux miniers calés ;
 - Les tranchées et fouilles liées aux anciennes exploitations ;
 - Les ouvrages débouchant au jour (puits, entrées de galerie) ;
 - Les indices de travaux miniers ;
 - Les zones de dépôts ;
 - Les désordres ;
 - Les exhaures ;
 - Les zones potentiellement affectées par des travaux miniers ;
- Les fonds cartographiques :
 - La BD Ortho® de l'IGN ;
 - Le Scan25® de l'IGN ;
 - Les cartes géologiques du BRGM ;
- Les limites administratives :
 - Les limites de communes ;
 - Les limites des titres miniers.

¹¹ Directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive : inventaire des sites concernés par des dépôts pouvant présenter des impacts sanitaires et environnementaux au titre de l'article 20 de la directive 2006/21/CE

4.6 Cartographie informative

4.6.1 Représentation des travaux miniers

Remarque préalable : toutes les enveloppes de travaux intègrent les différentes incertitudes définies ci-après.

4.6.1.1 Travaux souterrains avérés sur la base des plans miniers

Les plans pertinents et les points relevés au dGPS lors de l'enquête de terrain ont fait l'objet d'un géoréférencement afin d'être intégrés au SIG. Les ouvrages relevés aux dGPS ainsi que les repères visuels (angle de maison, routes par exemple) ont été utilisés comme points de calage dans le but de réduire au minimum l'incertitude de localisation de chaque plan de travaux.

Vingt-et-un plans ont ainsi été géoréférencés (Annexe 1). Les enveloppes de ces travaux ont ensuite été digitalisées. La cartographie des zones de travaux dépend principalement des plans d'archives géolocalisés ainsi que des descriptions de travaux retrouvées dans les archives (procès-verbaux de visites, récapitulatifs d'exploitation). Sont concernés les secteurs du Rancié, de La Canale, Benazet, Bouischet, La Tire, La Bède, Ranet, Lescouil et Couloumié.

4.6.1.2 Zones potentiellement affectées par des travaux miniers

Le contour des zones potentiellement affectées par des travaux miniers est issu des descriptions des travaux faites en archives. Cinq zones de ce type ont été définies. Elles sont situées sur la concession du Rancié ; il s'agit des secteurs suivants :

- Nagot : Ce secteur comprend plusieurs désordres et un dépôt de faible dimension. Lors de la visite d'avril 2018, des travaux forestiers avaient recouvert la zone rendant difficile l'observation de la surface. D'après le rapport des annales des mines [9], les travaux consistaient en un vide d'une « *puissance de 5 m* » et une seconde zone de travaux de « *30 mètres d'étendue* ». En l'absence de données plus précises, une zone potentiellement affectée par des travaux miniers, couvrant l'ensemble des désordres et le dépôt minier, d'environ 50 m de large a été tracée.
- Pujol-Rouch : Les archives font mention d'anciens travaux abandonnés en 1770. En l'absence de données plus précises, une zone potentiellement affectée par les travaux miniers, de 10 m de rayon, a été cartographiée à partir des observations de terrain (possible entrée de galerie).
- Escudelle/Bellagre : Il s'agit d'une zone effondrée sur le secteur d'Escudelle/Bellagre. Une zone potentiellement affectée par des travaux miniers a été définie ; elle intègre les galeries Escudelle (id. 12) et Sainte-Barbe (id. 1) ainsi que la zone effondrée (D2).
- Graillère : Il est précisé dans les archives qu'en 1796, de graves menaces d'effondrement apparaissent dans la galerie de la Graillère (id. 3) qui assurait les trois-quarts de la production de minerai. Par manque d'information plus précise, une zone potentiellement affectée par des travaux miniers a été définie entre l'entrée de galerie Graillère (id. 3) et la zone de travaux du Rancié.

- Une zone potentiellement exploitée a également été créée à partir du tracé du désordre D3, survenu partiellement dans un secteur où nous n'avons pas trace de travaux miniers. Cette zone est tracée entre l'entrée de galerie de La Roque (id. 7) et l'extrémité sud-ouest du désordre D3. Elle intègre une marge d'incertitude d'une dizaine de mètres.

4.6.1.3 Travaux miniers souterrains non cartographiés

Sur les concessions du Rancié et de Lercoul, les secteurs suivants n'ont pas été cartographiés par manque de précision :

- secteur Mathe : Les archives indiquent que d'anciens travaux étaient présents sur ce secteur. Ils n'ont pas été retrouvés lors de la visite de terrain. En l'absence de données plus précises, un indice de travaux (it. 1) a été reporté sur les cartographies à partir des indications fournies en archives.
- secteur La More : Un document d'archive consulté à la mairie de Sem indique que des « *petits travaux s'ouvrent au quartier de la More* ». En l'absence de données plus précises, un indice de travaux (it. 2) a été reporté sur les cartographies à partir des indications fournies en archives. Deux petits dépôts (Dp10 et Dp11) ont été mis en évidence dans ce secteur.
- secteur Pinet : Le document d'archive consulté à la mairie de Sem indique la présence d'une excavation (descenderie de quelques mètres de longueur) au secteur Pinet. D'après le rapport des annales des mines [9], « *dans une excavation en forme de galerie, le minerai a complètement été enlevé sur une longueur totale de 30 mètres et une hauteur de 5 m* ». En l'absence de données plus précises, un indice de travaux (it. 3) a été reporté sur les cartographies à partir des indications fournies en archives.
- Petit puits Bouischet : un indice de travaux (it. 4) est reporté sur les cartographies, pour ce puits dont la localisation est imprécise.
- Col de Risoul : un indice de travaux (it. 5) est reporté sur les cartographies pour mémoire afin de tenir compte d'une tranchée de recherche citée dans les archives.

En dehors des limites des concessions, les secteurs suivants n'ont pas été cartographiés par manque de précision :

- Secteur Gestiers : Sur ce secteur de la commune de Siguer, un rapport d'inspection du BRGM de 1980 ([13]) indique la présence d'« *un petit trou, probablement en effondrement de couronne, permet de voir un vide inaccessible* ». En l'absence de données plus précises, un indice de travaux (it. 6) a été reporté sur les cartographies à partir des indications fournies en archives.
- Secteur Montgolier : Sur ce secteur de la commune d'Auzat, ce même rapport ([13]) indique la présence d'« *une galerie ancienne éboulée* ». En l'absence de données plus précises, un indice de travaux (it. 7) a été reporté sur les cartographies à partir des indications fournies en archives.

Un document consulté dans la BSS [21] fait mention de deux galeries de 150 m et 447 m de longueur et un travers-banc d'environ 50 m de longueur, au lieu-dit Pla-de-Soulcem. D'après les coordonnées et indications fournies par ce document, les galeries se trouvent ennoyées dans l'étang de Soulcem, suite à la création d'un barrage en amont entre 1939 et 1950. Un indice (it10) a été conservé en cartographie informative pour mémoire.

Un plan de « *demande en concession d'une mine en charbon de pierre* » sur la commune de Vicdessos, a été retrouvé et géoréférencé. Aucun autre document d'archive ne précise si la concession a été accordée ou refusée. Lors de la visite de terrain, des grattages peu étendus à l'affleurement ont été retrouvés (Photo 14). Aucune trace (archives, terrain) démontrant l'existence de travaux miniers souterrains n'ayant été retrouvée, seule une indication de « fouille », a été cartographiée (if. 1).



Photo 14 : Grattage à l'affleurement, à Vicdessos (commune de Val-de-Sos)

Un plan de « *demande en permis de recherches* » sur la commune de Vicdessos a été retrouvé et géoréférencé. Aucun autre document d'archives ne précise si les fouilles ont fait suite à des travaux plus conséquents. Aucune demande en concession n'a été réalisée sur ce secteur. Seule une indication de « fouille » a été cartographiée (if. 2).

4.6.2 Incertitude de localisation

- Incertitude sur la position des ouvrages et des désordres

Pour chaque ouvrage positionné, une incertitude de localisation a pu être évaluée. Cette incertitude est de l'ordre de 3 à 5 m pour les ouvrages levés au dGPS mais elle atteint 10 m pour les ouvrages positionnés à l'aide des anciens plans miniers.

Concernant les désordres, leur position a été levée au dGPS. Ces désordres apparaissent sur la carte informative sous forme ponctuelle ou de polygone. Tout comme les ouvrages débouchant au jour retrouvés, l'incertitude de localisation est donc de 3 à 5 m.

- Incertitude sur la position des dépôts

L'emprise des dépôts a été cartographiée soit à partir de levés dGPS sur le terrain, soit de manière plus approximative, à partir de leur localisation sur des plans miniers. Globalement, leur incertitude de localisation est de l'ordre de 5 m.

- Incertitude sur la localisation des travaux

Les travaux souterrains présents sur la carte informative proviennent d'une ou plusieurs sources. Dans la majorité des cas, les travaux cartographiés ont été digitalisés à partir de plans miniers géoréférencés. D'autres exploitations ont pour source des écrits provenant généralement des PV de visite du Service des Mines ou encore des observations de terrain (grattages, dépôts miniers, entrées de galerie, résurgence, etc.).

L'incertitude globale de localisation est la somme des incertitudes suivantes :

- l'incertitude ***intrinsèque au plan d'archive*** : elle est liée à l'échelle du plan d'origine et à l'imprécision du contour ou à la représentation des zones de travaux qui composent le plan. D'autres paramètres, plus subjectifs, comme la date de l'établissement ou la qualité du dessin peuvent également entrer en jeu dans l'appréciation de l'incertitude ;
- l'incertitude ***liée à la reproduction du plan***, qui est fonction du moyen de reproduction employé pour l'étude. Par exemple, photographier un plan engendrera une incertitude plus grande que de le scanner ;
- l'incertitude ***liée au géoréférencement du plan***, c'est à dire à l'opération de calage du plan par rapport au support cartographique. L'incertitude des points de repère communs au plan et au support a notamment une grande importance. La répartition et le nombre de points de calage conditionnent aussi fortement cette incertitude, tout comme pour l'incertitude intrinsèque du plan, des points de calages alignés et non répartis uniformément sur le plan engendrent une incertitude plus importante sur les secteurs éloignés des points de calage ;
- enfin l'incertitude ***liée à la précision même du support cartographique*** (Scan 25®, BD Ortho®, ...). Ainsi l'incertitude correspondant à la BD Ortho® de l'IGN est couramment estimée à 3 m.

L'incertitude de géoréférencement varie entre 5 et 100 m. Elle est précisée dans le tableau en annexe 1 pour chaque plan utilisé.

5 PHASE EVALUATION DES ALEAS

5.1 Identification des aléas retenus et écartés

Les informations rassemblées lors de la phase informative nous permettent d'identifier les différents aléas mouvements de terrains qui sont retenus pour la deuxième phase de l'étude : l'évaluation des aléas.

Cette évaluation a été menée sur la base de guides méthodologiques [1] [2] [3] [4] [5] [6].

5.1.1 Aléas écartés

Les aléas effondrement généralisé, affaissement progressif, n'ont pas été retenus dans le cadre de la présente étude compte-tenu des caractéristiques des travaux souterrains. En effet, aucune exploitation partielle n'a été inventoriée dans le cadre de cette étude. En outre, les zones exploitées sont peu étendues et ne présentent pas un schéma homogène nécessaire à l'occurrence d'une rupture généralisée.

Les deux effondrements de dimensions importantes survenus à l'aplomb des travaux du Rancié pourraient par leurs dimensions rappeler des phénomènes d'effondrement généralisé, toutefois, compte tenu des caractéristiques d'exploitation (exploitation non rationalisée sur des amas irréguliers portant sur des filons verticaux), le mécanisme en jeu ne correspond pas à une rupture généralisée sur des travaux avec un schéma d'exploitation homogène. Les désordres correspondent donc à des effondrements localisés d'intensité élevée de type rupture de pilier couronne.

Compte tenu de la substance exploitée, un aléa gaz de mine n'est pas pertinent. Néanmoins, comme toute cavité souterraine non ventilée, les travaux miniers sont susceptibles de contenir de l'air désoxygéné ou du dioxyde de carbone à des teneurs pouvant présenter un risque par exemple en cas de pénétration dans les travaux miniers. Le document GEODERIS [6], relatif aux préconisations de gestion en zone à risque potentiel, comporte une synthèse des caractéristiques des différents gaz liés à la mine et leur dangerosité en fonction des teneurs observées. Les préconisations contenues dans ce document concernent également les sites pour lesquels un aléa émission de gaz de mine n'est pas justifié comme le secteur d'Auzat-le Rancié. A noter qu'à l'occasion des visites effectuées dans les travaux miniers dans le cadre de la présente étude, aucune anomalie n'a été signalée.

L'impact environnemental potentiel des anciens sites miniers est pris en compte dans le cadre de la DDIE¹². Les concessions du Rancié et de Ranet ont ainsi été écartées en amont de la hiérarchisation effectuée (pas d'impact environnemental envisagé). Pour la concession de Lercoul, le dépôt pris en compte dans l'inventaire ne présente pas de risque significatif pour la santé humaine ou l'environnement.

¹² Directive européenne sur les déchets de l'industrie extractive : inventaire des sites concernés par des dépôts pouvant présenter des impacts sanitaires et environnementaux au titre de l'article 20 de la directive 2006/21/CE

5.1.2 Aléas retenus

Les aléas retenus sur le secteur d'étude sont l'effondrement localisé, le tassement sur dépôts, le mouvement de pente de matériaux meubles et les mouvements de pentes rocheuses.

Chacun de ces aléas va être évalué à la lumière des informations collectées lors de la phase informative.

5.2 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

Un effondrement localisé se caractérise par l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension horizontale, correspondant généralement au diamètre de la dépression, varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres (Figure 11). La profondeur du cratère dépend principalement de la profondeur et des dimensions des travaux souterrains.

Les effondrements localisés peuvent se produire à l'aplomb des types de travaux miniers suivants :

✓ Les puits

L'effondrement localisé est généré par la mobilisation des remblais au sein de la colonne de l'ouvrage et/ou la rupture de la tête de l'ouvrage. Compte tenu de la forte déclivité de la topographie, les accès aux travaux souterrains par puits sont rares. Seuls trois puits sont recensés. Ils sont situés sur les secteurs de Lercoul, de Poutz et du petit Bouischet. Les dimensions de ces ouvrages sont mal connues mais une rupture des têtes de puits ou un débouillage des remblais au sein de leur colonne pourraient générer des effondrements localisés. Cet aléa est à évaluer pour deux¹³ de ces puits.

✓ Les galeries isolées et/ou les zones de travaux situées à faible profondeur

Les méthodes d'exploitation souterraines mises en œuvre sur les différentes concessions étudiées laissent supposer l'existence de vides résiduels au sein des travaux miniers (galeries d'infrastructures ou isolées, dépilages notamment).

Lors des périodes d'exploitation, les accès aux filons s'effectuaient à partir de travers-bancs creusés horizontalement à différentes altitudes. Ces galeries sont de petites dimensions et parfois maçonnées, notamment dans les zones où l'encaissant est constitué de formations morainiques. Certaines ont été effondrées ou fermées (en 2001) sur les premiers mètres mais plusieurs accès demeurent ouverts et pénétrables. Quelques-unes présentent des montées de voûte au droit de failles ou de zones de plus faible résistance. Une évolution de cheminées de fontis jusqu'en surface a donc été retenue comme possible. Plusieurs cratères importants ont été recensés sur les différents sites. Ils correspondent à des effondrements localisés initiés dans des galeries probablement maçonnées à l'origine mais creusées au sein de formations morainiques (galerie de Becquey (id. 10), galerie d'exhaure du Ranet (id. 35)).

La notion d'effondrement localisé intègre, pour les gisements filoniens, le développement d'un désordre initié par la rupture du pilier-couronne pouvant, de ce fait, affecter une zone étendue en surface. Pour la plupart des sites étudiés, les travaux les plus anciens se sont développés en

¹³ Le petit puits Bouischet, non localisé, ne peut être concerné par l'aléa effondrement localisé

« tranchées » à ciel ouvert creusées sur plusieurs mètres de hauteur dans l'axe des filons. Les travaux se sont ensuite prolongés en souterrain avec l'exploitation par dépilage des colonnes de minerai. Ces zones de dépilages étaient plus ou moins larges et hautes en fonction de la richesse du minerai et ont quelquefois été surexploitées. Deux cas d'effondrement de grande ampleur ont été recensés pendant l'exploitation minière au droit des dépilages des colonnes minéralisées. Ils représentent des étendues en surface de plusieurs dizaines de mètres d'extension et correspondent à un mécanisme de rupture du toit de l'exploitation souterraine.

Les anciens travaux souterrains étaient en partie remblayés par des « déchets d'exploitation » (et/ou les éboulis) mais des vides résiduels existent encore y compris au sein des travaux les plus profonds mal connus. Ainsi, même si la plupart des travaux d'exploitation sont anciens, cet aléa, correspondant à une rupture de la couronne du gisement, a été retenu dans l'analyse.

✓ **Les zones potentiellement affectées par des travaux miniers**

Il s'agit de travaux dont les caractéristiques sont très mal connues ou pour lesquels la localisation n'est pas clairement identifiée. Dans le cas présent, cinq zones de ce type ont été définies ; il s'agit des secteurs de Nagot, de Pujol-Rouch, d'Escudelle/Bellagre, de Graillère et du désordre D3 (sites du Rancié).

Remarque : les infiltrations d'eau (pluie, fonte des neiges) et le battement des eaux dans les vieux chantiers constituent des facteurs favorisant la survenue d'effondrement localisé. Sur l'ensemble des secteurs étudiés, la plupart des orifices débouchant au jour (ouverts, effondrés ou remblayés) sont anciens et même si la situation hydrogéologique peut être considérée comme stabilisée, on peut constater des battements de l'eau dans les galeries encore ouvertes et potentiellement en communication avec les travaux. Ce critère « eau » doit être pris en compte dans l'évaluation de la prédisposition.

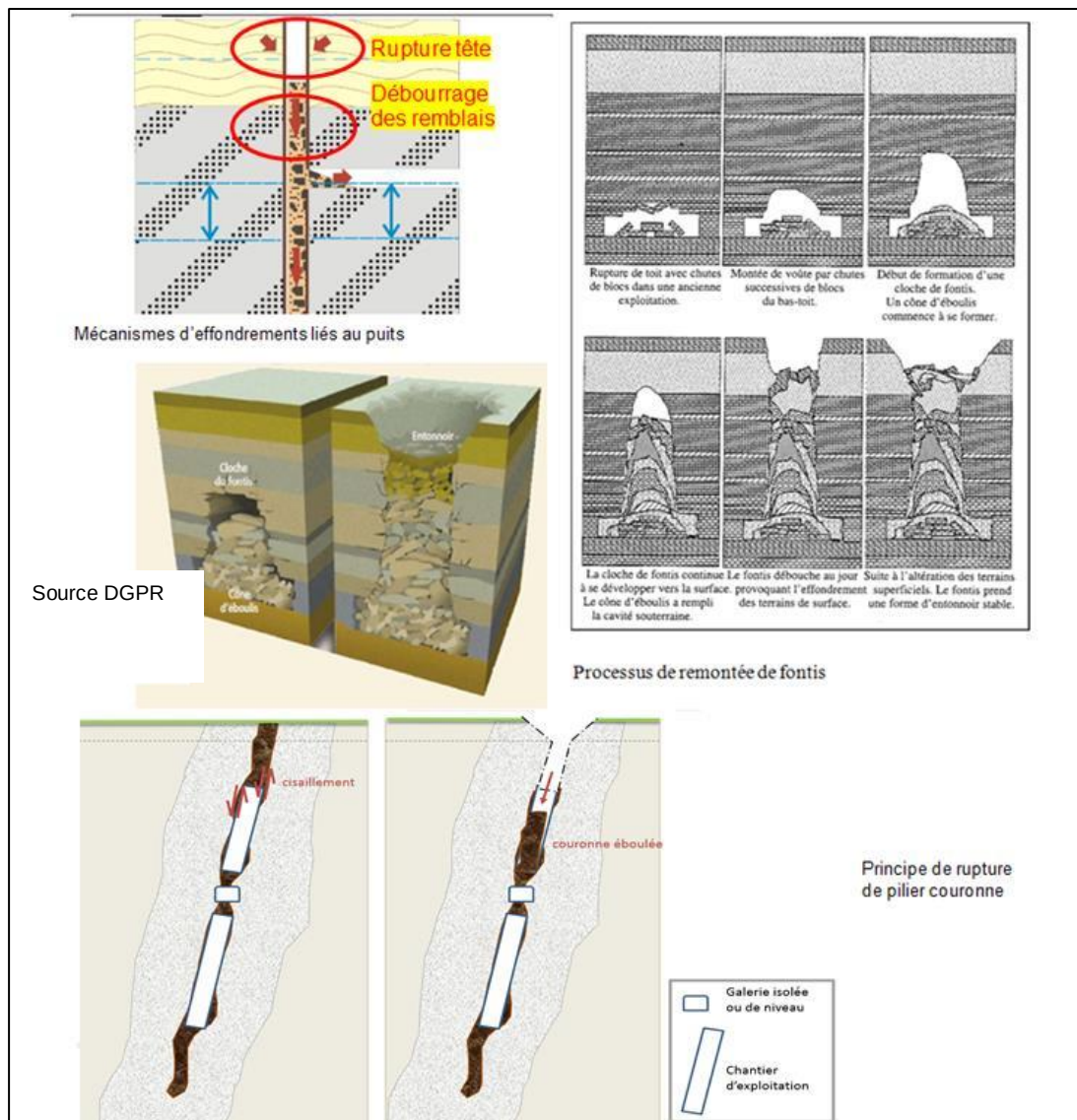


Figure 11 : Schématisations des processus à l'origine des effondrements localisés

5.2.1 Effondrement localisé lié aux puits

5.2.1.1 Phénomènes redoutés

Deux principaux phénomènes peuvent être observés à l'aplomb d'un puits : mobilisation des remblais au sein de la colonne du puits et rupture de la tête de puits.

- Mobilisation des remblais au sein de la colonne de l'ouvrage

Le remblai déversé au sein de la colonne peut évoluer par compaction naturelle, par remaniement en présence d'eau ou encore par comblement des vides résiduels de l'ouvrage (Figure 11). En fonction de la vitesse du mouvement, il peut s'agir de tassement ou de coulissage de remblais. Mais le mécanisme le plus brutal est le débouillage soudain du matériau qui migre dans les recettes ou infrastructures non obturées et connectées au puits. La rupture

d'anciens planchers peut également conduire au débouffrage brutal des remblais provoquant un effondrement localisé.

- Rupture de la tête de l'ouvrage

Pour les ouvrages miniers dont la partie sommitale n'est pas remblayée, dont les remblais ont débouffé, ou pour lesquels la présence d'un vide au sein de la colonne existe, le phénomène qui peut se produire est la rupture du revêtement ou de la structure de maintien / fermeture mise en place en tête de l'ouvrage (Figure 11). Les conséquences d'un tel phénomène sont comparables à celle d'un effondrement localisé.

5.2.1.2 Configurations

Lors de la phase informative, deux¹⁴ puits ont été mis en évidence sur l'ensemble de la zone d'étude.

Le premier est situé sur le site de Lercoul. Il s'agit d'un ouvrage de 5 × 3,5 m (selon les archives), a priori remblayé et matérialisé en surface par une dépression au cœur d'une plate-forme en contre-bas d'un chemin (Photo 15). On ne dispose pas d'information sur l'état et le mode de traitement de ce puits.



Photo 15 : Puits de Lercoul (id. 24)

¹⁴ Le petit puits Bouisshet non localisé n'est pas concerné par l'aléa

Le second est situé sur le site de Poutz. Il pourrait s'agir d'un ancien bure incliné (descendant vers le quartier de l'Auriette) situé à l'entrée des anciens travaux du Poutz. Il a été traité en 2001 par MICA Environnement par une dalle en béton armée épaisse de 30 cm. La dalle est ancrée dans le rocher sur deux côtés et repose sur les bords de l'orifice sur les deux autres côtés. Aucune information n'est disponible sur l'état de remblayage de ce puits avant l'obturation.

Remarque : La remontée des eaux ou le battement de la nappe étant la phase la plus critique pour la mobilisation des remblais au sein de la colonne des ouvrages, un ouvrage remblayé sera considéré comme plus sensible si le niveau d'eau n'est pas stabilisé. Sur l'ensemble des secteurs étudiés, la situation hydrogéologique peut être considérée comme stabilisée néanmoins, on peut constater un battement du niveau d'eau dans les galeries encore ouvertes et potentiellement en communication avec les travaux. Ce critère sera pris en compte dans la détermination des niveaux d'aléa effondrement localisé.

5.2.1.3 Evaluation de la prédisposition

Pour le puits de Lercoul (id. 24), la prédisposition à la présence de vide résiduel par migration de remblais au sein de la colonne de puits est évaluée comme sensible faute d'information précise sur la mise en place des remblais, d'une dépression visible et de la connexion possible avec les travaux souterrains (une seule recette). En l'absence de données sur les caractéristiques de la tête de l'ouvrage, la prédisposition à l'effondrement localisé est définie comme **sensible**.

Pour le puits de Poutz (id. 18), étant donné qu'aucune information n'est disponible concernant le remblayage éventuel de cet ouvrage, la prédisposition à la présence de vide pourrait être qualifiée de sensible. Toutefois, les travaux de fermeture par dalle permettent de ramener ce niveau de prédisposition à un niveau **peu sensible**.

5.2.1.4 Evaluation de l'intensité

L'intensité de l'effondrement est principalement tributaire de la géométrie et du volume de l'ouvrage et de la nature des terrains de surface.

D'une manière générale, la mobilisation des remblais est d'intensité plus importante si le puits possède un grand diamètre. Autre cas de figure, la rupture de la tête de puits peut conduire à des effondrements conséquents si le volume pouvant accepter le matériau éboulé au sein du puits est élevé ; d'autre part, l'extension latérale de l'effondrement augmente si l'épaisseur des terrains meubles ou altérés est importante. Ici une épaisseur de 3 m a été retenue.

Pour le puits de Lercoul (id. 24), situé dans une pente recouverte de colluvions, la dépression visible, possiblement liée à la mobilisation des remblais ou à un mauvais remblayage, présente un diamètre inférieur à 10 m au centre de la plate-forme. Une remobilisation des remblais engendrerait un phénomène d'intensité **modérée** (au maximum).

Pour le puits de Poutz, la section de l'orifice est de 6 × 3 m avec un terrain encaissant massif et résistant. Ainsi, une rupture de la dalle béton pourrait conduire à l'apparition d'un cratère de 5 m d'extension, et donc correspondre à une intensité **modérée** (au maximum).

5.2.1.5 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition avec l'intensité (Tableau 1), nous avons retenu un aléa effondrement localisé de niveau **moyen** pour le puits de Lercoul et un aléa de niveau **faible** pour le puits de Poutz.

5.2 Effondrement localisé lié aux galeries isolées

Cet aléa s'applique en premier lieu aux galeries d'accès en travers-banc et aux galeries d'exploitation ou de recherche isolées. L'analyse intègre notamment les exploitations du Couloumié, de Ranet qui sont restées limitées à une ou deux galeries creusées dans l'axe des filons et qui ne comportent pas réellement de travaux de dépilage développés dans les colonnes.

5.2.2.1 Phénomènes redoutés

Le principal phénomène redouté correspond à la chute du toit de ces ouvrages lorsqu'ils se trouvent à faible profondeur. Cette rupture de toit engendre la création d'une cloche de fontis qui se propage plus ou moins rapidement vers la surface. En fonction de critères géométriques et de la nature des matériaux composant le toit et le recouvrement, le fontis peut se stabiliser et ne pas atteindre la surface – on parle alors d'autocomblement par foisonnement¹⁵.

A contrario il peut se propager vers les terrains affleurant et provoquer au sein de ceux-ci la création brutale d'un entonnoir qui marque la surface (Figure 12). Les paramètres qui influent sur le volume mobilisé en surface sont identiques au cas des puits : volume souterrain disponible, capacité de foisonnement des matériaux lors de la remontée du fontis, nature et épaisseur des terrains affleurant.

¹⁵ Le foisonnement d'un terrain (roche ou sol) est sa capacité à augmenter de volume apparent lorsqu'il est morcelé. On calcule le coefficient de foisonnement qui est la proportion de volume supplémentaire sur le volume initial ramené à 100. Ainsi, un décaissement de 100 m³ de matériau en place donnant suite à un volume éboulé de 120 m³ aura un foisonnement de 20 m³ et un coefficient de foisonnement de 1,20 (ou de 20%)

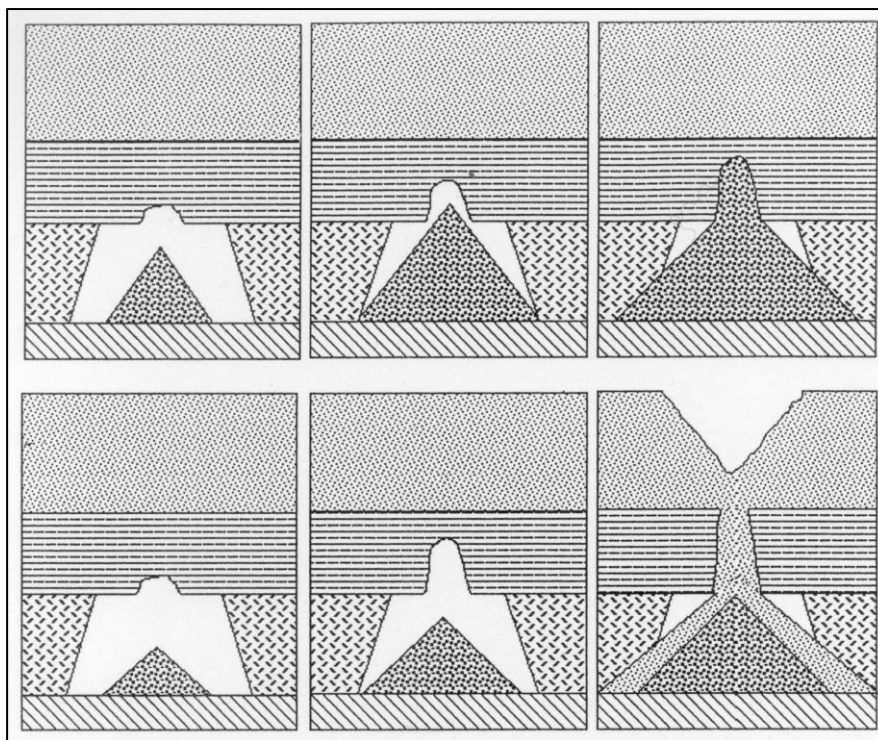


Figure 12 : Schéma de principe de la remontée d'un fontis

5.2.2.2 Evaluation de la prédisposition

Pour évaluer la prédisposition d'apparition d'un effondrement localisé, il convient de prendre en compte les facteurs suivants :

- la présence de vides à faible profondeur,
- les caractéristiques des travaux (pendage, dimensions, etc.),
- la nature de l'encaissant et du recouvrement,
- les phénomènes déjà observés en surface.

Sur l'ensemble du secteur d'étude, les galeries isolées correspondent soit à des galeries de recherche (souvent peu développées) et d'exploitation, soit à des galeries d'accès depuis la surface, creusées horizontalement, soit à une poudrière (id. 9).

D'après les plans d'exploitation, les rapports d'archives et les visites sur le terrain, on peut considérer deux type de configurations :

- les galeries les plus récentes, creusées au XIX^e siècle, servant au roulage et à l'exhaure des principaux gisements (galerie Goddard – id. 20, galerie Becquey – id. 10, galerie de la République – id. 8). Elles débouchent dans le fond des vallées. Une partie du tronçon, creusée au sein des terrains morainiques déconsolidés, est souvent maçonnée. Elles ont une forme voutée et présentent une section moyenne de 4 à 6 m². Au droit de la galerie Becquey, plusieurs effondrements sont répertoriés et des travaux de sécurisation ont été menés par MICA Environnement en 2001 ;

- les anciennes galeries d'accès aux chantiers, les galeries de recherche, voire celles d'exploitation d'un filon limité (galerie du Couloumié – id. 36, galerie du Ranet – id. 31). Elles ont été creusées à flanc de montagne, directement dans les terrains encaissants massifs et résistants (schistes, calcaires métamorphisés notamment). Les dimensions sont variables (de 1 × 1,5 m à 2 × 2 m) mais en général elles sont assez étroites, de forme ovoïdale ou quadrangulaire. Des passages de terrain plus altérés ou des passages de failles peuvent être à l'origine de montées de voûte dans le recouvrement.

Dans les deux cas, une rupture initiale du toit des galeries est possible. La hauteur limite de remontée d'un potentiel phénomène d'effondrement localisé varie et a été évaluée pour les deux configurations de recouvrement par un calcul volumétrique¹⁶ probabiliste (3000 simulations) de montée de cloche (Figure 13 et Figure 14).

Le modèle de calcul utilisé prend en compte les paramètres suivants :

- caractéristiques géométriques des galeries isolées : il s'agit de dimensions prises par défaut en fonction de ce qui a pu être observé (les dimensions de la galerie de la République ne sont pas connues avec certitude) : hauteur moyenne de 2 m et largeur moyenne de 2 m. Par défaut, le rayon de fontis maximal a été retenu comme égal à la largeur maximale de la galerie en pied du fait de la présence possible de sur-profils ;
- angle de talus naturel (pente à l'équilibre des matériaux éboulés) : ce paramètre varie selon la nature du recouvrement. Nous avons ainsi retenu 30 à 40° (valeur caractéristique par défaut pour des éboulis formés de gravier humide) pour les terrains morainiques et 50° pour les terrains rocheux ;
- coefficient de foisonnement des matériaux (capacité/aptitude à augmenter le volume après remaniement) : ce paramètre fondamental est également variable selon la nature du recouvrement. Il a été retenu, d'après le GTR¹⁷, une valeur de 1,25 représentative de sols meubles consolidés pour le recouvrement morainique et une valeur de 1,4 pour les matériaux rocheux constituant l'encaissant des galeries au rocher.

On peut également noter le battement de l'eau dans les galeries accessibles qui favorise l'apparition du phénomène d'effondrement localisé. Enfin, en considérant les travaux souterrains visités, nous avons considéré l'absence de remblayage dans les galeries.

¹⁶ Voir Evaluation du risque d'apparition d'un fontis en surface, C. Didier et R. Salmon, INERIS

¹⁷ Guide des Terrassements Routiers. LCPC – SETRA, 2000

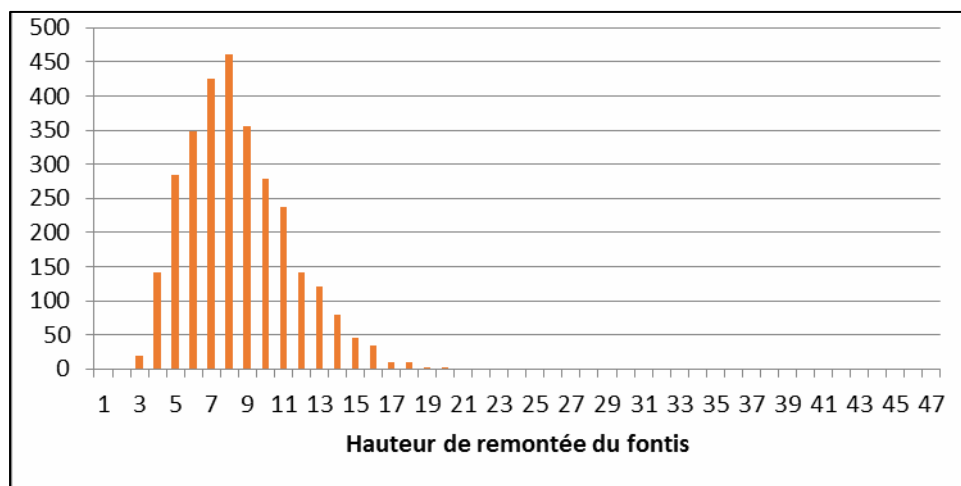


Figure 13 : Répartition des simulations (ordonnées) pour l'évaluation des hauteurs de remontée de fontis (abscisses en mètres). Encaissant terrains rocheux

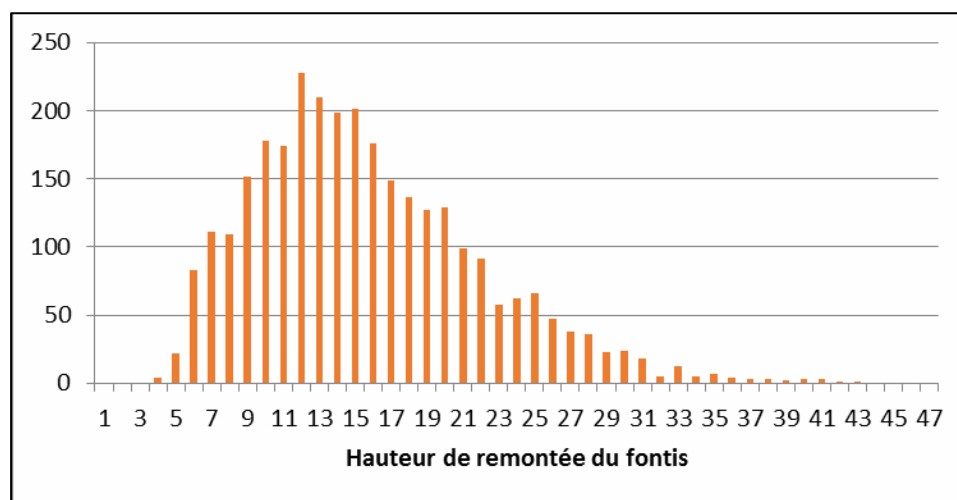


Figure 14 : Répartition des simulations (ordonnée) pour l'évaluation des hauteurs de remontée de fontis (abscisse en m) Encaissant terrains morainiques et colluvions de pente

Ces simulations, réalisées en faisant varier les paramètres dans les gammes définies ci-dessus, conduisent à :

- une hauteur de remontée de 20 m pour les cas les plus défavorables de galeries au sein d'un encaissant rocheux. Dans 90% de ces cas, le désordre se trouve bloqué en deçà de 13 m ;
- une hauteur maximale de l'ordre de 40 m dans la configuration de terrains morainiques couvrant les fonds de vallée.

Nous retiendrons à partir de ces données, une prédisposition :

- **sensible** pour les galeries isolées situées à moins de 20 m de profondeur dans les terrains rocheux (nulle au-delà) ;
- **sensible** pour les galeries isolées situées à moins de 40 m de profondeur dans les terrains morainiques et colluvions de pente ;
- **peu sensible** pour les tronçons de galeries situés à plus de 40 m de profondeur dans les terrains morainiques et colluvions de pente. En effet, au-delà de 40 m de profondeur, les calculs de remontée de fontis indiquent que la galerie serait comblée par les matériaux éboulés mais on ne peut exclure l'occurrence d'un mouvement de terrain de faible ampleur en surface.

5.2.2.3 Evaluation de l'intensité

Les effondrements localisés observés à l'aplomb des galeries creusées au rocher se situent souvent dans les premiers mètres après l'entrée et présentent des dimensions limitées. En général, ils sont allongés dans l'axe de la galerie (la largeur du désordre étant du même ordre que la largeur présumée de la galerie, soit environ 2 m).

Les deux désordres recensés (D6 et D7, Photo 16 et Photo 17) au droit de la galerie du Becquey en terrains morainiques sont en revanche beaucoup plus importants et se caractérisent par des cratères circulaires de diamètres supérieurs à 10 m.



Photo 16 : Désordre D6



Photo 17 : Désordre D7

Si on se réfère à la formule suivante [2] définissant le rayon du fontis R :

$$R = R_{\text{cloche}} + h_c \times \cot \alpha$$

Avec :

R_{cloche} : rayon de la cloche de fontis. Il est estimé à 0,5 m et 1 m en tenant compte de largeurs maximales des montées de voûtes possibles du fait d'un possible sur-profil

h_c : épaisseur des terrains peu cohérents en surface qui représentent une épaisseur limitée au droit des secteurs montagneux mais les entrées de galeries se situaient le plus souvent à la base des coteaux où les colluvions peuvent être plus importantes ;

α : angle de talus naturel. Il est estimé à 30-40° ou 50°.

L'épaisseur et la nature des terrains superficiels définissent l'intensité du phénomène. Or, pour des plaquages morainiques et les colluvions de pente, on ne connaît pas parfaitement, ni leur épaisseur, ni leur extension au droit des tronçons de galeries concernées.

Cette estimation conduit à définir les intensités des effondrements localisés potentiels suivants :

- intensité **limitée** (diamètres inférieurs à 5 m [1] [3]) pour les tronçons de galerie (exploitation et recherche) situés au sein de l'encaissant rocheux ;
- intensité **élevée** (diamètres supérieurs à 10 m [1] [3]) pour les tronçons de galerie situés dans des terrains encaissants potentiellement déconsolidés de type morainique et pouvant être saturés d'eau (terrains cartés G et E sur la carte géologique de la Figure 6) ;
- intensité **limitée** pour les tronçons de galeries à plus de 40 m de profondeur en terrains morainiques correspondant à un mouvement de terrain de faible ampleur.

Remarque : pour les galeries de la République, de Becquey et pour la galerie Goddard, on ne dispose pas d'information précise sur l'épaisseur des colluvions cartées en surface et donc sur le linéaire des galeries creusées au sein de ces formations. Cette incertitude, liée à la méconnaissance de l'état de l'ouvrage est particulièrement importante pour la galerie de la République passant à l'aplomb du village de Sem.

5.2.2.4 Evaluation du niveau d'aléa

Pour la cas général, par croisement de la prédisposition et de l'intensité (Tableau 1), le niveau d'aléa effondrement localisé est qualifié dans le Tableau 8 pour des configurations concernées.

Nature du recouvrement	Épaisseur du recouvrement	Prédisposition	Intensité	Aléa
Rocher et terrain superficiel quasi-inexistant	< 20 m	sensible	limitée	Faible
	> 20 m	nulle	-	-
Plaquages morainiques et Éboulis de pente	< 40 m	sensible	élevée	Fort
	>40 m	peu sensible	Limitée	Faible

Tableau 8 : Détermination du niveau de l'aléa effondrement localisé sur galeries isolées

Cas particulier : les deux effondrements localisés au droit de la galerie du Becquey ont déjà dû combler la galerie au-delà des travaux de « blocage » effectués par MICA Environnement à 70 m de l'entrée. Il est possible alors d'envisager la réduction du niveau de prédisposition à **peu sensible** et le niveau d'aléa à **moyen** au-delà de cette distance (tout en étant à moins de 40 m de profondeur). De même, sur les 30 premiers mètres linéaires effondrés, du travers-banc (id. 30) sur le site du Ranet, un aléa moyen croisement d'une prédisposition **peu sensible** avec une intensité **élevée** a été retenu.

On rappellera enfin la poudrière (id. 9) à Vicdessos, ouverte et intégrée à un circuit touristique. Elle a été creusée sur une dizaine de mètres au sein d'une formation calcaire massive et ne présente pas d'indice de dégradation. La prédisposition a donc été retenue à **peu sensible** et l'intensité **limitée**. Un aléa effondrement localisé de niveau **faible** y est retenu.

5.2.3 Effondrement localisé lié aux zones potentiellement affectées par des travaux miniers

La plupart des travaux miniers sur la zone d'étude ont été identifiés et localisés sur la base de plans de mines puis recalés avec plus ou moins de précision en fonction des repères levés sur le terrain.

Quelques sites n'ont toutefois pas pu être précisément localisés malgré les descriptions et les données d'archive décrivant l'historique et les configurations de travaux (galeries isolées, recherches, zones d'exploitation anciennes). Ces travaux ont été définis en zone potentiellement affectées par des travaux miniers. Il s'agit des secteurs de Nagot, de Pujol-Rouch et d'Escudelle/Bellagre, de la Graillère et du désordre D3 (site du Rancié).

Ainsi, un niveau d'aléa forfaitaire de niveau **faible** a été attribué à ce type de zone de travaux, sauf au niveau d'Escudelle Bellagre-la Graillère et du désordre D3 où la survenue des désordres D2 et D3 indique la présence de vides conséquents et donc la probabilité d'une intensité élevée. Un aléa de niveau **moyen** est ainsi retenu sur ces secteurs.

Remarque : aucun aléa effondrement localisé n'a été retenu sur les indices de travaux : Montgolier, Vicdessos, Mathe, La More, Gestès, Col de Risoul, petit Bouischet Pla-de-Soulcem et Pinet compte tenu des incertitudes sur la localisation de ces indices.

5.2.4 Effondrement localisé lié aux zones de travaux souterrains

Cette approche de l'aléa concerne plus spécialement le gisement du Rancié et dans une moindre mesure celui de Lercoul (site de La Canale, Benazet, Bouischet, la Tire, Saint-Jean-de-Luth) qui se caractérisent par des travaux en dépilages.

5.2.4.1 Phénomènes redoutés

Lorsque des travaux miniers d'exploitation subverticaux ont été réalisés trop près de la surface, dans des zones d'altération potentielle de terrains, on peut s'attendre à la rupture de la dalle de terrain résiduelle formant le pilier-couronne. Les efforts tranchants s'appliquant au niveau des épontes peuvent dépasser la résistance au cisaillement des terrains et mettre en péril la stabilité du toit laissé en place dans les travaux souterrains. Une telle rupture peut se traduire relativement soudainement par l'apparition d'une rupture franche des terrains en surface en forme de « gouttière », selon l'axe du chantier exploité.

Dans le cas d'un gisement filonien caractérisé par un amas minéralisé comme au Rancié, les travaux de dépilage ont laissé des vides résiduels importants proches de la surface (Photo 18).



*Photo 18 : Exemple de vide résiduel proche de la surface
(site de la Roque – Rancié)*

5.2.4.2 Evaluation de la prédisposition

Pour évaluer la prédisposition à ce type de rupture il convient de prendre en compte :

- la présence de phénomènes répertoriés sur le site dans des configurations identiques : Au moins deux effondrements majeurs s'apparentant à ce type de rupture. Ils sont situés sur le site du Rancié ;
- les caractéristiques des filons : le gisement du Rancié est le plus important et se présente sous la forme d'un amas de géométrie complexe avec des épontes massives mais irrégulières. Les différents filons exploités à Lercoul étaient plus linéaires mais plus disparates et moins productifs ;
- la profondeur des travaux : ils se sont développés, pour le Rancié, avec l'exploitation d'amas (Figure 2) étagés sur 600 m de profondeur dont des niveaux très peu profonds (~10 m) ;
- le volume des vides résiduels : celui-ci est important dans le cas du Rancié. Si les secteurs exploités de la grande colonne semblent avoir fait l'objet de remblayage par des éboulis, on note la présence de vides résiduels importants, notamment à proximité de la surface (salles de plusieurs centaines de m³ de l'Auriette, de la Roque, notamment). En revanche les volumes de vides résiduels semblent plus limités sur le site de Lercoul : dépilages limités entre les galeries de niveaux avec des largeurs de quelques mètres.

Nous proposons de définir une prédisposition **sensible** aux ruptures de piliers-couronnes à l'ensemble des travaux d'exploitation du Rancié et de Lercoul.

5.2.4.3 Evaluation de l'intensité

Par nature, ces événements sont généralement soudains et peuvent affecter des zones allongées en surface dans la direction du filon (alignées sur le toit des chantiers souterrains) sous forme d'effondrement massifs avec des bords d'arrachement sub-verticaux. La largeur de ces effondrements varie selon l'épaisseur du gisement excavé et la forme des épontes. Notons également que la topographie marquée accentue les largeurs des effondrements (vers l'amont) au moment de leur ouverture en surface.

Compte tenu de ces informations, nous avons retenu :

- une intensité **élevée** (diamètre supérieur à 10 m) pour les travaux du Rancié qui relèvent d'un aléa effondrement de grande ampleur. Le toit de ces chambres peut également être le siège de fontis « classiques ». Toutefois, les ruptures des épontes en profondeur et des piliers-couronnes près de la surface ont affecté des zones étendues et le phénomène majorant est le seul retenu ;
- une intensité **modérée** (diamètre compris entre 5 et 10 m) pour les travaux de Lercoul (versant est : notamment Benazet et Bouischet) où les chantiers souterrains apparaissent plus modestes.

5.2.4.4 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition avec l'intensité (Tableau 1), le niveau d'aléa effondrement localisé lié à la rupture des piliers-couronnes est qualifié de :

- **fort** pour le site du Rancié englobant toute l'emprise des travaux souterrains avérés sur le flanc ouest du pic de Ganchet ;
- **moyen** pour les travaux menés sur la commune de Lercoul à l'est, notamment pour les travaux de Benazet et de Bouischet.

5.3 Evaluation de l'aléa tassement sur dépôts

Le phénomène de tassement se manifeste par la réduction de volume d'une couche de matériaux, du fait notamment du réarrangement des particules qui la constituent et de la diminution de sa porosité. Ce phénomène peut se déclencher sous l'action de perturbations extérieures (application d'une surcharge, battement de nappe d'eau, sollicitations vibratoires, etc.) ou sous l'effet du poids des terrains.

Dans le cadre de l'après-mine, on parle de tassement lorsque les mouvements du sol ne résultent pas de l'extraction du minerai (et donc de la création de vides souterrains) mais s'expliquent par la compaction d'un massif meuble (amas de matériaux granulaires) ou affecté indirectement par les travaux souterrains (terrains foudroyés, effondrés, ...).

Remarque : au-dessus des travaux miniers les plus superficiels, il pourrait être envisagé un aléa tassement, mais nous verrons que ces zones sont déjà couvertes par l'aléa effondrement localisé majorant. L'aléa tassement sur travaux souterrains n'est donc pas cartographié.

Les dépôts miniers inventoriés sont constitués de blocs relativement homogènes et dont la taille varie de quelques millimètres à quelques centimètres. Ils sont pour la plupart situés en forêt et n'ont jamais été remaniés.

Parmi les dépôts recensés, notamment Dp1 et Dp8, aucun cas de tassement lié à ce mécanisme n'a été porté à notre connaissance. On notera que l'absence de bâtiments, d'infrastructures ou d'activités humaines au droit de ces zones ne permet pas l'observation ou le suivi de ce type de phénomène.

Faute de données plus détaillées, nous proposons de définir forfaitairement une aléa tassement de niveau **faible** pour l'ensemble des dépôts. Ce niveau est issu du croisement d'une prédisposition **peu sensible** avec une intensité **limitée**.

5.4 Evaluation de l'aléa mouvement de pente de matériaux meubles

Des mouvements superficiels peuvent être envisagés sur l'ensemble des flancs des dépôts recensés sur les sites miniers étudiés et notamment ceux en forme de verse suivant la topographie.

5.4.1 Evaluation de la prédisposition

La prédisposition à ce type de mouvements de terrain dépend de la pente, de la nature des matériaux qui constituent les talus, de la végétalisation et de la configuration du terrain d'assise. Elle peut être aggravée par des mises en charge hydrauliques locales et éventuellement par des phénomènes d'érosion et/ou des prélèvements anthropiques.

Deux configurations de dépôts ont été observées sur l'ensemble des sites étudiés (Tableau 6) :

- configuration 1 : les dépôts de type plateforme et/ou dont la pente est généralement inférieure à 20° (dépôts Dp2, Dp4, Dp8, Dp9, Dp10, Dp11 et Dp12). Ces dépôts présentent des caractéristiques de monticules, plateformes ou plaquages ; ils sont relativement plans et végétalisés. Une prédisposition **peu sensible** est retenue ;
- configuration 2 : les dépôts de type verse dont la pente est estimée localement à plus de 20° (dépôts Dp1, Dp3, Dp5, Dp6 et Dp7). Ils correspondent à des verses à la sortie d'anciennes galeries s'étalant dans la pente du terrain naturel ou pour le dépôt Dp1 à un ancien dépôt tampon. La plupart sont végétalisés. Une prédisposition **sensible** est retenue.

Remarque : le dépôt Dp7 (verse de Couloumié) a été récemment retaluté pour l'aménagement d'un chemin forestier et fait apparemment l'objet de grattages par des chercheurs de minéraux.

5.4.2 Evaluation de l'intensité

C'est le volume de matériau susceptible d'être mis en mouvement qui influe sur l'intensité de ces mouvements de pente.

Conformément aux caractéristiques et dimensions estimées (hauteurs et superficie) des dépôts de configuration 1, on retiendra des phénomènes de petits ravinements (intensité **très limitée**). Ainsi, compte tenu du niveau de prédisposition affiché, l'aléa mouvement de pente peut être négligé pour ces dépôts de configuration 1.

Pour les dépôts de configuration 2, les phénomènes attendus sont du type ravinement voire glissement superficiel. Le phénomène de glissement profond (plan sur plan sur le terrain naturel penté) n'a pas été retenu, ces dépôts étant très anciens et les déversements ayant dû se faire à l'angle de talus naturel. Compte tenu de la dimension des pentes des talus, les volumes mobilisables ne seront certainement pas supérieurs à 100 m³. D'après les classes d'intensité admises, une intensité **limitée** est proposée.

5.4.3 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition avec l'intensité, nous retenons un niveau **faible** pour les dépôts de configuration 2. L'aléa glissement de pente de matériaux meubles ne concerne pas les dépôts de la configuration 1.

5.5 Evaluation de l'aléa mouvements de pentes rocheuses

Ces mouvements relèvent de la mobilisation de masses rocheuses plus ou moins volumineuses se détachant des parois et se propageant au pied des fronts rocheux concernés. Rappelons qu'ici, cet aléa peut être défini sur les configurations de sites suivants :

- au droit des surfaces d'arrachement des deux grands effondrements répertoriés sur le site du Rancié (Photo 10 et Photo 11). Ces secteurs se caractérisent par des ruptures topographiques marquées et sub-verticales où des blocs rocheux pluridécamétriques se sont décrochés des fronts verticaux amonts (lesquels semblent en outre non stabilisés) ;
- au niveau des grandes entrées en cavage du gisement du Rancié (Auriette, Poutz, la Roque notamment) (Photo 14). Ces anciennes exploitations creusées à flanc de montagne puis prolongées en souterrain forment des « grottes » avec des surplombs rocheux présentant un aléa avéré en termes d'éboulement ;
- le long des tranchées d'exploitation profondes (Photo 19 et Photo 20) qui constituent une partie des sites d'extraction anciens, par exemple la Canale, Benazet, Vieux Bouischet.

La caractérisation de l'aléa mouvement de pentes rocheuses doit tenir compte à la fois du mécanisme de déstabilisation du front rocheux et des effets de propagation vers l'aval.

5.5.1 Evaluation de la prédisposition

Pour la sensibilité, plusieurs facteurs, qui contribuent à influencer la prédisposition des fronts rocheux concernés par ce phénomène, ont été observés. On retiendra notamment :

- la présence de blocs basculés dont certains semblent relativement récents et qui traduisent une activité de mouvement (blocs tombés au sol, éboulements, cassures fraîches sur les fronts). C'est notamment le cas dans les « chaos » de blocs situés au droit des anciens effondrements du Rancié (Photo 10 et Photo 11) ou au droit des anciennes entrées en cavage ;
- la géométrie des fronts (hauteur) et le réseau de discontinuités qui favorisent le découpage de masses rocheuses instables et facilitent leur rupture (naturelle ou provoquée par des purges) (Photo 19 et Photo 20) ;
- des facteurs extérieurs qui jouent un rôle aggravant : les phénomènes climatiques de type gel/dégel amplifiés en montagne, l'existence de sollicitations dynamiques (zone sismique).

Une prédisposition de niveau **sensible** est retenue pour les trois configurations.



Photo 19 : Blocs < 10m³ tombés au droit de la galerie St Barbe Rancié



Photo 20 : Front découpé d'une ancienne tranchée d'exploitation de Lercoul

5.5.2 Evaluation de l'intensité

Pour discriminer les classes d'intensité, c'est le volume de matériau mis en mouvement qui est retenu. A partir de l'examen visuel réalisé in situ, les intensités retenues sont :

- **élevée** pour les fronts d'arrachement des anciens effondrements du Rancié et en particulier le long des falaises amont ;
- **modérée** pour les entrées en cavages des travaux du Rancié ;
- **modérée** pour les fronts des anciennes tranchées à ciel ouvert.

5.5.3 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition et de l'intensité (Tableau 1), le niveau d'aléa est qualifié de :

- **fort** pour les fronts d'arrachement, notamment les parties amont des grands effondrements situés au droit du gisement du Rancié ;
- **moyen** pour les fronts rocheux situés le long des entrées en cavage du Rancié et le long des fronts de taille des anciennes tranchées d'exploitation à ciel ouvert.

Cet aléa ne concerne pas les indices de fouilles ponctuels.

5.6 Cartographie des aléas

La cartographie de l'aléa doit nécessairement prendre en compte :

- l'extension latérale possible des désordres en surface. L'expérience montre en effet que les phénomènes redoutés ne se limitent pas à l'aplomb strict des secteurs souterrains « sensibles » ni aux limites exactes des dépôts, des fronts rocheux et des ODJ à l'origine des aléas, mais peuvent déborder, parfois très largement, sur des terrains adjacents ;
- les incertitudes inhérentes au géoréférencement des plans miniers disponibles et à la géolocalisation des ouvrages débouchant au jour (calage des plans miniers sur un fond topographique).

5.6.1 Cartographie de l'aléa effondrement localisé

Remarque préalable : les différents types d'effondrements localisés analysés ont été reportés sur la même carte en gardant un affichage distinct pour :

- les effondrements localisés sur puits ;
- les effondrements localisés sur galeries isolées et travaux souterrains.

5.6.1.1 Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

Le rayon de la zone d'aléa est défini à partir du centre du puits et comprend (Figure 15) :

- ✓ Le rayon du puits : « r_p »

Remarque : forfaitairement, un diamètre de 2 m a été retenu pour l'ensemble des puits dont les dimensions ne sont pas connues.

- ✓ L'incertitude globale de localisation des puits : « I »

Remarque : cette valeur s'ajoute au rayon r_p , et prend en compte l'incertitude du support cartographique, dans le cas présent, la BD Ortho® de l'IGN, mais aussi l'incertitude sur la localisation des puits. Elle varie entre 3 et 10 m selon l'ouvrage considéré.

- ✓ La marge d'influence : « E »

Remarque : cette valeur est relative à l'extension latérale du cône d'effondrement attendu :

$$E = h_c \times \cotan(\alpha) = h_c \times \tan(90^\circ - \alpha), \text{ soit } 2,5 \text{ à } 5 \text{ m ici.}$$

Avec h_c correspondant à l'épaisseur des terrains déconsolidés de sub-surface, soit 3 m, et α correspondant à l'angle de talus naturels des terrains de subsurface, 30-40° pour les terrains morainiques et 50° pour les terrains rocheux.

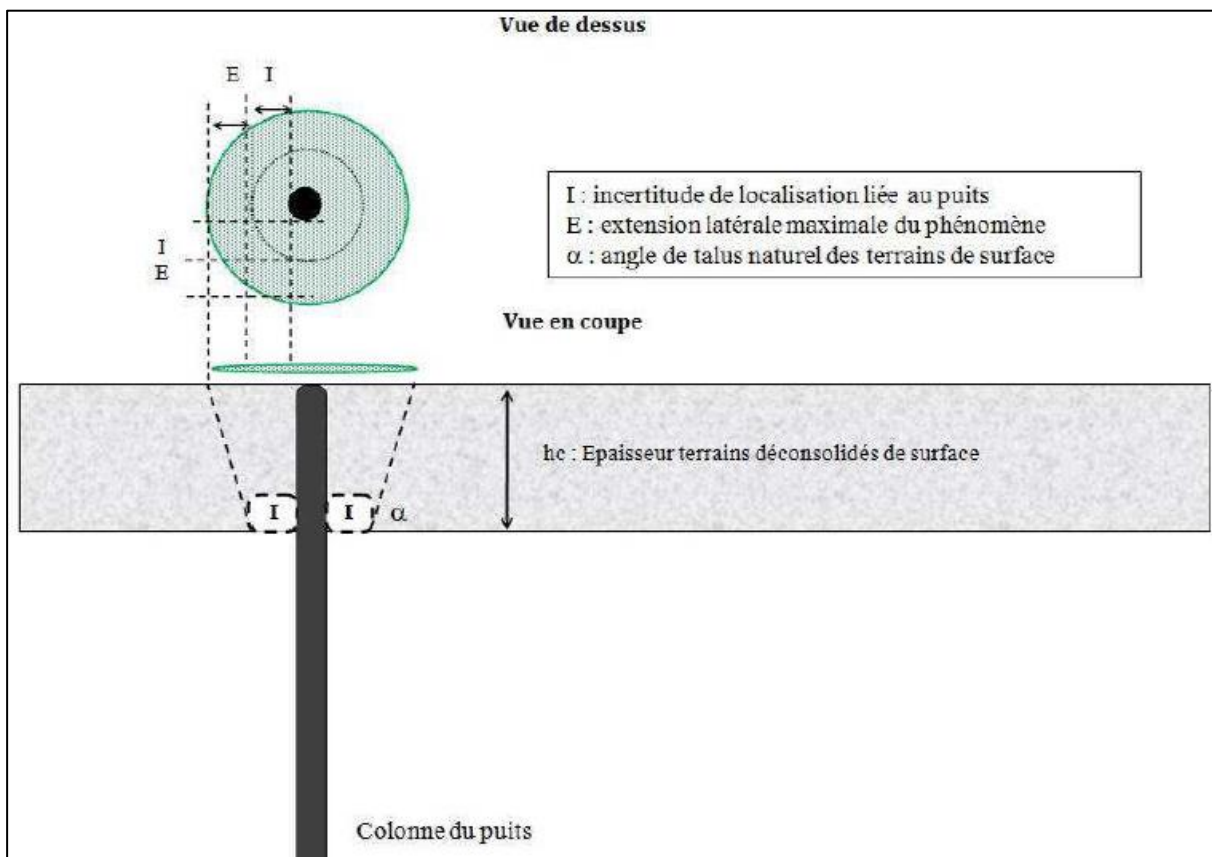


Figure 15 : Cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à un puits (source INERIS)

5.6.1.2 Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et travaux souterrains avérés et supposés

➤ Zone de galeries

Un raisonnement identique au précédent, permet de définir les marges de la zone d'aléa relative à un effondrement localisé de type fontis initié au toit d'une galerie isolée sur sa portion située entre la surface et une profondeur seuil (ici 20 m et 40 m). Ces marges sont définies à partir du tracé des cavités issu du calage des plans miniers et comprennent (Figure 16) :

- ✓ l'emprise de la zone de travaux,
- ✓ l'incertitude globale de localisation des galeries : « I »,

Remarque : elle est issue de l'incertitude du plan sur laquelle se trouve cet ouvrage (incertitude intrinsèque, incertitude liée à la reproduction du plan, incertitude liée à l'opération de calage et incertitude du fond BD Ortho de l'IGN). Les valeurs de cette incertitude varient de 3 à 30 m.

- ✓ la marge d'influence : « E »,

Remarque : cette valeur est relative à l'extension latérale du cône d'effondrement attendu.

Cette valeur E peut être limitée à 1 m lorsque les galeries sont creusées au rocher avec une épaisseur de terrain superficiel inexistante. En revanche, en présence de terrains morainiques ou de colluvions de pente (dont l'épaisseur est parfois difficile à estimer), h_c peut être égal à la profondeur H de la galerie et de fait E est de l'ordre de $H/2$. En croisant le plan des travaux avec la carte géologique (document général au 1/50000^e), cette marge sera limitée à l'emprise des terrains morainiques.

Cette incertitude importante ne vaut que pour la superposition entre le tracé de la galerie de la République et l'emprise du village de Sem (Figure 17). Il est très probable que l'épaisseur des terrains morainiques soit faible et que le tronçon de galerie concerné soit limité mais aucune donnée n'a été trouvée sur le creusement de cette galerie.

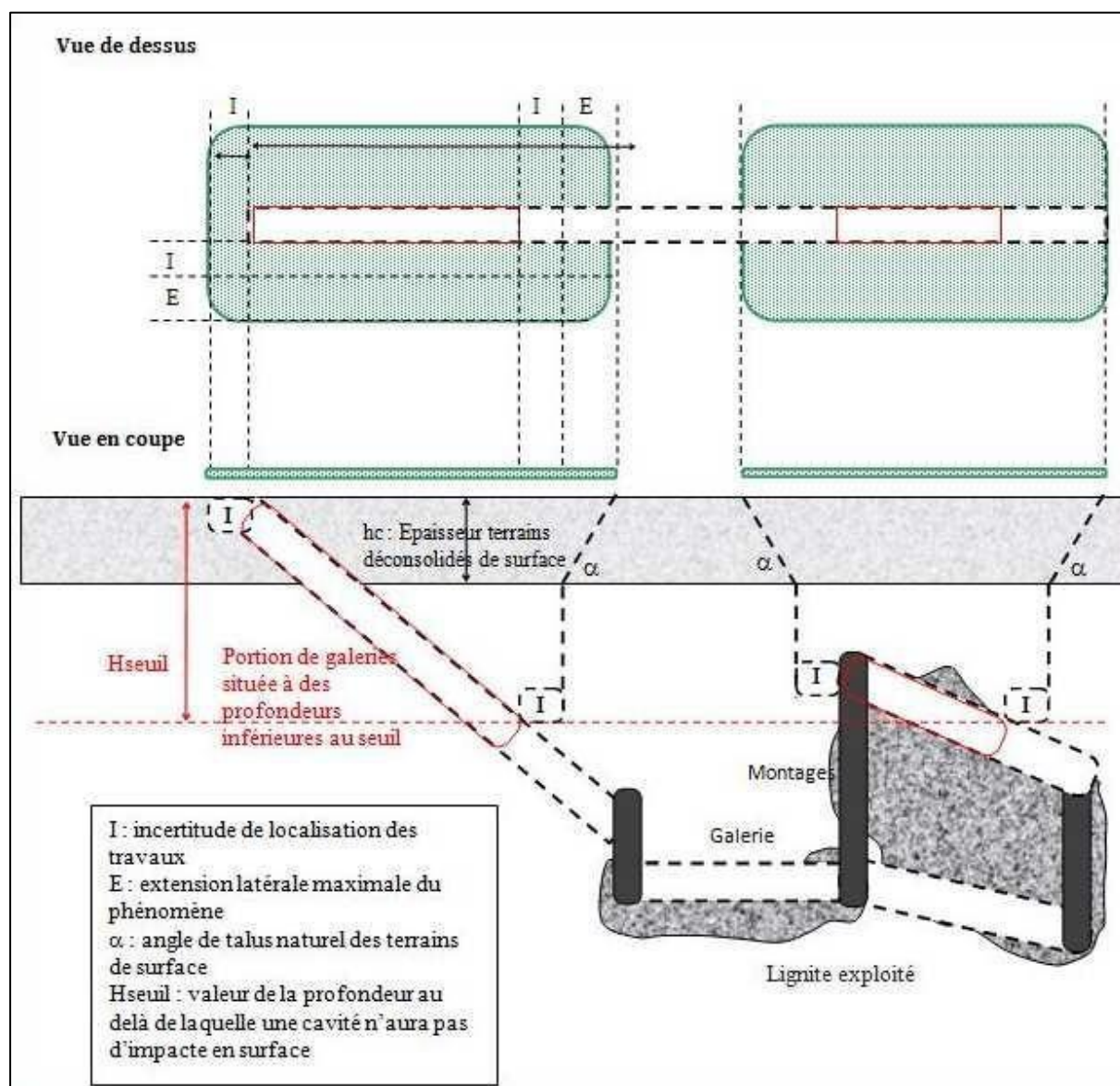


Figure 16 : Représentation schématique de la cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à la présence de travaux de type galerie isolée

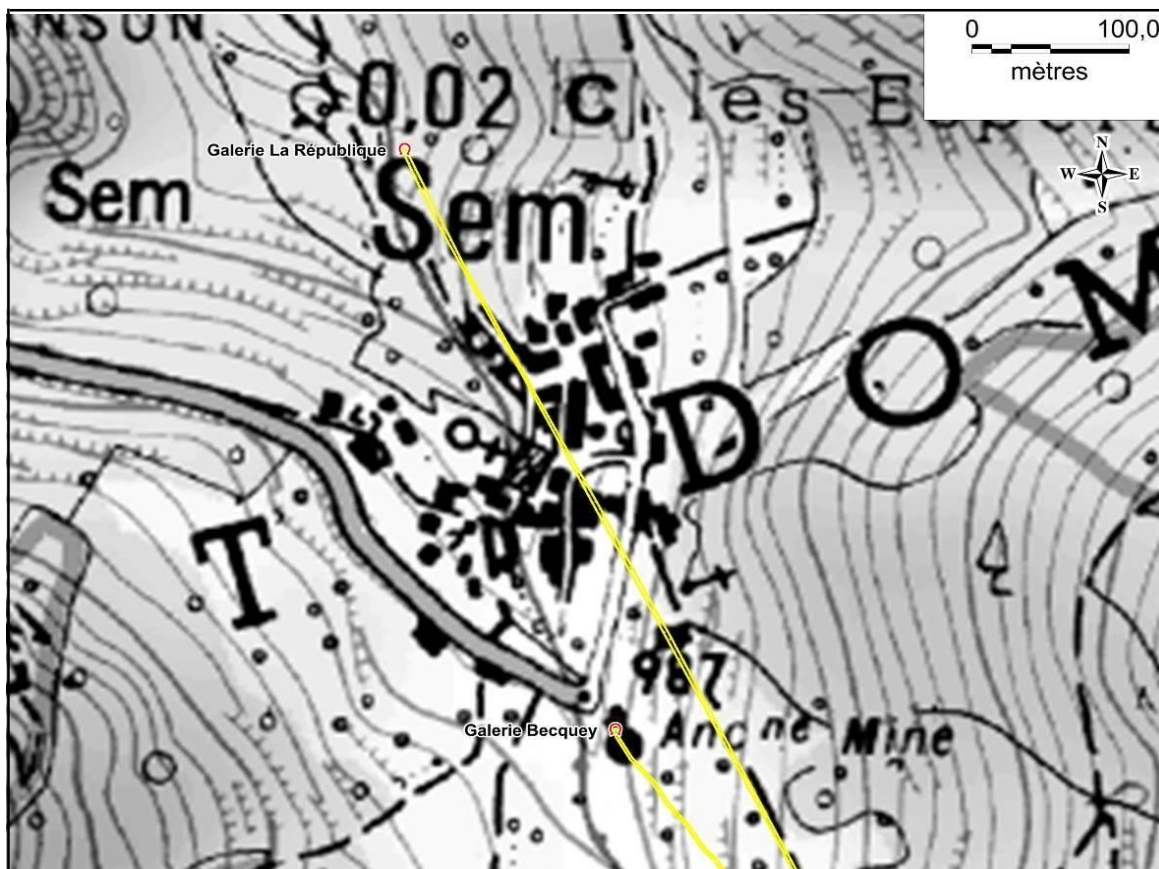


Figure 17 : Localisation de la galerie de La République par rapport à l'emprise du village de Sem, concession du Rancié

➤ Zone de chantiers souterrains

La représentation de ces zones d'aléas est étroitement liée à la précision de la localisation des travaux souterrains et de la couronne des colonnes dépilées.

Malgré la relative bonne précision sur l'emprise globale de ces zones de travaux avérées (comprise entre 3 et 50 m), la délimitation entre les zones stériles (traversées par des galeries isolées) et les zones de travaux portant sur des colonnes minéralisées, n'est pas possible. Il est fort probable que les galeries principales au sein des colonnes dépilées se confondent avec le tracé de l'emprise des travaux.

La plupart des filons étant sub-verticaux, la cartographie des aléas est « centrée » au droit des galeries d'infrastructure et des travaux les plus proches de la surface.

En conséquence, les emprises des zones d'aléa lié aux effondrements de piliers-couronnes sur les zones de dépilages seront tracées autour de toute la zone de travaux (et non uniquement autour des galeries de tête¹⁸) en tenant compte de deux marges :

- I, incertitude globale de localisation des zones de travaux avérées. Les valeurs de cette marge varient de 5 à 30 m ;
- E, marge supplémentaire relative à l'extension latérale du cône d'effondrement, calculée par rapport à l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface et l'angle de talus naturel α . Cette valeur reste négligeable par rapport à l'emprise des travaux dépilés. E est de l'ordre de 1 m car de tels chantiers ont quasi-exclusivement été menés en terrains rocheux.

Pour le cas du Rancié où le pendage général des travaux est connu (entre 75° et 85° vers le sud) et où on dispose d'un plan projeté des travaux jusqu'aux niveaux les plus bas, nous avons cartographié l'aléa forfaitairement sur une bande d'une centaine de mètres à partir des affleurements amont du gisement (côté nord). Cette bande intègre les limites aval des deux anciens effondrements répertoriés sur le site.

➤ Zones potentiellement affectées par des travaux miniers

Compte tenu des incertitudes et des approximations des tracés des enveloppes de ces zones potentiellement affectées par des travaux miniers, la zone d'aléa effondrement localisé correspond exactement aux limites de l'enveloppe de la zone potentiellement affectée par des travaux miniers ; aucune marge supplémentaire n'est intégrée.

5.6.1.3 Cartographie de l'aléa tassement sur dépôts

La cartographie de l'aléa tassement sur dépôts concerne l'emprise exacte des dépôts à laquelle s'ajoute l'incertitude de localisation retenue à 5 m dans le cas présent. Nous considérons qu'il n'y a pas de marge d'extension latérale puisque les tassements se manifestent au droit exact des dépôts.

Remarque : l'extension limitée des dépôts ne permet pas de dissocier la plateforme sommitale des flancs de dépôt que l'on pourrait exclure de l'aléa tassement. Ainsi, toute l'emprise du dépôt soumis à l'aléa est cartographié en tassement.

5.6.1.4 Cartographie de l'aléa mouvement de pente de matériaux meubles

Les mouvements de pente de matériaux meubles (glissements superficiels) se développent sur les talus pentés des dépôts en verse. Étant données les hauteurs / épaisseurs limitées des dépôts concernés (< 10 m), les marges d'extension à l'aval et à l'amont des versants de tels mouvements superficiels de pente potentiels sont très limitées. Ainsi, seule la marge liée à l'incertitude de position des zones de dépôts a été appliquée, cette dernière est de 5 m. Elle intègre les marges d'extension.

¹⁸ Cas théorique non applicable ici car les voies de tête ne sont pas discernables au sein des zones de travaux

5.6.1.5 Cartographie de l'aléa mouvement de pentes rocheuses

La cartographie de l'aléa associée à ce type de phénomène est généralement déduite de la position de la ligne de crête du front de découverte soumise au glissement, en tenant compte d'une marge d'extension amont (ou marge de recul) et d'une marge d'extension aval (Figure 18).

La zone aval est concernée par la propagation de la chute de blocs ou de l'éboulement. Lorsqu'il n'est pas observé sur le terrain de zones d'éboulement actives, il est courant de considérer, la hauteur de la pente H.

La zone de propagation en aval peut être beaucoup plus étendue si la surface en pied est pentée. L'utilisation de logiciels de trajectographie n'a toutefois pas été retenue et une approche forfaitaire a été appliquée. Dans le cas présent nous avons considéré :

- Pour l'aléa relatif aux bords des grands effondrements du Rancié :
 - ligne de crête : la ligne des fronts rocheux situés en amont de la cuvette ;
 - marge amont correspondant forfaitairement à 20 m ;
 - marge aval limitée à l'emprise du « chaos » rocheux existant.
- Pour l'aléa relatif aux entrées en cavages et aux fronts des anciennes tranchées d'exploitation, ligne de crête centrée sur les fronts rocheux (identifiables sur le scan25® de l'IGN) et des marges amont/aval forfaitaires de 5 ou 10 m (selon l'ordre de grandeur des hauteurs de ces fronts).

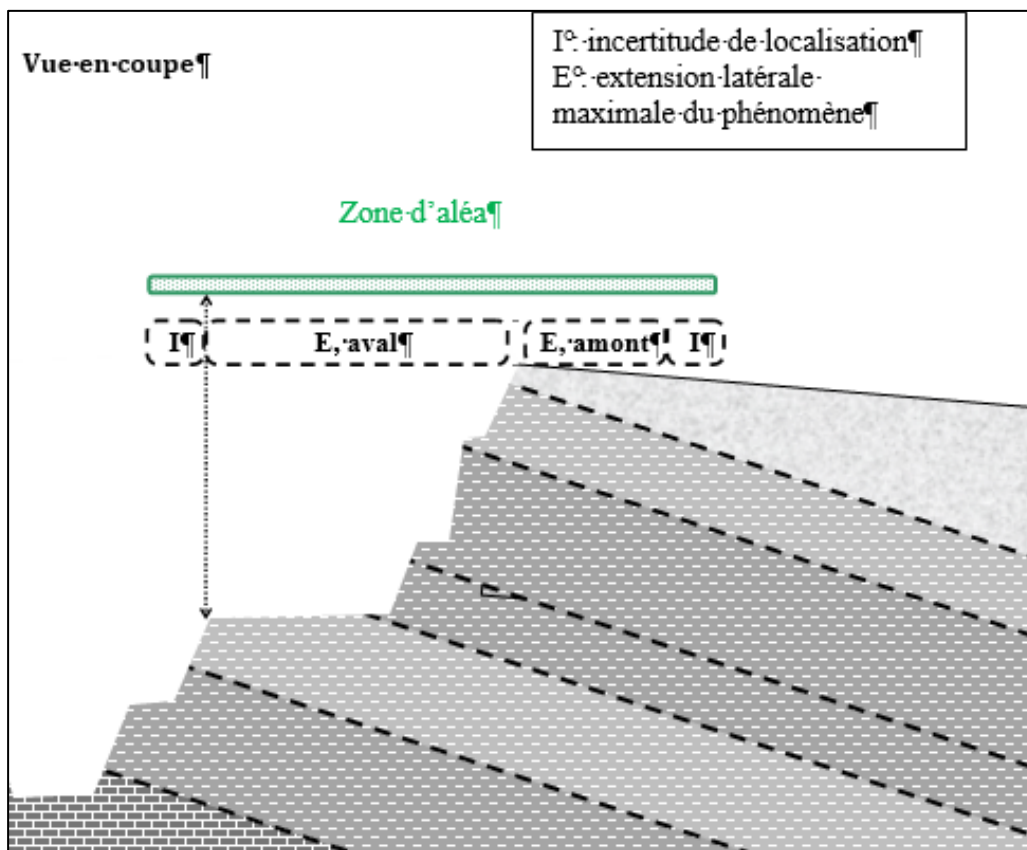


Figure 18 : Principe du zonage de l'aléa mouvement de pente rocheuse

6 CONCLUSION

Le district minier d'Auzat / Le Rancié se situe sur les 4 communes suivantes situées dans les départements de l'Ariège : Auzat, Lercoul, Siguer et Val-de-Sos¹⁹. Ces communes sont concernés par les travaux miniers en lien avec les titrés miniers étudiés (concessions du Rancié et de Lercoul pour fer, de Ranet pour cuivre).

La phase informative a permis d'inventorier sur le secteur d'étude 39 ouvrages débouchant au jour de type, puits et entrée de galerie, 12 dépôts et 16 désordres.

Lors de la phase d'évaluation des aléas, il a été retenu (Tableau 9) :

- l'aléa effondrement localisé avec des niveaux faible, moyen et fort, au droit des ouvrages débouchant au jour et des galeries et des travaux souterrains situés à moins de 20 ou 40 m de profondeur suivant la configuration géologique,
- l'aléa tassement avec un niveau faible, en lien avec les dépôts inventoriés,
- l'aléa mouvement de pente de matériaux meubles avec un niveau faible, en lien avec les dépôts ayant des configurations les plus défavorables (pente de plus de 20°),
- l'aléa mouvement de pentes rocheuses avec des niveaux moyen et fort, en lien avec la présence des fronts rocheux et de fronts d'arrachement. Avec une intensité modérée, ce type de mouvement s'apparente à des chutes de blocs ; avec une intensité élevée, il s'apparente à des éboulements.

Aucun aléa n'a été retenu pour les indices de travaux et de fouilles.

Les enveloppes d'aléa concernent les communes d'Auzat, Lercoul, Siguer et Val-de-Sos (anciennes communes de Sem et Vicdessos). Les terrains concernés sont peu urbanisés, de type agricole, montagneux avec des zones boisées. Selon la BD Ortho[®] de l'IGN année 2008, plusieurs bâtiments sont concernés par de l'aléa effondrement localisé de niveau fort ou moyen :

- au niveau du village de Sem à l'aplomb de la galerie de la république (aléa fort),
- au Sud du bourg de Sem, à l'aplomb de la galerie Becquey (aléa fort ou moyen),
- sur la commune d'Auzat à l'aplomb du TB du Ranet, hameau du Ranet d'en bas (aléa fort).

Compte tenu de la présence d'enjeux en aléa de niveau fort et dans le cadre de la gestion du risque lié à l'aléa effondrement localisé, des investigations par forages sont d'ores et déjà programmées sur ces secteurs.

¹⁹ La commune de Val-de-Sos regroupe, depuis le 1^{er} janvier 2019, les anciennes communes de Goulier, Sem, Suc-et-Sentenac et Vicdessos

Phénomène attendu	Détails sites / travaux / configurations	Prédisposition	Intensité	Aléa
Effondrement localisé lié aux puits ²⁰	puits de Lercoul	Sensible	Modérée	Moyen
	puits (ou bure) Poutz	Peu sensible	Modérée	Faible
Effondrement localisé lié aux galeries et aux travers-bancs (y compris les exploitations de Ranet et de Couloumié)	situés au sein d'un encaissant rocheux < 20 m de profondeur	Sensible	Limitée	Faible
	situés au sein d'un encaissant rocheux > 20 m de profondeur	-	-	-
	situés dans un encaissant de colluvions et d'éboulis < 40 m de profondeur	Sensible	Élevée	Fort
	Galerie Becquey : zone des fontis D6 et D7 Travers-banc du Ranet (id. 30) : les 30 premiers mètres linéaires	Peu sensible	Élevée	Moyen
	situés dans un encaissant de colluvions et d'éboulis > 40 m de profondeur	Peu sensible	Limitée	Faible
	Galerie de la poudrière	Peu sensible	Limitée	Faible
Effondrement localisé lié à la rupture du pilier-couronne des dépilages des filons	Secteur du Rancié	Sensible	Élevée	Fort
	Secteur de Lercoul (La Canale, Bouischet, Benazet)	Sensible	Modérée	Moyen
Effondrement localisé sur zones potentiellement affectées par des travaux miniers	Nagot, Pujol-Rouch, Escudelle/Bellagre, Graillère	Peu sensible	Modérée	Faible
	Désordres D2 et D3	Peu sensible	Elevée	Moyen
Mouvement de pente rocheuse	Bordures des effondrements du Rancié	Sensible	Élevée	Fort
	Fronts des tranchées et accès en cavages	Sensible	Modérée	Moyen
Mouvement de pente de matériaux meubles	Config 2 : vers 1, 3, 5, 6, 7	Sensible	Limitée	Faible
Tassement lié aux dépôts	Dépôts de Config 1 et 2	Peu sensible	Limitée	Faible

Tableau 9 : Synthèse des aléas retenus sur le secteur d'étude

²⁰ Par analogie avec les deux puits concernés par l'aléa effondrement localisé de niveaux faible et moyen, le petit puits Bouischet devrait l'être aussi. Néanmoins, en l'absence de localisation du petit puits Bouischet, cet aléa ne peut être affiché à l'heure actuelle

7 BIBLIOGRAPHIE

Documents de référence

- [1] INERIS (2017). « Guide d'évaluation des aléas miniers », document INERIS référencé INERIS-DRS-17-164640-01944A
- [2] GEODERIS (2012). Guide pratique pour l'homogénéisation des études détaillées des aléas miniers – Volet « effondrement localisé ». Rapport GEODERIS N2012/010DE – 12NAT2210, 38 p., 5 ann.
- [3] « Nouvelles consignes de cartographie de l'aléa effondrement localisé sur travaux avérés et travaux supposés », document GEODERIS référencé N2012/016DI – 12NAT2210
- [4] Typologie des événements redoutés au droit d'exploitations pentées et/ou filoniennes – Contribution au développement d'outils d'aide à l'évaluation des aléas dans le cadre des PPRM aléa « mouvements de terrain » pour les gisements pentés et filoniens, Rapport Ineris référencé DRS-05-55102/R02 du 22 décembre 2005
- [5] Evaluation de l'aléa « gaz de mine » dans le cadre des plans de prévention des Risques Miniers (PPRM) – Guide méthodologique – Rapport INERIS DRS-15-149493-10366A
- [6] Phénomènes d'émission de gaz de mine – Préconisations de gestion en zone à risque potentiel – Rapport GEODERIS 2019/189DEbis – 19NAT21010

Principaux documents d'archives

- [7] Synthèse monographique éditée par l'association « Rancié il était une mine » en devoir de mémoire
- [8] « Valorisation de la mine de fer de Rancié (Ariège). Étude de faisabilité pour une ouverture au public de la galerie de l'Auriette. Compte-rendu de visite et avis préliminaire » Ineris, rapport référencé DRS-01-30387/R01, 25 juin 2001
- [9] « Description de la constitution géologique et des ressources minérales du canton de Vicdessos et spécialement de la mine de Rancié », M. MUSSY, Ingénieur des Mines, 1868, Annale des Mines
- [10] « DRIRE Midi Pyrénées – Concession de la mine du Rancié (Ariège) – Surveillance des écartements des fissures. 12 janvier 2004 », GEODERIS, rapport référencé GEODERIS 03 MPY-4100-R04/RH
- [11] « Notice, Carte géologique au 1/50 000 de Vicdessos, XXI-48 », BRGM
- [12] « Inventaire des concessions minières valides et inactives de Midi- Pyrénées (substances métalliques, uranium et sel) », Rapport BRGM RR- 38198-FR pour le compte de la DRIRE Midi-Pyrénées, décembre 1994
- [13] «Rapport de mission BRGM – Recherche, prospection et observation des indices à minerais métalliques des secteurs : Nord-Arize, Montferrier, Vicdessos», Claude DUBOIS, premier semestre 1980
- [14] « Concession du Rancié (Ariège) - Compte-rendu de la réalisation des travaux de mise

en sécurité des orifices miniers », rapport MICA Environnement pour le compte de la DRIRE Midi-Pyrénées, Novembre 2001

- [15] « Mines du Rancié (SEM - Ariège) – Travaux de mise en sécurité de la galerie de l'Auriette », rapport MICA Environnement pour le compte de la DRIRE Midi-Pyrénées, Juillet 2005
- [16] « Notice géologique de la carte du Vicdessos au 1/50 000^{ème} ; XXI-48 » BRGM
- [17] « Fiche BSS002MLNK ; 10871X4002/GT – Auzat-La-Vierge (Le Couloumié ou Coulomier) » Fiche Dossier du sous-sol, Infoterre
- [18] « Fiche BSS002MMBA ; 10875X4005/GT – Pla-De-Soulcem » Fiche Dossier du sous-sol, Infoterre
- [19] « <http://curiositespyrenees.blogspot.com/2016/04/mine-de-rancie.html> » site internet faisant référence à la mine du Rancié
- [20] « <http://auzatvicdessos.free.fr/rancie.htm> » site internet faisant référence à la mine du Rancié
- [21] « La vieille métallurgie ariégeoise : REULLE (Robert), *Mines de fer et métallurgie dans le Vicdessos : Rancié : un atelier national en Haute Ariège* » Annales du Midi, 1963, page 227-228, www.persee.fr
- [22] « Le gisement de fer du Rancié : son insertion dans la paléogéographie et dans l'évolution tectonique de l'ordovicien-dévonien de la région de Vicdessos » thèse présentée par Rémy CARPENTIER, 25 janvier 1979
- [23] GEODERIS 01-A-MPY-001-R01/RH (Décembre 2001) - « DRIRE Midi-Pyrénées. Concession de la mine du Rancié (Ariège). Compte-rendu de la première visite » ;
- [24] BRGM/RP-51878-FR (octobre 2002) - « Etude structurale du versant instable de la mine du Rancié »
- [25] INERIS-DRS-02-38827/R01 (décembre 2002) – « Avis sur les risques de mouvements de versant potentiels liés à l'ancienne exploitation de fer de la mine du Rancié »
- [26] GEODERIS 02-MPY-2302-R06/RH (janvier 2003) – « DRIRE Midi-Pyrénées. Concession de la mine du Rancié (Ariège). Examen de la stabilité du versant sous-miné par l'ancienne exploitation »
- [27] GEODERIS S2013/050DE – 13MPY3201 (24/06/2013) – Concession du Rancié – Avis sur la pertinence de la poursuite de la surveillance du site de l'ancienne mine du Rancié par le DPSM – Commune de Sem (Ariège)
- [28] Delmas B. (2018) – Mise en sécurité des zones à risques résiduels sur la mine du Rancié à Sem (09) – Mémoire fin de travaux – Rapport BRGM/RP-67624-FR, 187 p., 15 ill., 14 ann.

Annexe 1

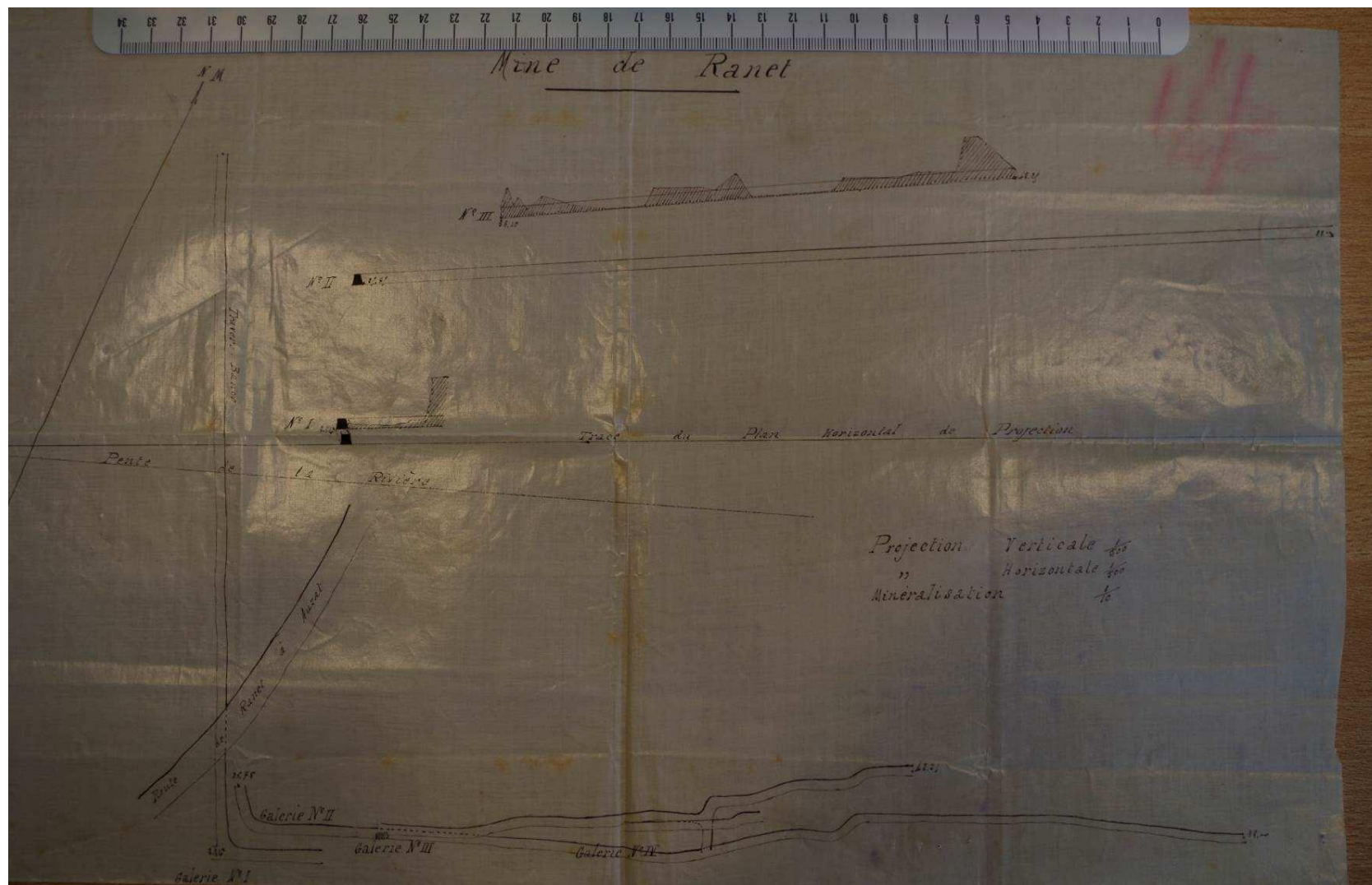
Tableau récapitulatif des plans calés et principaux plans géoréférencés

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Echelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nombre Points / Calage	Incertitude globale	Nom fichier calé	Remarques par rapport au calage
Auzat_Plan1_Ranet	Plan géométrique d'une partie du terrain de la commune d'Auzat [...]	RANET	Localisation de la "direction moyenne de l'affleurement" sur la concession de Ranet.	1/10 000	22 mars 1862	DREAL Toulouse	1051-64 (Ranet_Plans_a)	scan	3 points/conformal	50 m	Auzat_Plan1_Ranet_conformal	Points de calage : Routes
Auzat_Plan2_Ranet	-	RANET	Plan et coupe des travaux de Ranet (4 galeries)	1/500	-	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 463 (photo6660)	photo	3 points/conformal	5 m	Auzat_Plan2_Ranet_conformal	Point de calage : Entrée galerie 2 levée au dGPS. Calcul de 2 points puis vérification avec les 2 autres éléments levés sur le terrain (entrée galerie et indication axe TB). Après calage : Le décalage de la route sur plan par rapport à l'orthophotoplan est d'environ 5m.
Auzat_Plan3	Plan de la commune de Saleix et d'une partie de celle d'Auzat [...] à l'appui d'une demande en permis de fouilles pour une mine de zinc & plomb.	-	Localisation de la mine de Couloumié	1/10 000	30 mai 1860	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 25 (photo6713)	photo	4 points/conformal	100 m	Auzat_Plan3_conformal	Point de calage : Cours d'eau, Route. Calage mauvais. Mine localisée plus précisément par la BSS. Plan NON UTILISE pour la cartographie finale
Auzat_Plan4	Mines du Couloumier. Auzat-Ariège	-	Levé topographique réalisé par F. GUILLOT et D. LANGLOIS	2,5 cm : 10m	Octobre 2015	Internet	Plan libre d'accès fourni par F. GUILLOT	scan	3 points/conformal	3m	Auzat_Plan4_Couloumié_conformal	Point de calage : Galerie levée au dGPS puis calcul de 2 points.
Lercoul_Plan1	Plan de la Galerie neuve de Lercoul (Gie Goddard) et de la voie de sortie des minerais jusqu'à Siguer.	LERCOUL	Localisation des travaux de Benazet et La Canale et localisation des voies de sortie de minerai et dépôts de minerais. Eléments de surface : limites cadastrales.	1/2 500	8 août 1876	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 332 (photo6768)	photo	8 points/conformal	15 m	Lercoul_Plan1_BenazetCanale_conformal	Points de calage : Angles de parcelles sur BDParcellaire + Eléments dGPS/Plan2 calé. Suite à calage : Routes/Parcelles cadastrales + Travaux représentés sur Plan2 décalés de moins de 10m. Le plan est plus ancien que "Lercoul_Plan2". Plan utilisé à titre informatif .
Lercoul_Plan2	-	LERCOUL	Travaux de La Canale	-	9 mars 1920	DREAL Toulouse	1051-39_mine lercoul	scan	4 points/conformal	5 m	Lercoul_Plan2_Canale_conformal	Points de calage : Points levés au dGPS (terrain : Galerie Goddard, Puits, chemin, galerie effondrée en tête). Suite à calage : Plan plus complet et récent que "Lercoul_Plan1". Est utilisé pour cartographie finale.
Lercoul_Plan3	Plan régulier des terrains sur lesquels se trouve une mine de cuivre gris pyriteux argentifère.	-	Mine de cuivre sur la commune de Lercoul (canton de Videssos, quartier de houille au lieu-dit Lacana de Sistra).	10 millimètres pour 100 mètres	20 octobre 1849	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 82 (photo6697)	photo	6 points/conformal	100 m	Lercoul_Plan3_Cuivre_affine	Points de calage : Repères géographiques (sommets, cours d'eau) et cadastres. Plan très général, peu de repères géographiques.
Lercoul_Plan4	Plan d'ensemble des minières de la Tire, de Bénazet, de Jean de Luth, de la Bède - Galerie de recherche de la tire	LERCOUL	Plan des mines de Benazet et cie.	-	6 juin 1836	DREAL Toulouse	1051-39 (Lercoul_Plans_e)	scan	4 points/conformal	5 m	Lercoul_Plan4_BenazetBedeTire_conformal	Points de calage : Eléments levés au dGPS (terrain : ouvrages, tranchées).
Lercoul_Plan5	-	LERCOUL	Plan de la mine de Bouischet. Également plan de la mine de Petit Bouischet.	2 millimètres pour 1 mètre	25 juin 1836	DREAL Toulouse	1051-39 (Lercoul_Plans_c)	scan	3 points/conformal	5 m et 50 m	Lercoul_Plan5_Bouischet_conformal	Points de calage : Eléments levés au dGPS (terrain : ouvrages, tranchée). Pour "Petit Bouischet", aucune information géographique ne permet de valider la position de ces travaux (50 m sur Petit Bouischet).

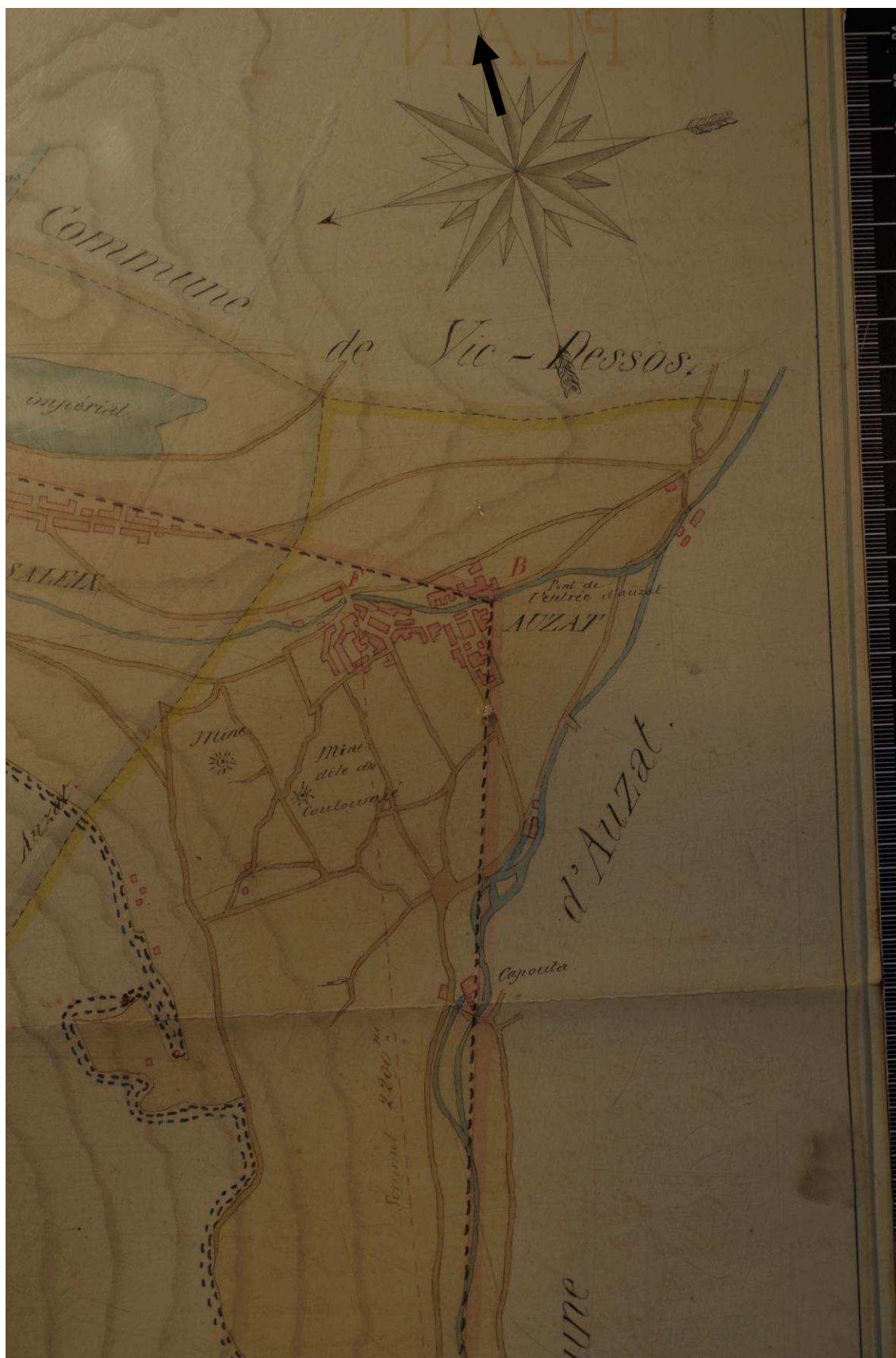
Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Echelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nombre Points / Calage	Incertitude globale	Nom fichier calé	Remarques par rapport au calage
Lercoul_Plan6	-	LERCOUL	Croquis des travaux de Benazet (intégré dans rapport)	-	-	DREAL Toulouse	1051-39 (Historique)	scan	5 points/conformal	10 m	Lercoul_Pla6_Benazet_conformal	Points de calage : Eléments vus au dGPS + Plan4. Plan calé à titre informatif .
Sem_Plan1	-	-	Localisation d'une tranchée d'exploitation sur la commune de Sem, au col de Risoul	-	-	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 140 (photo6846)	photo	5 points/conformal	5 m	Sem_Plan1_conformal	Points de calage : Angles de parcelles sur BDParcellaire. Suite à calage : Calage très bon, 5 m d'incertitude environ.
Sem_Plan2	Mine de Rancié - Représentation des travaux	RANCIE	Représentation en coupe et plan d'une partie des travaux de la mine de Rancié	-	-	DREAL Toulouse	1051-98 (Plan a)	scan	3 points/conformal	10 m	Sem_Plan2_Rancie_conformal	Points de calage : Galeries République, Becquey et Sainte Barbe, vues et levées aux dGPS.
Sem_Plan3	Entrées de Mine de la vallée de Sem	RANCIE	Position des galeries, d'après l'inventaire minéralogique de la France.	-	-	Mairie de Sem	Musée de la mine (photo7457)	photo	6 points/conformal	50 m	Sem_Plan3_Rancie_conformal	Points de calage : Sommets + Galeries Becquey et Ste Barbe. Le calage est correct (20 m) mais les triangles repérant les galeries font environ 50 m de rayon.
Sem_Plan4	Plan général des mines de fer de Rancié	RANCIE	Squelette des travaux de Rancié (+surface)	0,002 millimètres pour 1 mètre	14 mai 1864	Mairie de Sem	Musée de la mine (photo7349)	photo	3 points/conformal	15 m	Sem_Plan4_Rancie_conformal	Points de calage : Galeries Becquey, Ste Barbe, Auriette, vues sur le terrain et levées au dGPS.
Sem_Plan5	Plan général des mines de fer de Rancié	RANCIE	Squelette des travaux de Rancié (+surface)	0,002 millimètres pour 1 mètre	14 mai 1864	Mairie de Sem	Musée de la mine (photo7348)	photo	4 points/conformal	15 m	Sem_Plan5_Rancie_conformal	Points de calage : Galeries Ste Barbe, Auriette, Poutz vues sur le terrain et levées au dGPS + un point présent sur le plan "Sem_Plan4_conformal"
Sem_Plan6	-	RANCIE	Représentation en coupe et plan des travaux à Auriette, Becquey	-	-	Archives INERIS	-	scan	3 points/conformal	-	Sem_Plan6_Rancie_conformal	Points de calage : Galerie Becquey vue et levée au dGPS + Travaux digitalisés "Sem_Plan2". Plan NON UTILISE pour la cartographie finale
Sem_Plan7	Plan général des mines de fer de Rancié	RANCIE	Squelette des travaux de Rancié (+surface)	0,002 millimètres pour 1 mètre	14 mai 1864	Mairie de Sem	Musée de la mine (photo7347)	photo	4 points/conformal	15 m	Sem_Plan7_Rancie_conformal	Points de calage : Galerie St Louis, vue sur le terrain et levée au dGPS + points présents sur "Sem_Plan5_conformal"
Vicdessos_Plan1	Plan pour une demande en concession d'une mine de charbon de pierre	-	Localisation d'une mine de charbon de pierre sur la commune de Vicdessos.	10 millimètres pour 100 mètres	30 mai 1856	DREAL Toulouse	1051-108 (photo 7591)	photo	4 points/conformal	50 m	Vicdessos_Plan1_conformal	Points de calage : Scan 25 (25m incertitude). Suite à calage : Routes décalées d'environ 20m. Plan général, NON UTILISE pour la cartographie finale
Vicdessos_Plan2	-	-	Localisation d'un point de fouilles dans une parcelle cadastrale	1/2 500	-	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 160 (photo6860)	photo	3 points/conformal	15 m	Vicdessos_Plan2_conformal	Points de calage : Angles de parcelles sur BDParcellaire. Suite à calage : Calage très bon, 5 m d'incertitude environ. Mais simple croix placée au centre d'une parcelle.
Siguer_Plan1	Plan annexé à la demande en concession	-	Communes de Lercoul et Siguer. Direction (axe) des filons polymétalliques (cobalt et fer)	-	4 juillet 1880	Archives Départementales de l'Ariège	8 S 234 (photo6819)	photo	4 points/conformal	100 m	Siguer_Plan1_conformal	Points de calage : Repères géographiques pris sur orthophotoplan et BDParcellaire (sommets, cours d'eau). Plan utilisé uniquement à titre informatif (direction des filons).
FigureGeologie	Carte géologique Vicdessos	Lercoul, Rancié, Ranet	Carte géologique sur le secteur d'étude.	-	-	Geoportail	-	scan (image internet)	3 points/conformal	30 m	Figure_Geologie Sites_EDARancie_conformal	Points de calage : Routes sur Scan 25.



Auzat_Plan1_Ranet, échelle 1/10 000, 22 mars 1862, concession de Ranet



Auzat_Plan2_Ranet, échelle 1/500, non daté, concession de Ranet



Auzat_Plan3, échelle 1/10 000, 30 mai 1860, commune d'Auzat

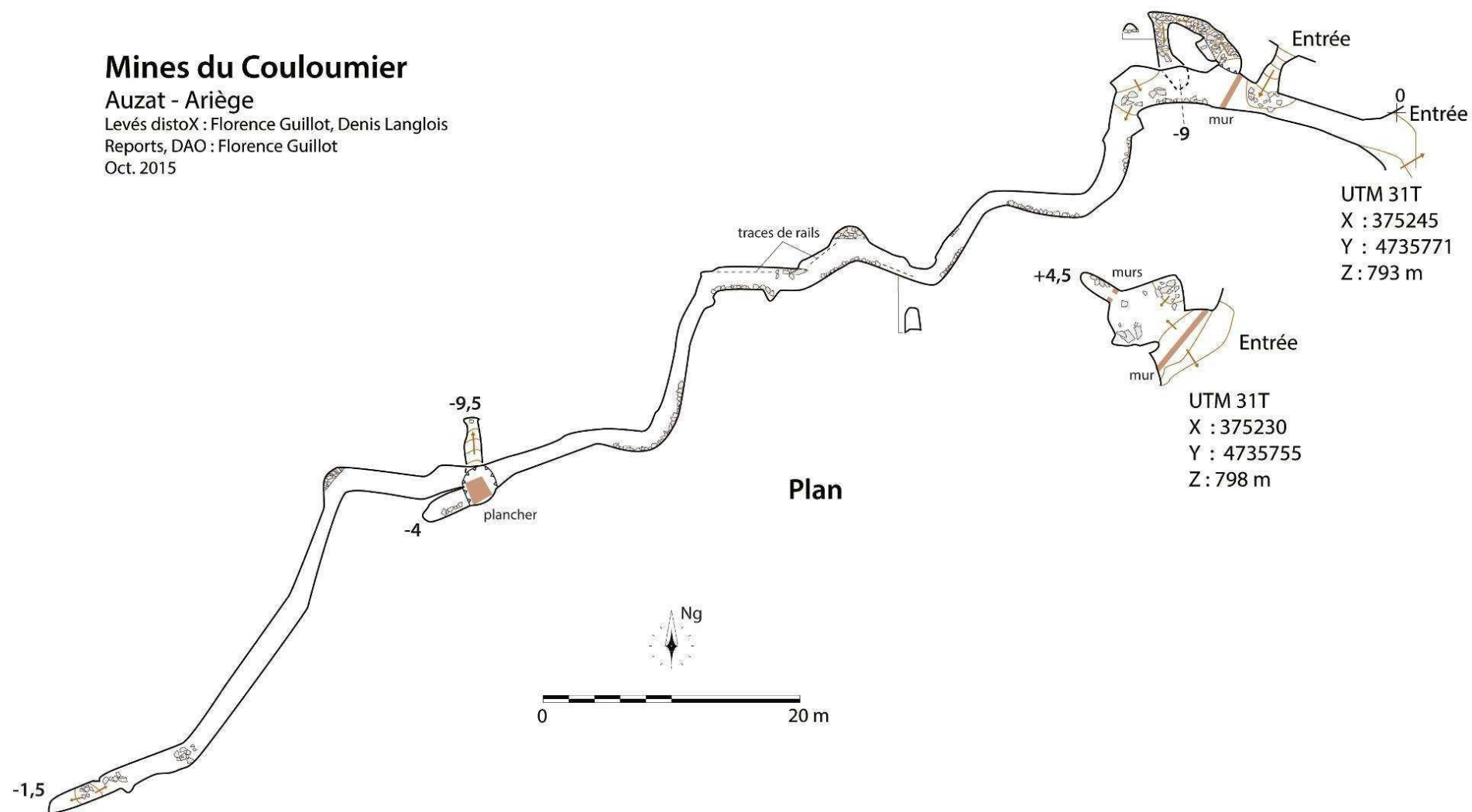
Mines du Couloumier

Auzat - Ariège

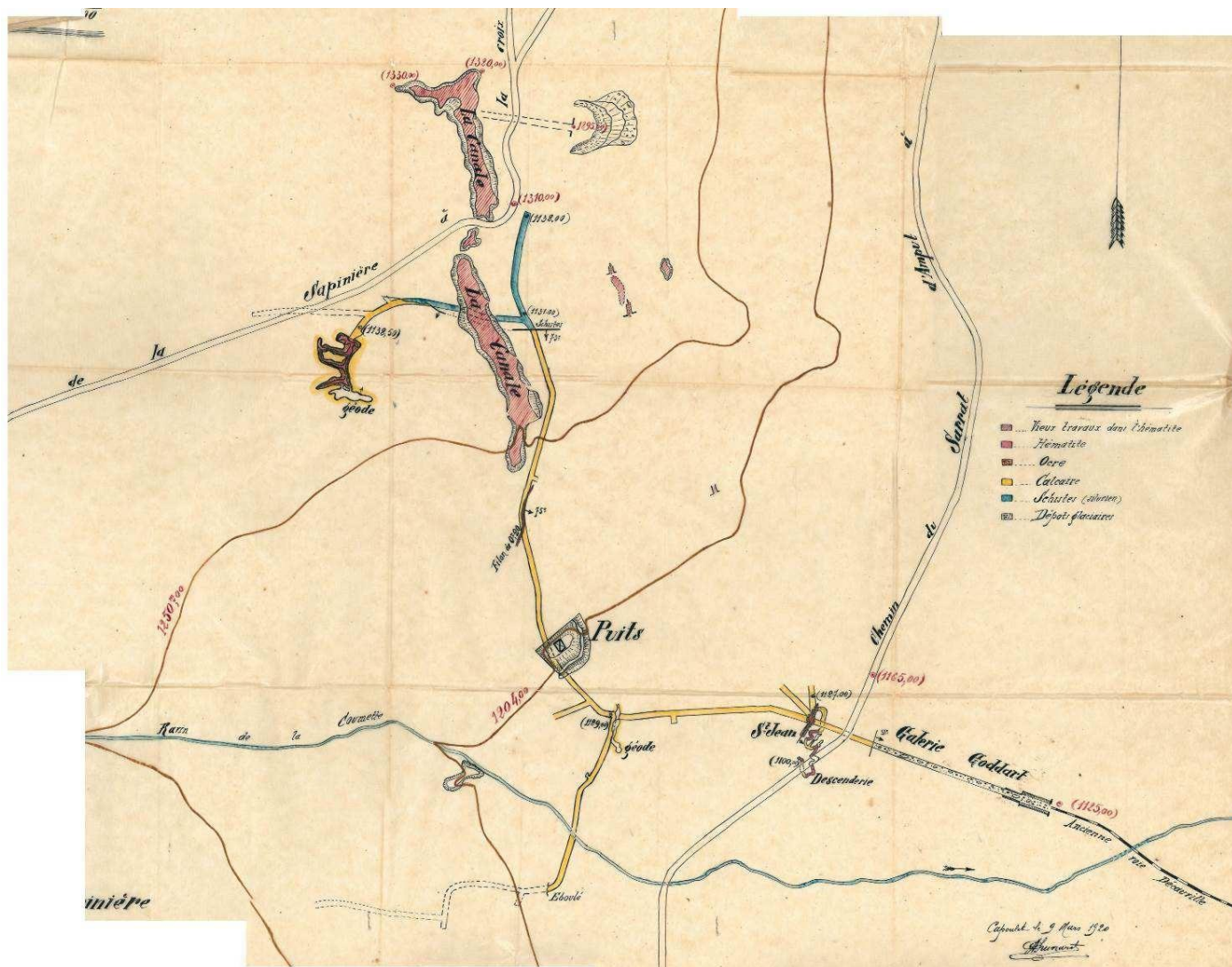
Levés distoX : Florence Guillot, Denis Langlois

Reports, DAO : Florence Guillot

Oct. 2015



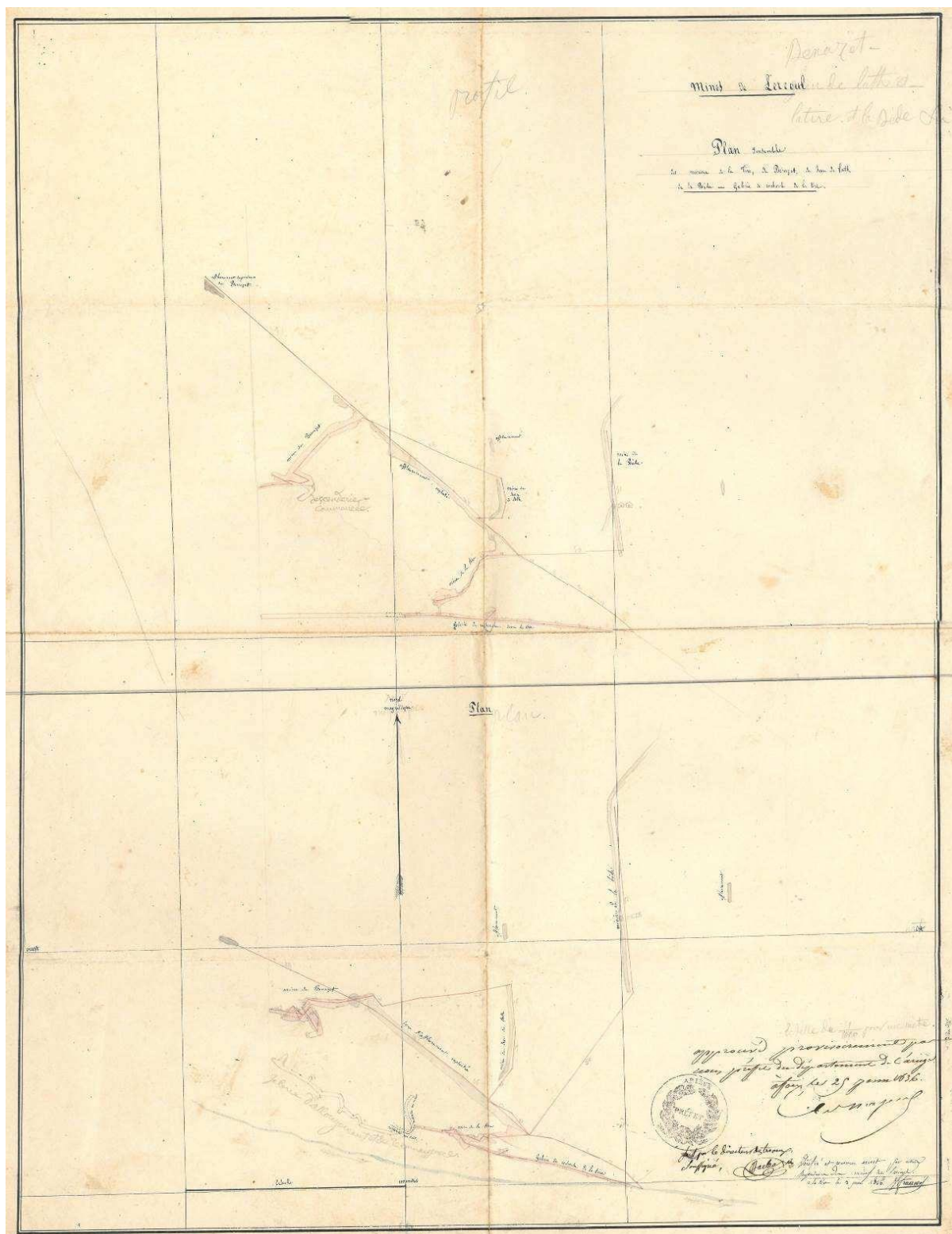
Auzat_Plan4, échelle sur plan, octobre 2015, commune d'Auzat



Lercoul_Plan2, sans échelle, 9 mars 1920, concession de Lercoul



Lercoul_Plan3, échelle 10 millimètres pour 100 mètres, 20 octobre 1849, commune de Lercoul

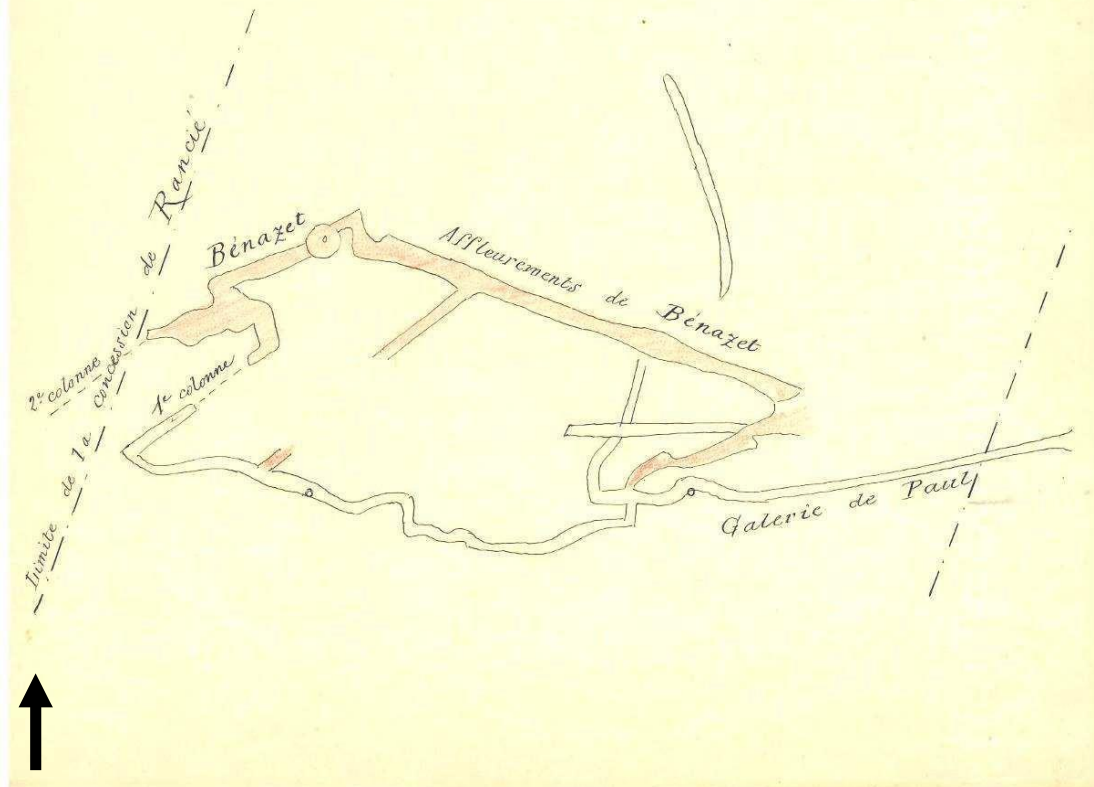


abandonner fin Juillet ce travail qui ne sembla't devoir donner aucun résultat.

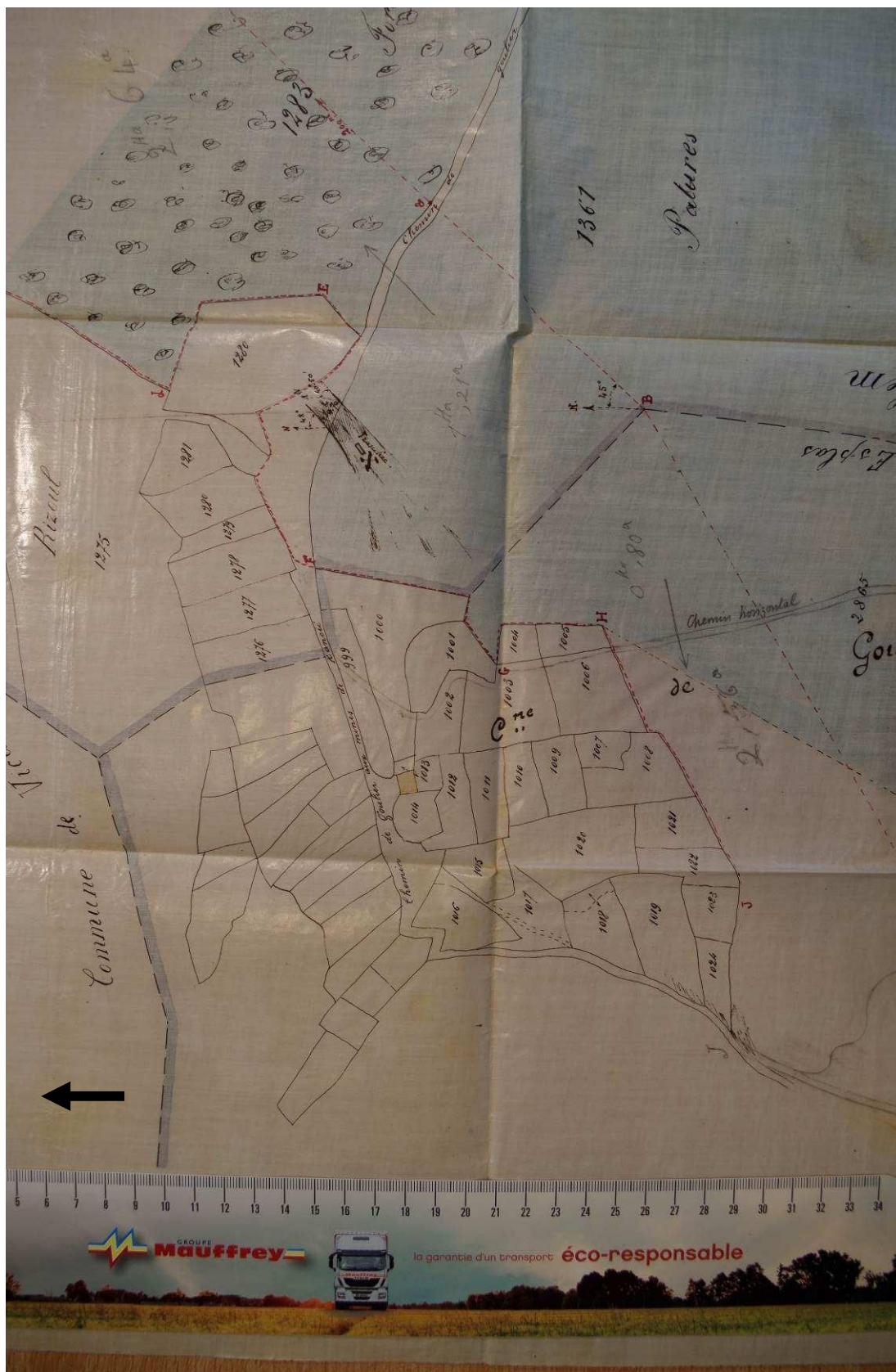
Depuis le mois d'Août les ouvriers ont été reportés à l'étage Paul et exécutent un remontage à l'extrémité de la galerie de Paul en vue d'atteindre la base de l'amas de minéral de la région Bénazet que l'on a reconnu par le haut (voir figure ci-dessous).

Ce remontage qui a aujourd'hui une quarantaine de mètres en verticale, est constamment resté dans le stérile. Il n'y a pas grand espoir de découvrir dans cette région de nouveaux filons exploitables; on se trouve d'ailleurs à la limite de la concession de Rancié.

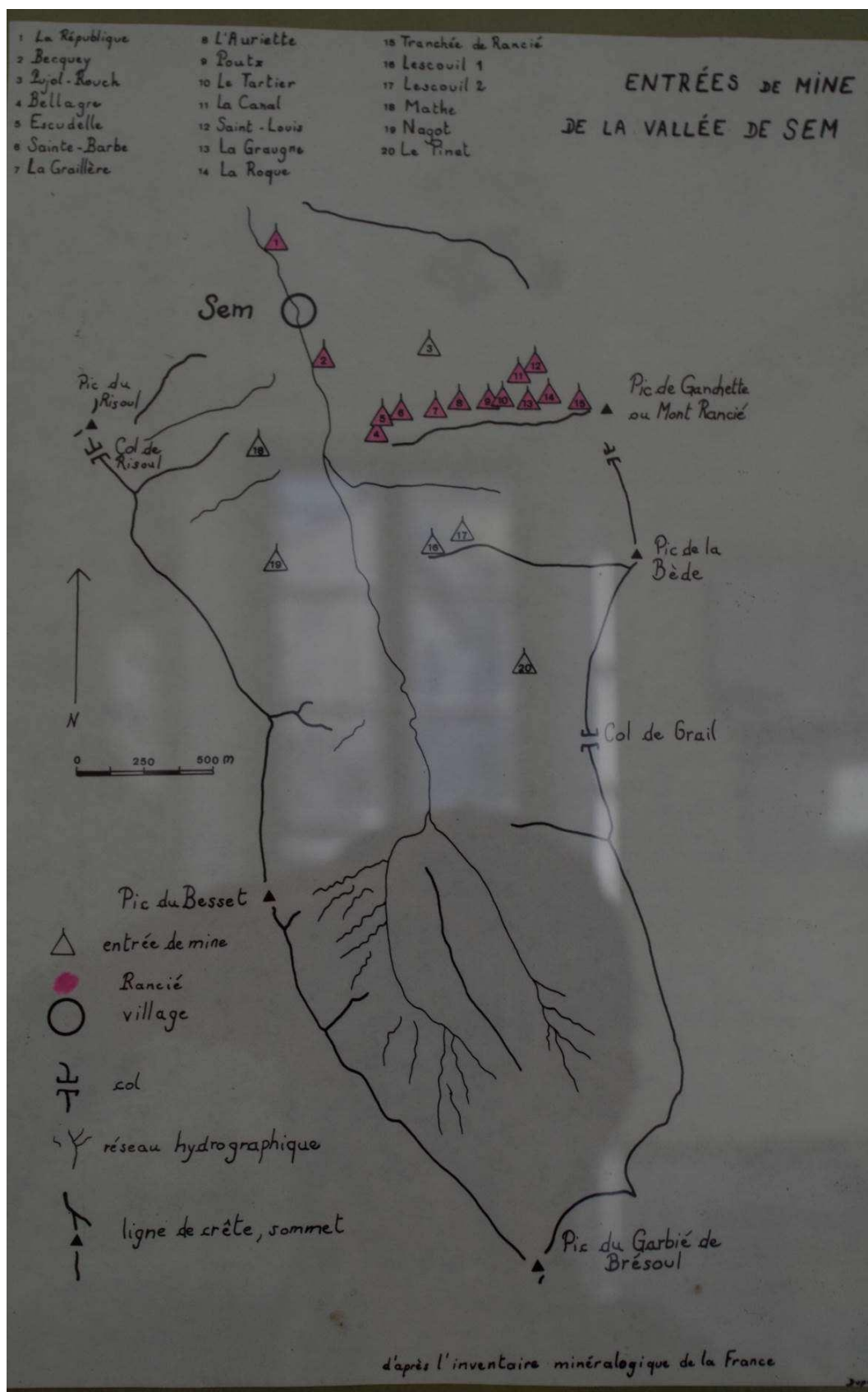
Presque partout, les galeries sont dans la roche solide et les boisages sont inutiles, ils sont en bon état partout où leur présence est nécessaire.



Lercoul_Plan6, croquis, sans échelle, non daté, concession de Lercoul



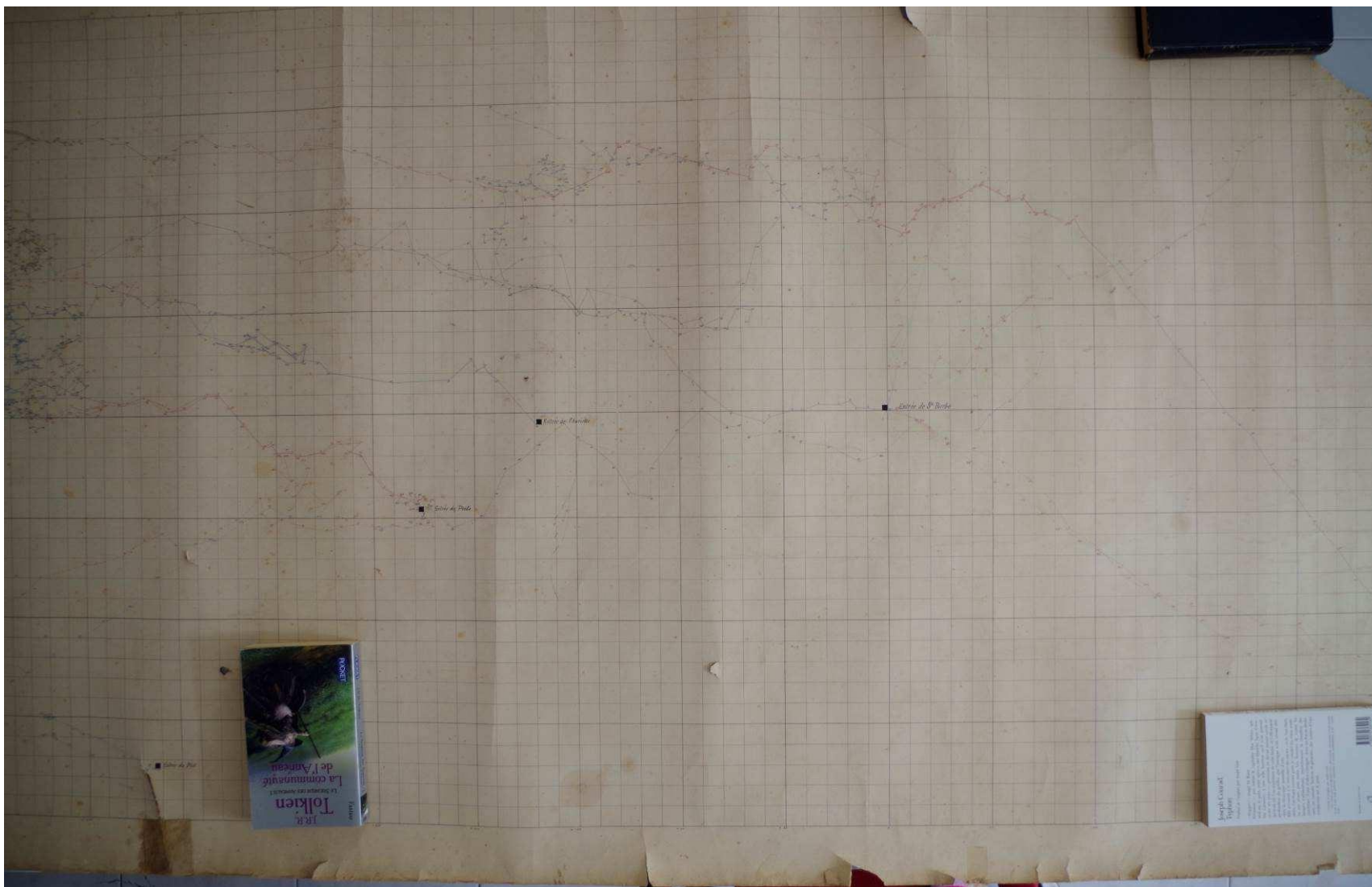
Sem_Plan1, sans échelle, non daté, communes de Sem et Goulter



Sem_Plan3, sans échelle, non daté, commune de Sem



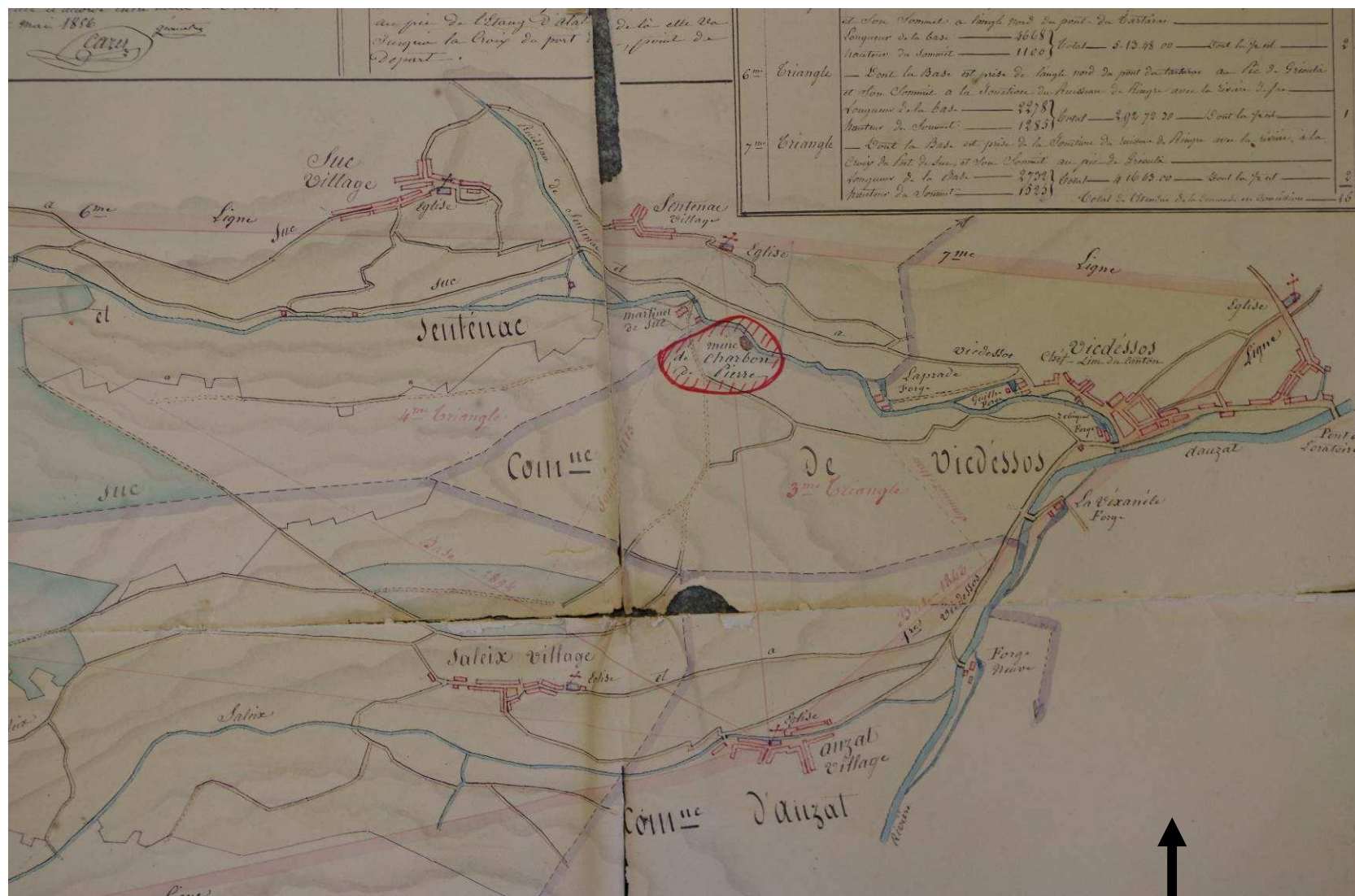
Sem_Plan4, 0,002 millimètres pour 1 mètre, 14 mai 1864, concession du Rancié



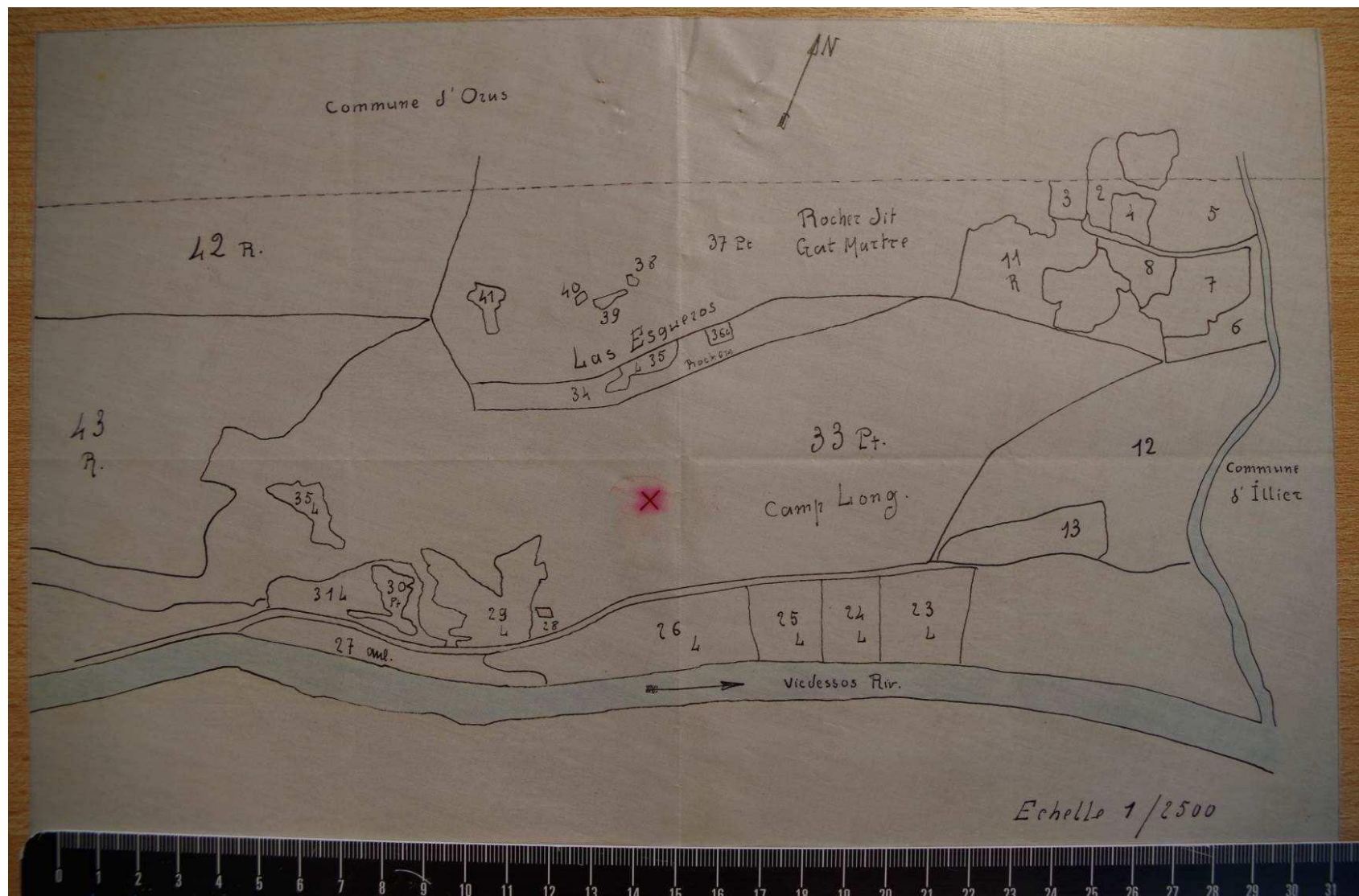
Sem_Plan5, 0,002 millimètres pour 1 mètre, 14 mai 1864, concession du Rancié



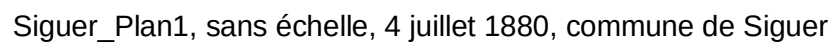
Sem_Plan7, 0,002 millimètres pour 1 mètre, 14 mai 1864, concession du Rancié



Vicdessos_Plan1, échelle 10 millimètres pour 100 mètres, 30 mai 1856, commune de Vicdessos



Vicdessos_Plan2, échelle 1/2 500, non daté, commune de Vicdessos



Annexe 2

Planches photographiques



Photo 1 : Concession du Rancié – galerie de la République éboulée (id. 8)



Photo 2 : Concession du Rancié – accès à la poudrière creusée dans la falaise (id. 9)



Photo 3 : Concession du Rancié – intérieur de la poudrière (id. 9)



Photo 4 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Becquey (id. 10)



Photo 5 : Concession du Rancié – désordre sur la galerie Becquey (D6)

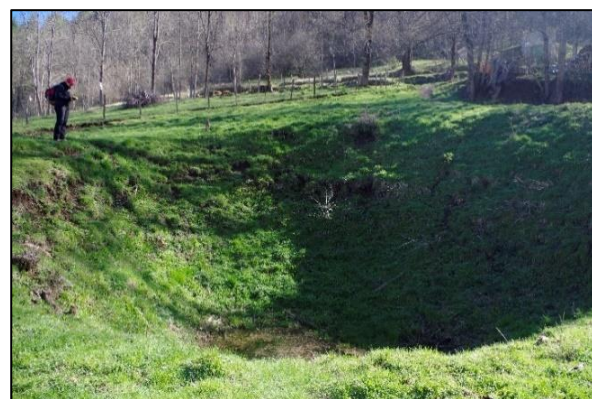


Photo 6 : Concession du Rancié – désordre sur la galerie Becquey (D7)



Photo 7 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Bellagre éboulée (id. 11)



Photo 8 : Concession du Rancié – galerie Escudelle éboulée (id. 12)

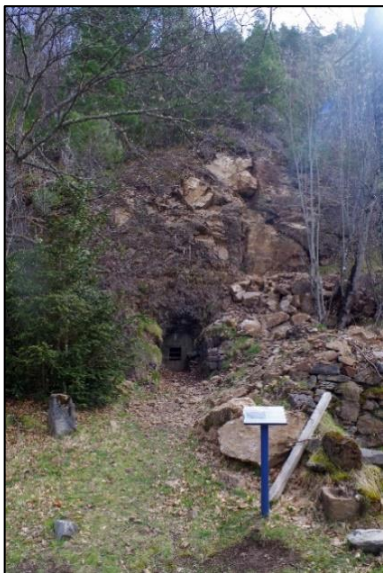


Photo 9 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Sainte-Barbe fermée (id. 1)



Photo 10 : Concession du Rancié – effondrement de grandes dimensions (D2) à proximité de la galerie Sainte-Barbe



Photo 11 : Concession du Rancié – entrée de la galerie La Grailère éboulée (id. 3)



Photo 12 : Concession du Rancié – entrée de la galerie de l'Auriette fermée (id. 2)



Photo 13 : Concession du Rancié – puits du Poutz (id. 18) et entrée de la galerie du Poutz (id. 4)

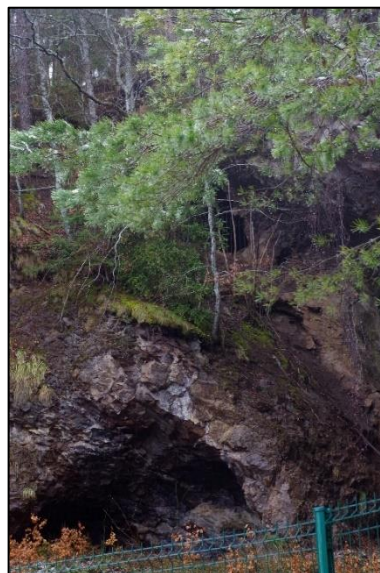


Photo 14 : Concession du Rancié – entrée de la galerie du Tartier fermée par une grille (id. 5)



Photo 15 : Concession du Rancié – entrée de la galerie de la Craugne (id. 6)



Photo 16 : Concession du Rancié – effondrement de grandes dimensions (D3) de la Craugne



Photo 17 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Saint-Louis ouverte (id. 15)



Photo 18 : Concession du Rancié – intérieur de la galerie Saint-Louis (id. 15)



Photo 19 : Concession du Rancié – intérieur de la galerie Saint-Louis stoppée par un éboulement à environ 200 m de l'entrée (id. 15)



Photo 20 : Concession du Rancié – intérieur de la galerie Saint-Louis (id. 15)



Photo 21 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Pujol-Rouch (id. 13)



Photo 22 : Concession du Rancié – désordre D10 sur le secteur Nagot



Photo 23 : Concession du Rancié – anciens travaux à ciel ouvert

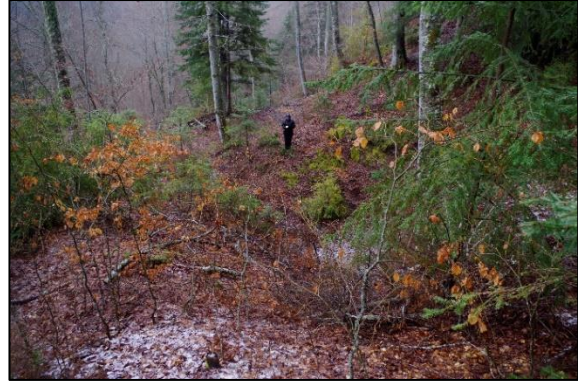


Photo 24 : Concession de Rancié – ensemble de désordres et dépôts miniers sur le secteur Nagot



Photo 25 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Lescouil 2 envoyée (id. 17)



Photo 26 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Lescouil 2 envoyée (id. 17)



Photo 27 : Concession du Rancié – entrée de la galerie Lescouil 1 ouverte avec une émergence (id. 16)



Photo 28 : Concession du Rancié – intérieur de la galerie Lescouil 1 (id. 16)

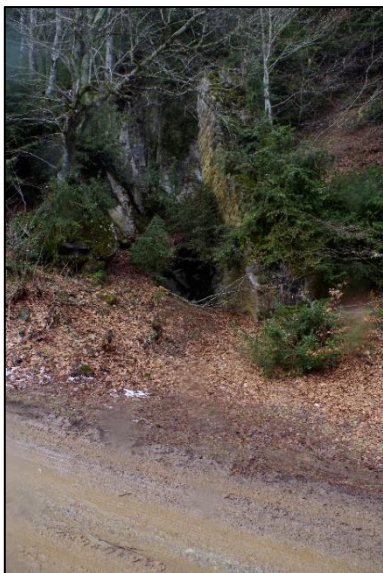


Photo 29 : Concession de Lercoul – entrée de la galerie Bouischet Supérieure ouverte (id. 25)

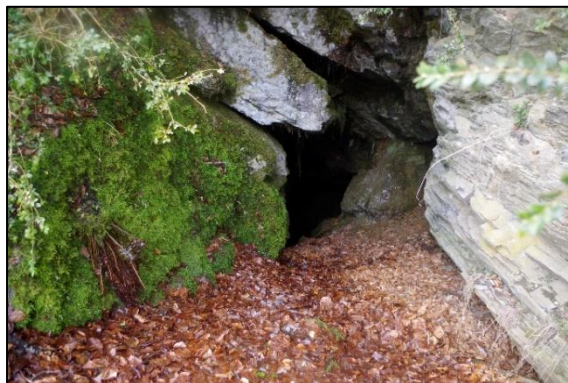


Photo 30 : Concession de Lercoul – Entrée de la galerie Bouischet Supérieure ouverte (id. 25)

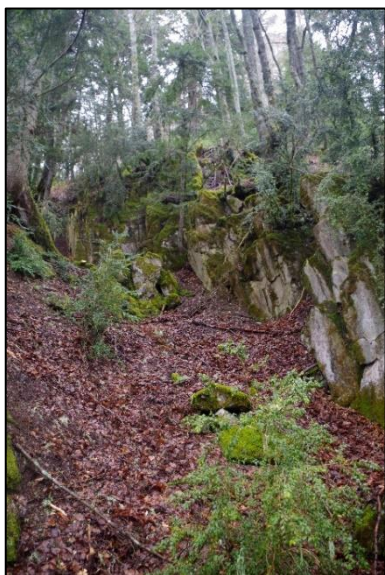


Photo 31 : Concession de Lercoul – tranchée d'exploitation et entrée de la galerie Bouischet Inférieure ouverte (id. 26)



Photo 32 : Concession de Lercoul – Entrée de la galerie Bouischet Inférieure ouverte (id. 26)

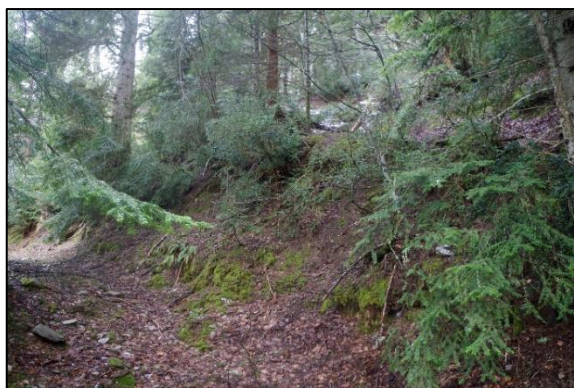


Photo 33 : Concession de Lercoul – dépôts (Dp6) en aval des galeries et tranchées



Photo 34 : Concession de Lercoul – entrée de la galerie Paul ouverte (id. 19) et désordre D14



Photo 35 : Concession de Lercoul – entrée de la galerie Paul ouverte (id. 19)

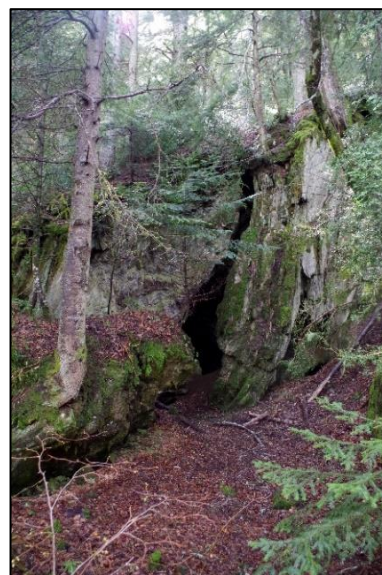


Photo 36 : Concession de Lercoul – entrée de la galerie La Tire ouverte (id. 27)



Photo 37 : Concession de Lercoul – intérieur de la galerie La Tire (id. 27)



Photo 38 : Concession de Lercoul – tranchée d'exploitation sur le secteur de Saint-Jean-de-Luth



Photo 39 : Concession de Lercoul – entrée en descenderie ouverte (id. 28) et plateforme sur le secteur de Saint-Jean-de-Luth



Photo 40 : Concession de Lercoul – puits (id. 24) et dépôt (Dp4) sur le secteur de la Canale



Photo 41 : Concession de Lercoul – ancienne exploitation, partie avale sur le secteur de la Canale



Photo 42 : Concession de Lercoul – ancienne excavation à ciel ouvert de grande dimension sur la secteur de la Canale

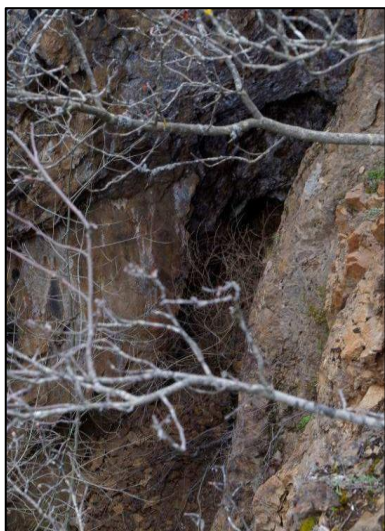


Photo 43 : Concession de Lercoul – fond de l'ancienne excavation à ciel ouvert sur le secteur de la Canale



Photo 44 : Concession de Lercoul – entrée de galerie éboulée (id. 23)



Photo 45 : Concession de Lercoul – dépôt minier (Dp3) dans le prolongement de la galerie (id. 23)



Photo 46 : Concession de Lercoul – entrée de galerie éboulée (id. 22)



Photo 47 : Concession de Lercoul – entrée de galerie ouverte (id. 21)

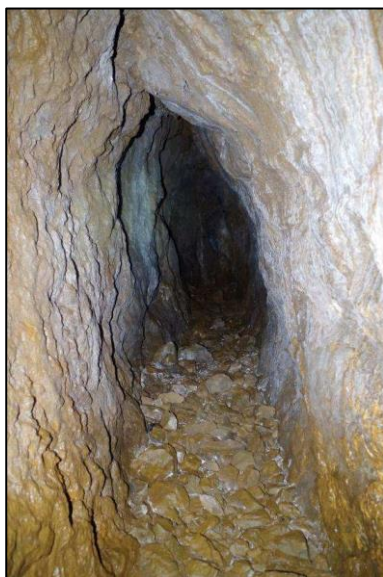


Photo 48 : Concession de Lercoul – intérieur de la galerie (id. 21)



Photo 49 : Concession de Lercoul – alignement de la galerie Goddard (id. 20) et de deux désordres D15 et D16)



Photo 50 : Concession de Lercoul – désordres D15 et D16



Photo 51 : Concession de Lercoul – galerie Goddard (id. 20)



Photo 52 : Concession de Lercoul – émergence de la galerie Goddard (id. 20)



Photo 53 : Concession de Lercoul – dépôt (Dp2) dans le prolongement de la galerie Goddard

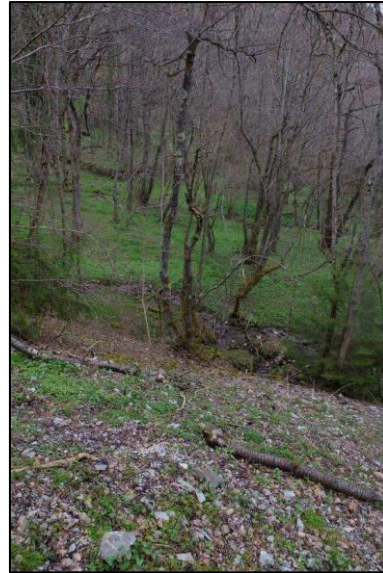


Photo 54 : Concession de Lercoul – dépôts (Dp2) partiellement végétalisé



Photo 55 : Concession de Lercoul – dépôt (Dp1) dans le village de Siguer



Photo 56 : Concession de Lercoul – dépôt (Dp1) végétalisé

f



Photo 57 : Concession du Ranet – indication d'emplacement du travers-banc (id.30), derrière l'habitation

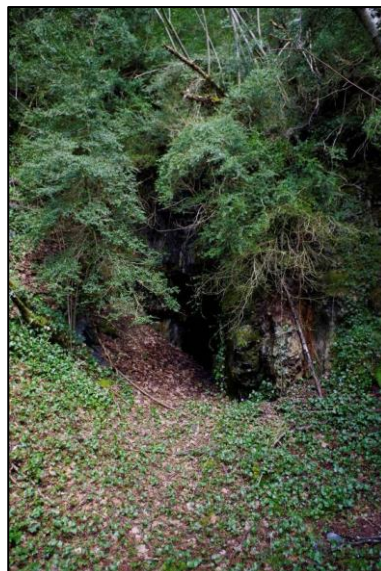


Photo 58 : Concession du Ranet – entrée de la galerie 2 ouverte (id. 32)



Photo 59 : Concession du Ranet – intérieur de la galerie 2 (id. 32)

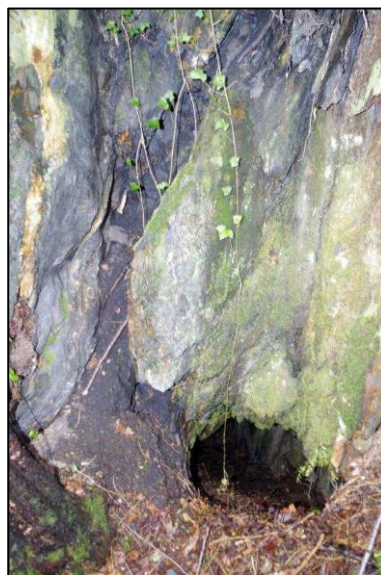


Photo 60 : Concession du Ranet – entrée de la galerie 1 (id. 31)



Photo 61 : Concession du Ranet – entrée de la galerie en bord de ruisseau et bord de route (id. 35)

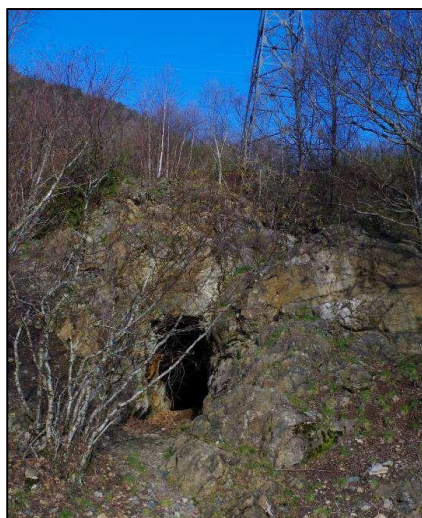


Photo 62 : Concession du Ranet – entrée de la galerie du Couloumié ouverte (id. 36), commune d'Auzat

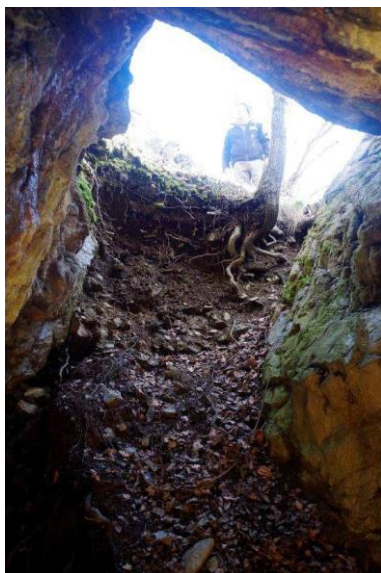


Photo 63 : Concession du Ranet – désordre (D1) sur la galerie du Couloumié



Photo 64 : Concession du Ranet – dépôt (Dp7) non végétalisé

Annexe 3

Tableau des ouvrages débouchant au jour

Id	Nom de l'ouvrage	Type	Commune	Concession	Quartier	Rôle	Matérialisé / localisé	Source	Incertitude	Commentaire
1	Galerie Saint-Barbe	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Galerie fermée en tête par un mur en béton de 1 m d'épaisseur comprenant un orifice carré en son centre. Ce dernier est fermé par des barreaux coulissants. Le front rocheux à l'aplomb de l'entrée a été purgé en 2017 [28].
2	Galerie de l'Auriette	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Le front rocheux encadrant l'entrée a été mis en sécurité par un mur en pierres métriques jointoyées au béton. L'entrée est fermée par une grille. Le puits intérieur, situé dans la galerie, immédiatement après l'entrée, a été bouché par un bloc de granite « <i>couvrant largement les dimensions de l'orifice</i> » [10]. Ces travaux réalisés en 2001 et 2005 sont toujours présents. Une grille de protection a été posée devant le front rocheux pour restreindre l'accès sous la falaise.
3	Galerie de la Graillère	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Galerie et secteur éboulés sans mise en sécurité particulière. Cette zone éboulée est visible sur le terrain. l'ouvrage est non pénétrable.
4	Galerie de Poutz	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Le porche du Poutz (galerie et front rocheux en surplomb) a été purgé et l'orifice a été fermé par un mur réalisé en gabions enduits de béton projeté. Ces travaux sont toujours présents. Une grille a été posée devant le front rocheux pour restreindre l'accès sous le « porche » présentant des décollements évolutifs.
5	Galerie Tartier	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Ouvrage fermé par une grille scellée dans le rocher.
6	Galerie de la Craugne	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Le porche (galerie et front rocheux en surplomb) a été taluté par poussage de remblais et purge du surplomb rocheux. Les remblais se sont tassés, permettant probablement de pénétrer dans la galerie et les travaux.
7	Galerie de la Roque	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Ouvrage remblayé, non pénétrable.
8	Galerie de la République	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Galerie éboulée et zone talutée lors de la fermeture de la mine. Vestiges visibles, galerie éboulée et non pénétrable. L'entrée de cet ouvrage se trouve dans les terrains morainiques/alluvionnaires
9	Poudrière	Galerie	Vicdessos	Le Rancié	Le Rancié	-	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage creusé au rocher (roche massive, non fracturée). Pas de traitement. Ouvrage ouvert et pénétrable. Risque de chutes de pierres au droit du passage piéton.
10	Galerie Becquey	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Galerie effondrée à 70 m et à 120 m de l'entrée (effondrements marqués dans la topographie – terrains morainiques/alluvionnaires). A 50 m de l'entrée, mur en béton de 0,5 m d'épaisseur percé de 4 orifices. A 15 m de l'entrée, grille métallique. A l'entrée, grille métallique. Ouvrage maçonné dans sa partie visible. La galerie est ennoyée sur quelques centimètres (émergence). Fontis de 10 m de diamètre visible en surface.
11	Galerie Bellagré	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Secteur éboulé, sans autre mise en sécurité. L'entrée éboulée n'est pas pénétrable.
12	Galerie Escudelle	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	5	Secteur éboulé, sans autre mise en sécurité. L'entrée éboulée n'est pas pénétrable.
13	Galerie Pujol-Rouch	Galerie	Sem	Le Rancié	Pujol-Rouch	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage matérialisé par une dépression de petite dimension. Une ouverture d'environ 30 cm de diamètre est présente.
14	Galerie La Canale	Galerie	Sem	Le Rancié	La Rancié	Exploitation	Localisé	Archives	10	Ouvrage non retrouvé sur le terrain.

Id	Nom de l'ouvrage	Type	Commune	Concession	Quartier	Rôle	Matérialisé / localisé	Source	Incertitude	Commentaire
15	Galerie Saint-Louis	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable sur environ 200 m de longueur, se terminant par un éboulement.
16	Galerie de Lescouil 1	Galerie	Sem	Le Rancié	Lescouil	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable sur environ 25 m de longueur. Galerie avec émergence.
17	Galerie de Lescouil 2	Galerie	Sem	Le Rancié	Lescouil	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	L'entrée semble effondrée/obstruée. Une petite ouverture ennoyée est présente.
18	Puits Poutz	Puits	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Puits obturé par une dalle en béton armé épaisse d'environ 30 cm. La dalle est ancrée dans le rocher sur deux côtés et repose sur les bords de l'orifice sur les deux autres côtés.
19	Galerie Paul	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet – Saint-Jean-de-Luth	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable sur environ 3 m de longueur, puis effondré. Un fontis d'environ 2,5×3 m de diamètre est visible en surface.
20	Galerie Goddard	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Canale	Exhaure	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage maçonné, ouvert et pénétrable sur quelques mètres puis effondré. L'entrée de cet ouvrage se trouve dans les terrains morainiques/alluvionnaires. Également nommée « galerie de l'église », « Galerie neuve », « galerie d'écoulement ». Deux désordres linéaires sont visibles en surface juste après l'entrée. Ils sont aussi visibles au fond depuis l'entrée.
21	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Canale	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable sur quelques mètres puis arrêté au rocher.
22	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Canale	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	Galerie matérialisée par une petite ouverture dans les terrains et une tranchée (3×2 m) face à cette ouverture.
23	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Canale	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Galerie éboulée en tête. Une verse est présente dans le prolongement de la galerie.
24	Puits	Puits	Lercoul	Lercoul	La Canale	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage de 5×3,5 m bouché et matérialisé par une dépression d'une dizaine de mètres de diamètre au plus et 3 m de profondeur. L'entrée de cet ouvrage se trouve dans les terrains morainiques/alluvionnaires.
25	Galerie supérieure Bouischet	Galerie	Lercoul	Lercoul	Bouischet	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable en bord de chemin forestier.
26	Galerie inférieure Bouischet	Galerie	Lercoul	Lercoul	Bouischet	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable au fond d'une tranchée.
27	Galerie La Tire	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet – Saint-Jean-de-Luth	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable.
28	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet – Saint-Jean-de-Luth	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Descenderie ouverte et pénétrable en fond de tranchée.
29	Petit puits Bouischet	Puits	Lercoul	Lercoul	Bouischet	Exploitation	Non localisé	Archives	50	Un indice de travaux est reporté sur les cartographies pour ce puits dont la localisation est imprécise.
30	Travers-banc	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Exhaure	Localisé	Archives	5	Entrée non retrouvée sur le terrain. Le propriétaire du terrain a indiqué l'emplacement d'un ancien désordre comblé (non visible actuellement). D'après les archives, ce travers-banc est éboulé de son entrée jusqu'à 30 m de longueur. L'entrée de cet ouvrage se trouve dans les terrains morainiques/alluvionnaires.

Id	Nom de l'ouvrage	Type	Commune	Concession	Quartier	Rôle	Matérialisé / localisé	Source	Incertitude	Commentaire
31	Galerie n°1	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable, forte pente de la descenderie.
32	Galerie n°2	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert et pénétrable. Après une trentaine de mètres, un éboulement restreint la progression. L'effondrement n'est pas visible en surface.
33	Galerie n°3	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Recherche	Localisé	Archives	5	Entrée non retrouvée sur le terrain.
34	Galerie n°4	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Recherche	Localisé	Archives	5	Entrée non retrouvée sur le terrain.
35	Galerie	Galerie	Auzat	Ranet	Ranet	Recherche	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert en bordure de route, extension estimée à environ 10 m de longueur, à proximité d'un torrent. Présence d'une émergence.
36	Galerie Couloumié	Galerie	Auzat	Hors-titre	Couloumié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage en bord de chemin (« Rocher de la Vierge »), ouvert et pénétrable (ébauche d'un mur sur 1 m de hauteur, à 15 m de l'entrée). Cette galerie est connue des spéléologues, qui ont fourni un levé topographique de cet ouvrage d'environ 80 m de longueur.
37	Galerie du Pot	Galerie	Sem	Le Rancié	Le Rancié	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Entrée de galerie effondrée, non pénétrable.
38	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet - Saint-Jean-de-Luth	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Ouvrage ouvert, permettant un accès direct aux travaux. Ouvrage soufflant.
39	Galerie	Galerie	Lercoul	Lercoul	Bouischet	Exploitation	Matérialisé	dGPS	3	Une petite ouverture persiste, puis la galerie est effondrée.

Annexe 4

Tableau des dépôts

Id	Titre minier	Commune	Quartier exploitation	Hauteur (m)	Surface (m²)	Volume (m³)	Pente talus (°)	Commentaire
Dp1	Lercoul	Siguer	-	5	1390	~7000	20/30	Verse proche du village de Siguer. Constitué de déblais fins en grande partie végétalisés.
Dp2	Lercoul	Lercoul	La Canale	3	380	~1100	10	Dépôt de matériaux grossiers en aval de la galerie Goddard et s'étalant en travers du vallon. Partiellement végétalisé
Dp3	Lercoul	Lercoul	La Canale	2	540	~1100	30	Dépôt minier de volume limité se trouvant dans le prolongement de la galerie. végétalisé
Dp4	Lercoul	Lercoul	La Canale	4	420	~1700	30	Dépôt végétalisé autour de la dépression du puits.
Dp5	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet - Saint-Jean de Luth	2	25	50	30	Verse végétalisée, dans la pente en sortie de galerie.
Dp6	Lercoul	Lercoul	Bouischet	2	25	50	30	Verse végétalisée dans la pente, en sortie de galerie.
Dp7	Hors-titre	Auzat	Couloumié	4	910	~4000	20/30	Dépôt dans le prolongement de la galerie Couloumié. Non végétalisé, il a fait l'objet d'un réaménagement récent. Semble avoir probablement été gratté ponctuellement par des chercheurs de minéraux.
Dp8	Le Rancié	Sem	Le Rancié	2	25	50	20	Dépôt du carreau de la galerie de la République. Tas de déblais mêlés à la végétation.
Dp9	Le Rancié	Sem	Nagot	2	25	50	20	Déblais partiellement végétalisés. Possible lien avec une ancienne galerie.
Dp10	Le Rancié	Lercoul	La Tranchée	2	4	~10	20	Dépôt végétalisé de faible dimension.
Dp11	Le Rancié	Lercoul	La Tranchée	2	4	~10	20	Dépôt végétalisé de faible dimension.
Dp12	Le Rancié	Sem	Le Rancié	1	10	10	20	Dépôt végétalisé en sortie de galerie du Plot

Annexe 5

Tableau des désordres en surface

Id.	Titre minier	Commune	Quartier de travaux	Type de désordre	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Observations
D1	Hors-Titre	Auzat	Couloumié	Effondrement localisé	1,5	1,5	3	Fontis débouchant dans la galerie, à environ 4 m de son entrée
D2	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement en masse	100	80	50	Effondrement de la mine du Rancié (GEODERIS 2013/050DE)
D3	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement en masse	210	100	50	Effondrement en amont de la mine du Rancié (GEODERIS 2013/050DE)
D4	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement localisé	4	4	2	Effondrement de la tête de la galerie Bellagre
D5	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement localisé	4	4	2	Effondrement de la tête de la galerie Escudelle
D6	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement localisé	10	10	3	Désordre circulaire à l'aplomb de la galerie Becquey
D7	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement localisé	15	15	3	Désordre circulaire à l'aplomb de la galerie Becquey
D8	Le Rancié	Sem	Le Rancié	Effondrement localisé	4	4	2	Tête de galerie effondrée, dissimulée sous les éboulis rocheux (MICA 2001)
D9	Le Rancié	Sem	Nagot	Effondrement localisé	2	1	1	Dépression
D10	Le Rancié	Sem	Nagot	Effondrement localisé	4	1,5	1	Dépression
D11	Le Rancié	Sem	Nagot	Effondrement localisé	2	2	1	Ensemble de désordres dans le prolongement des deux désordres précédents (en amont)
D12	Le Rancié	Sem	Nagot	Effondrement localisé	10	5	2	Désordre ou ancienne exploitation à ciel ouvert
D13	Le Rancié	Sem	Nagot	Effondrement localisé	2	2	1	Dépression circulaire
D14	Lercoul	Lercoul	La Tire – Benazet – Saint-Jean-de-Luth	Effondrement localisé	3	2,5	1	Dépression en amont et sur la galerie de la Tire
D15	Lercoul	Lercoul	La Canale	Effondrement localisé	5	3	2	Désordre linéaire sur la galerie Goddard
D16	Lercoul	Lercoul	La Canale	Effondrement localisé	11	8	2	Désordre sur l'axe de la galerie Goddard

Annexe 6

Cartes informatives par commune

(hors texte)

Carte informative
Commune d’AUZAT (09)

Légende :

- Ouvrages**

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
 - Exhaure
- Désordres**

 - Désordre ponctuel
 - Zone de désordre
- Dépôts**

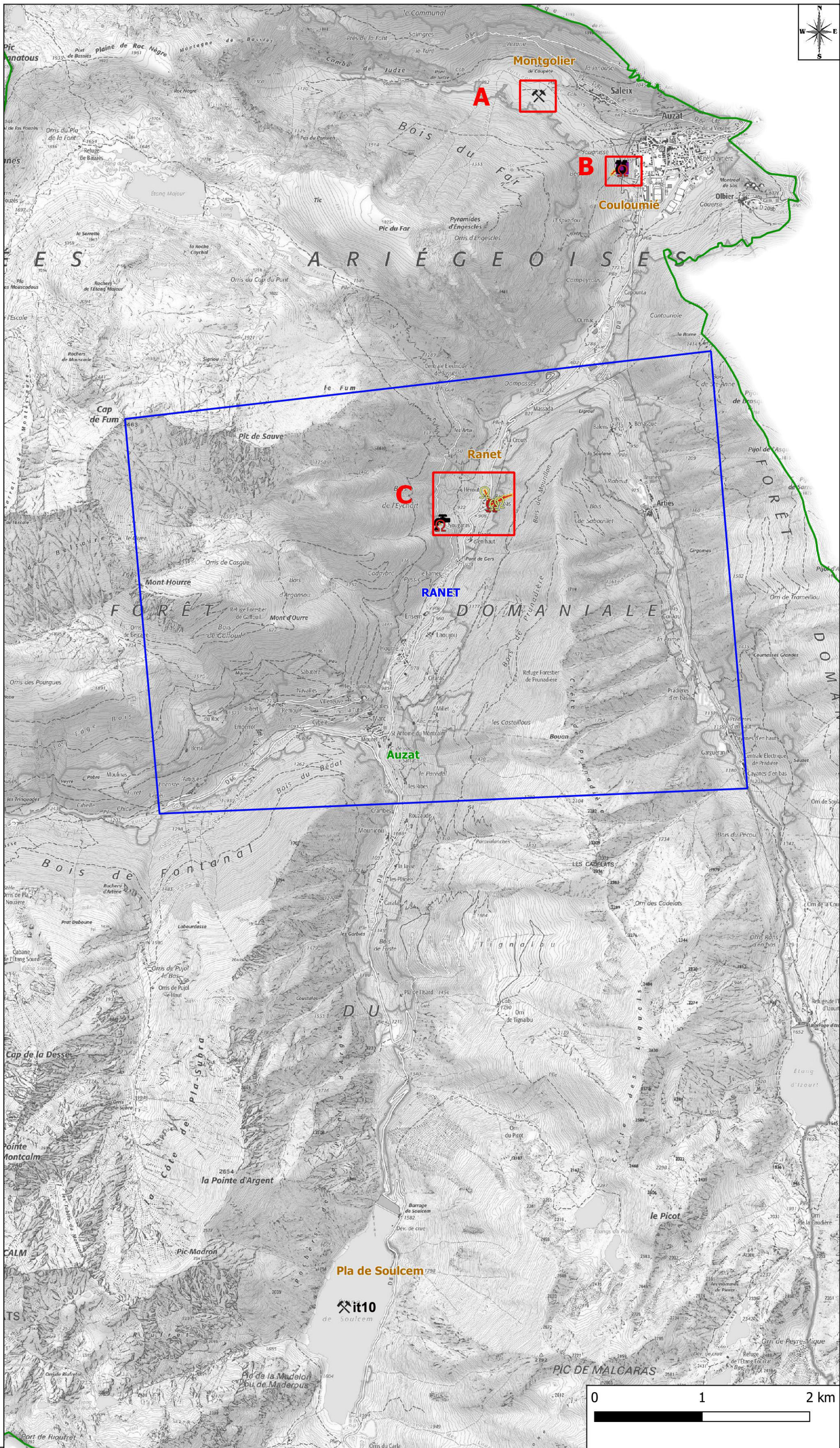
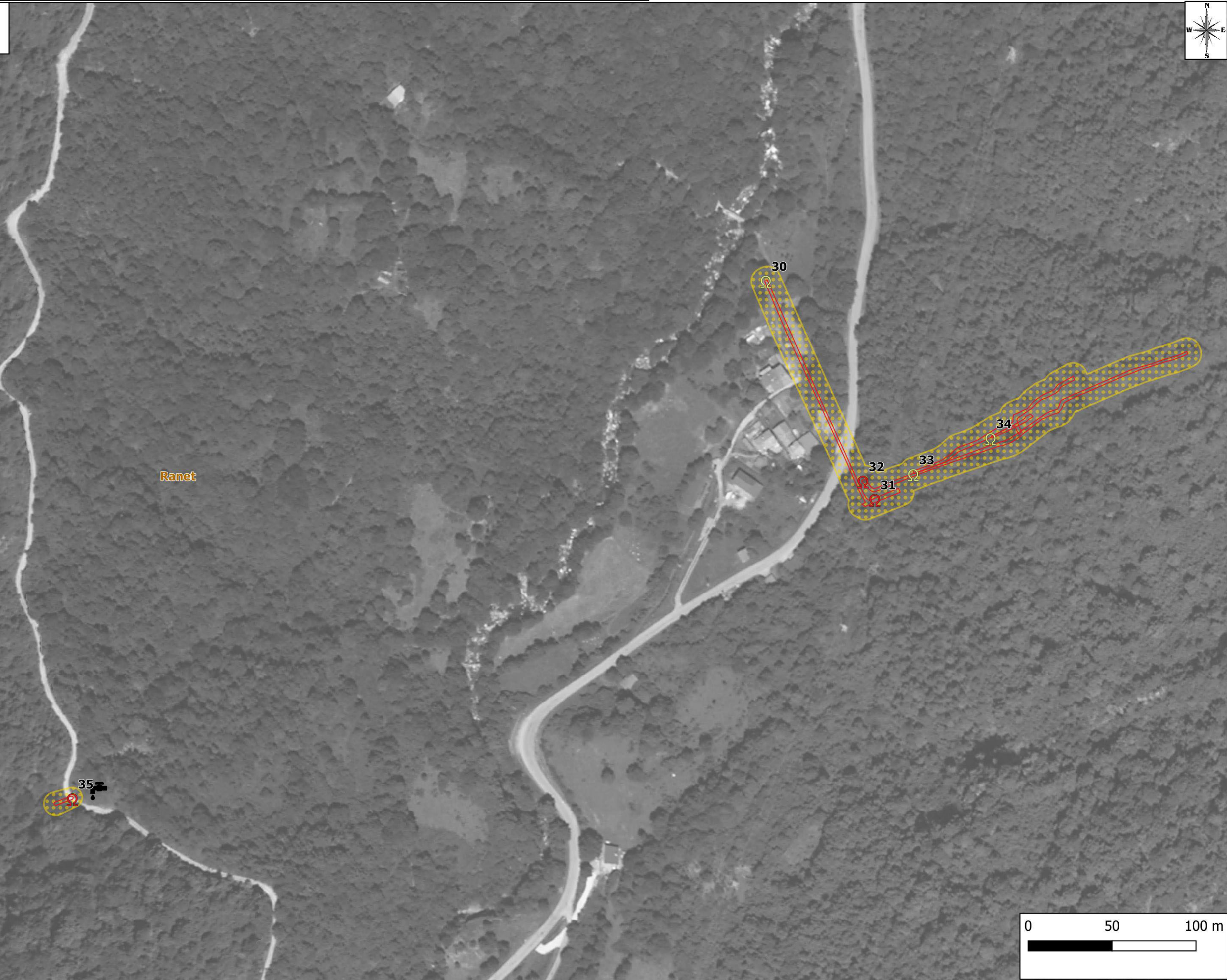
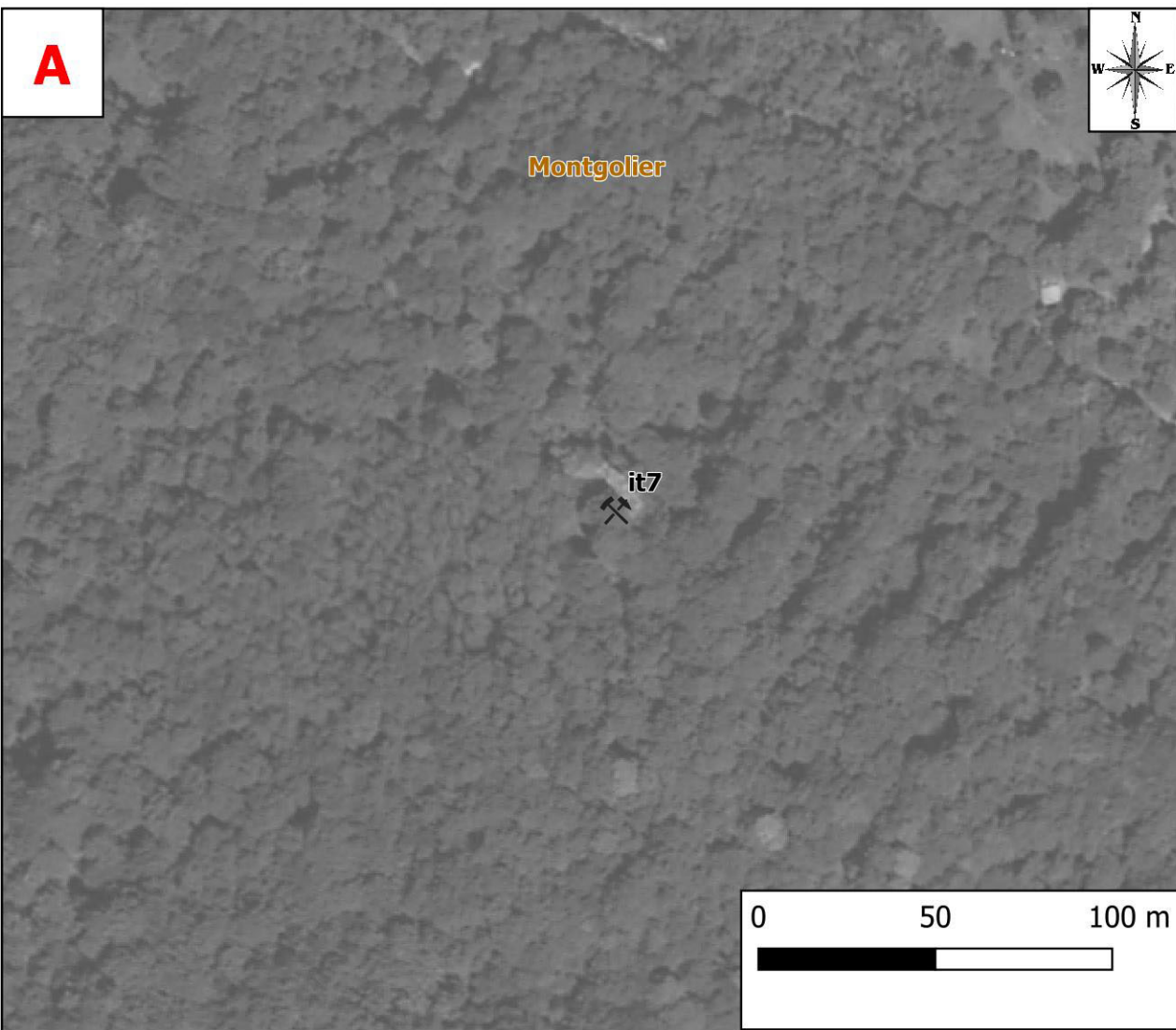
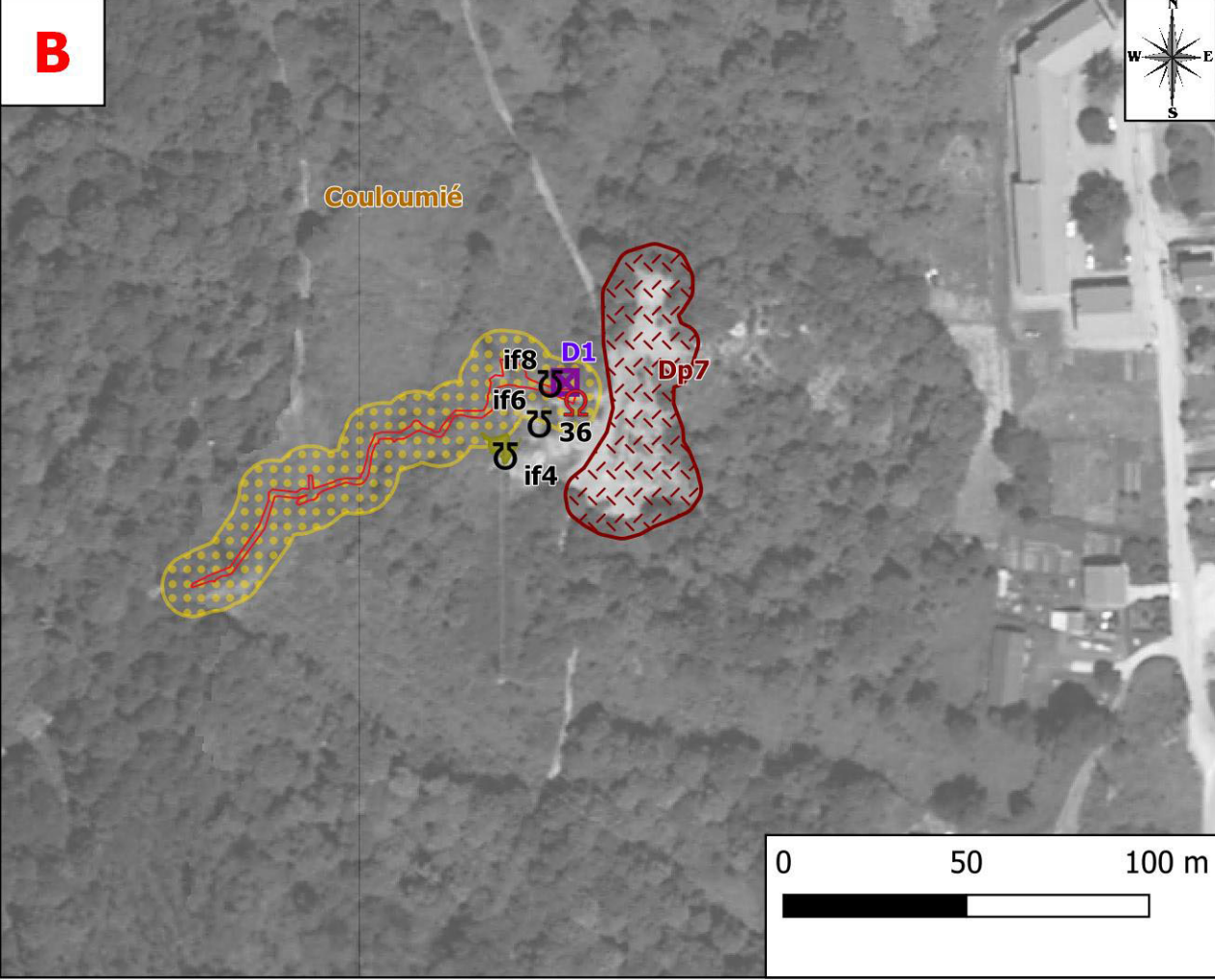
 - Zone de dépôt
- Travaux de surface**

 - Grattage - Tranchée - Excavation
 - Grattage - Tranchée - Découverte
- Travaux souterrains**

 - Indices de travaux souterrains
 - Galerie - Bure - Travers-banc
- Emprise d'exploitation**

 - Travaux localisés
- Limites administratives**

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune



Carte informative

Commune de LERCOUL (09)

Légende :

- Ouvrages**

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
 - Descenderie matérialisée
 - Exhaure
- Désordres**

 - Désordre ponctuel
- Dépôts**

 - Zone de dépôt
- Travaux de surface**

 - Grattage - Tranchée - Excavation
 - Grattage - Tranchée - Découverte
- Travaux souterrains**

 - Indices de travaux souterrains
 - Galerie - Bure - Travers-banc
- Emprise d'exploitation**

 - Travaux localisés
- Limites administratives**

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune

Echelles :

Localisation : 1/25 000

Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :

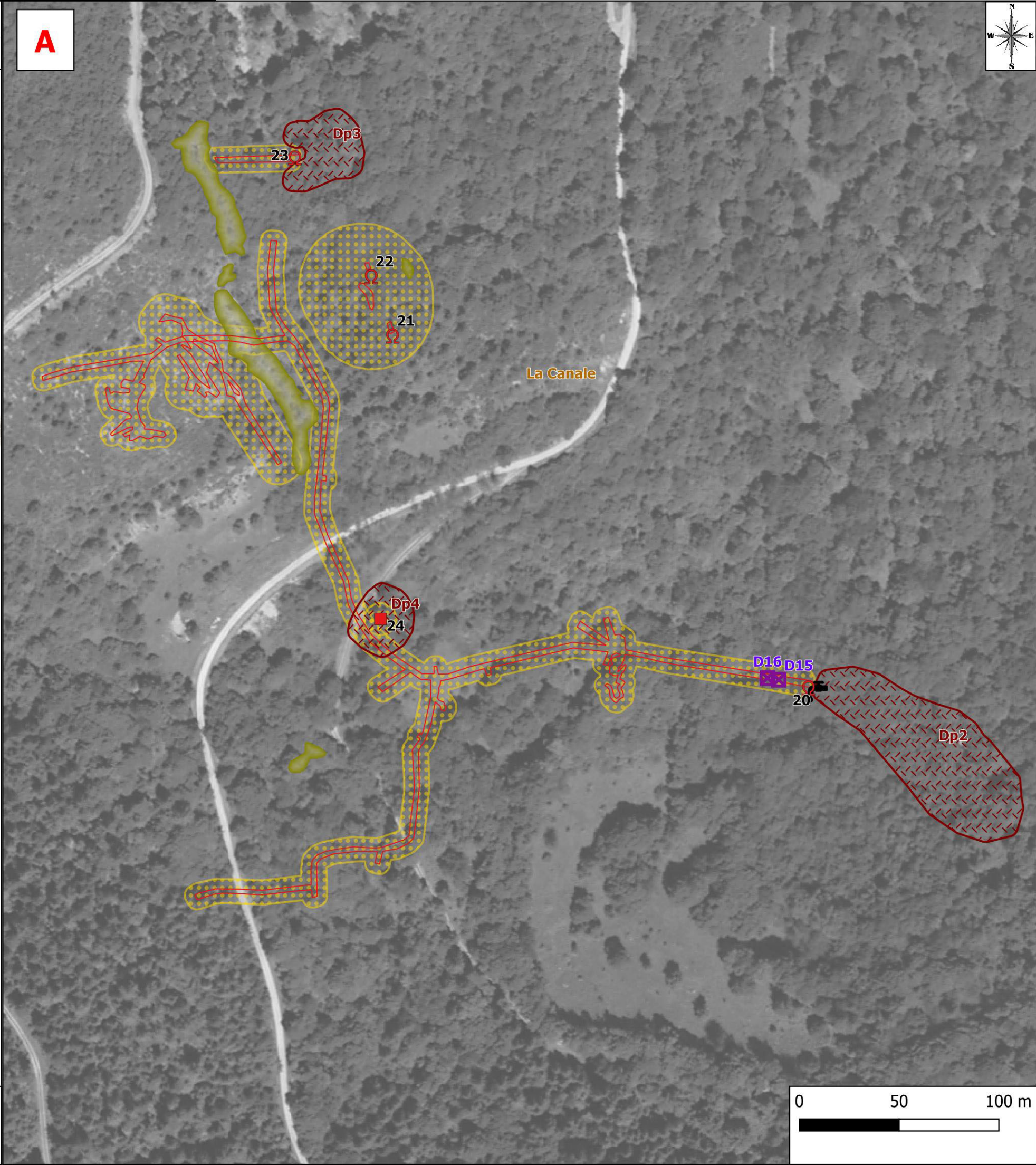
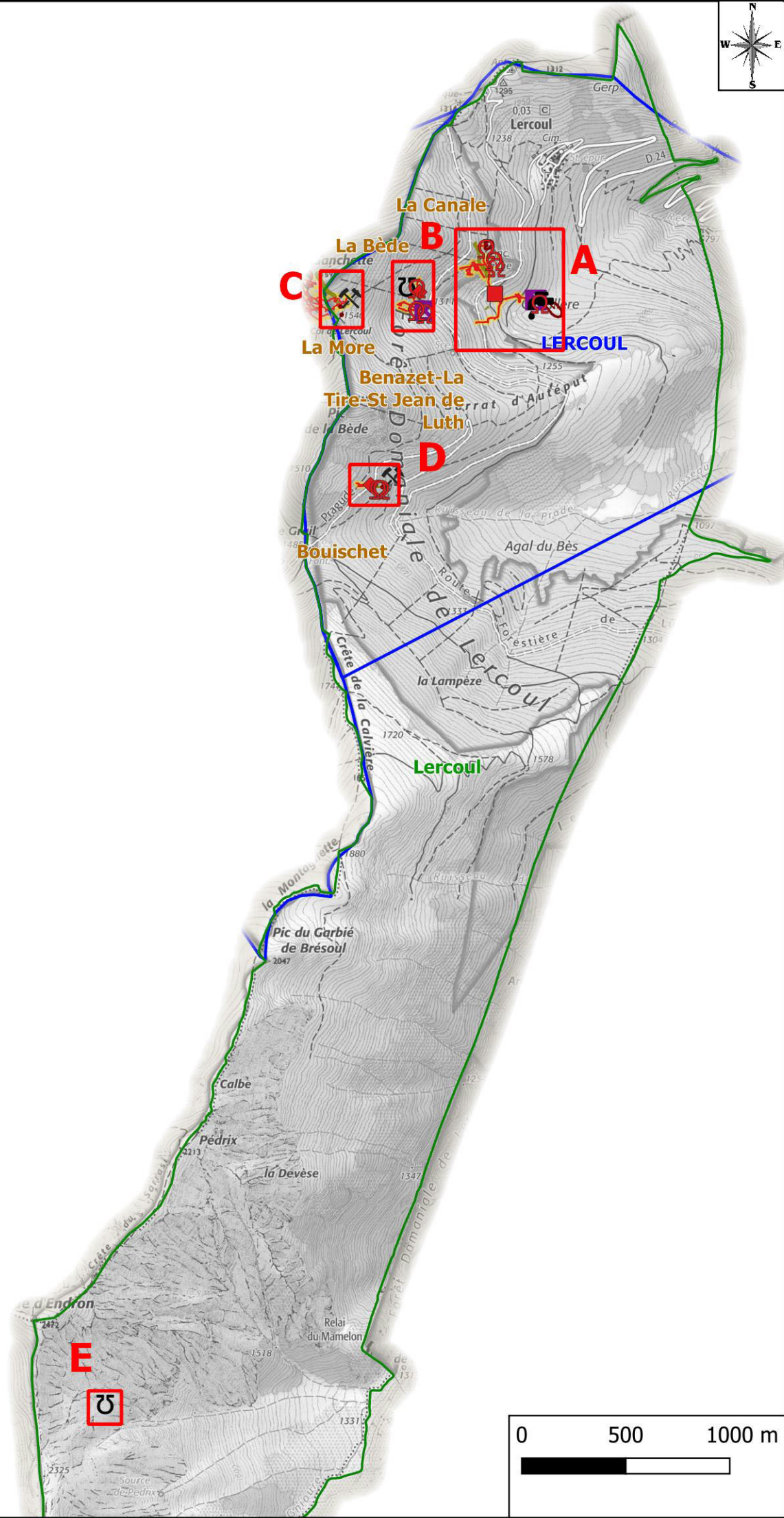
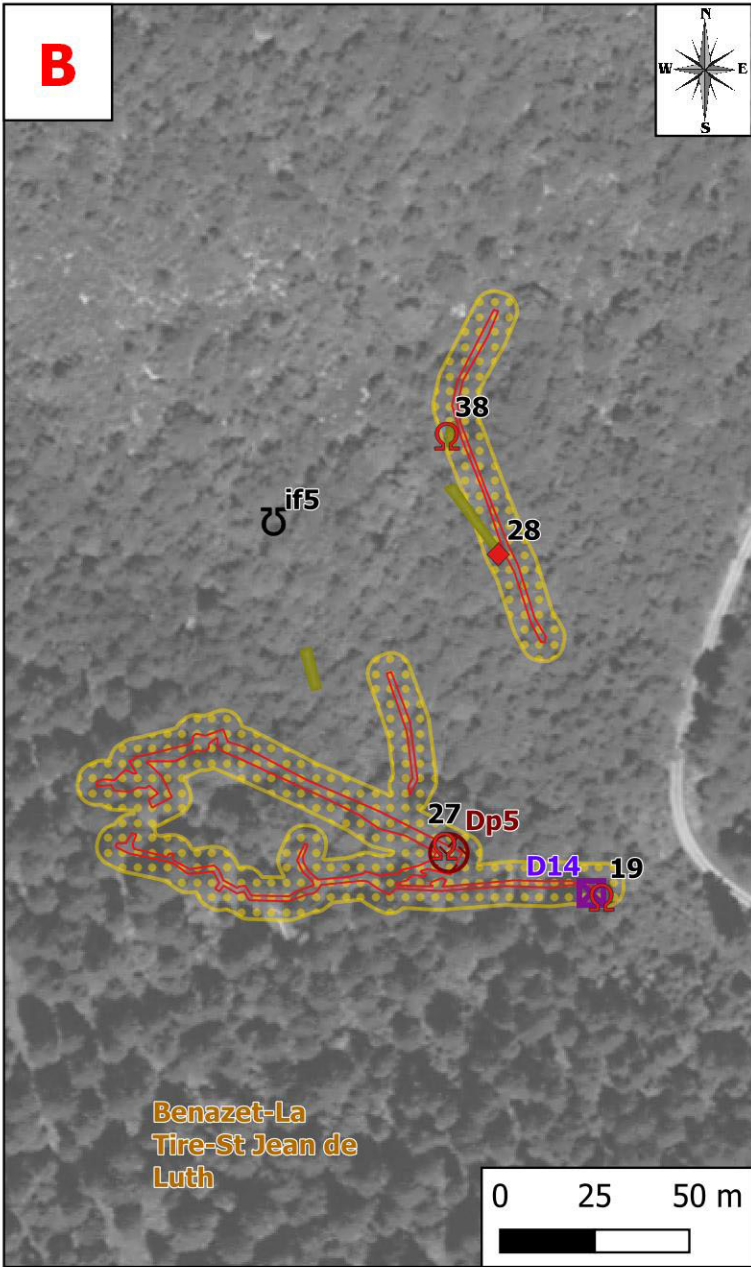
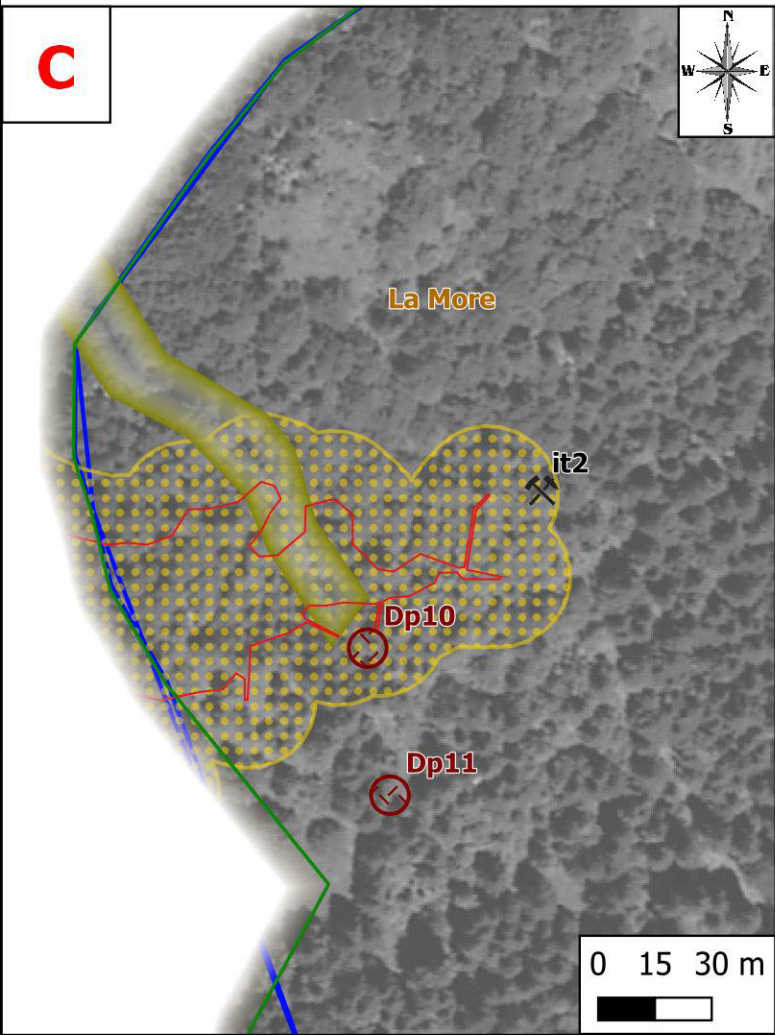
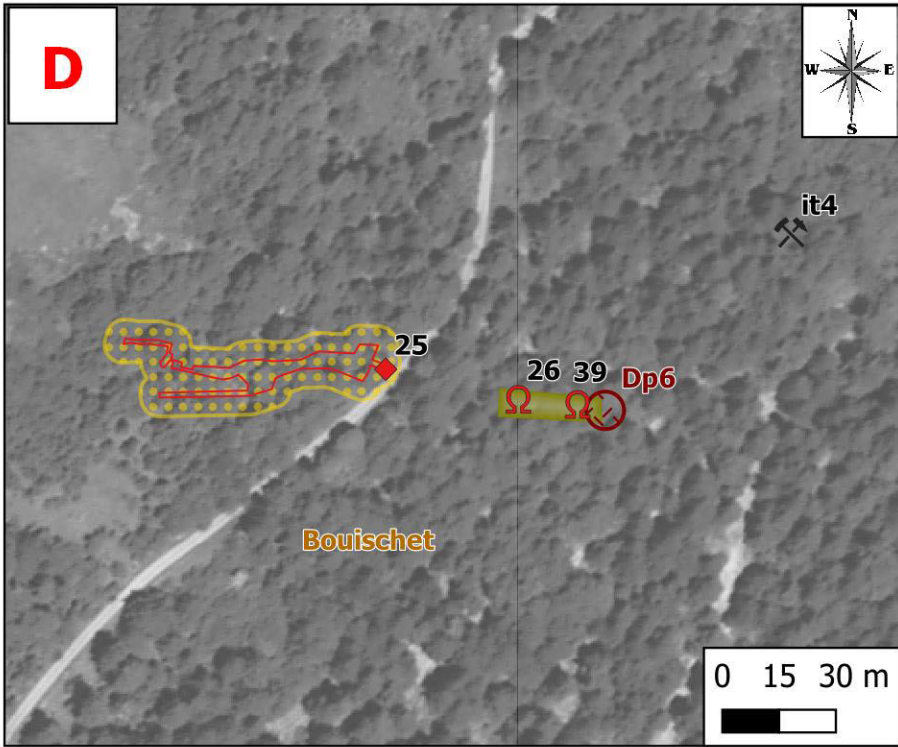
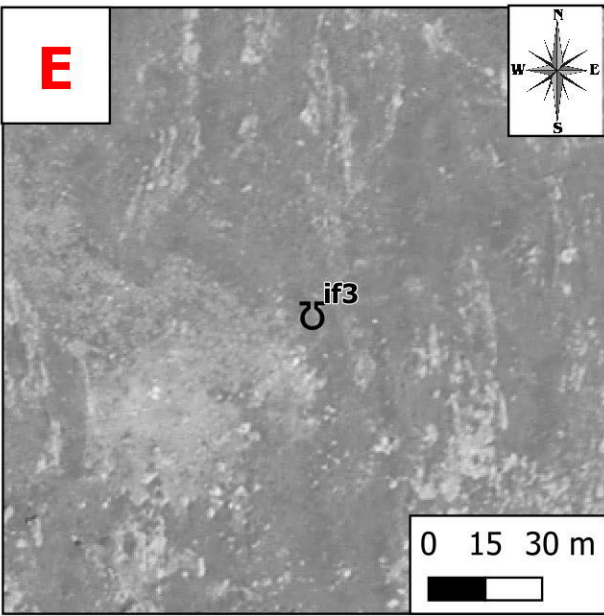
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2020/043DE - 200CC22010

Annexe 6B

04/2020



Carte informative

Commune de SIGUER (09)

Légende :

- Ouvrages

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
- Travaux souterrains

 - Indices de travaux souterrains
- Limites administratives

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune
- Dépôts

 - Zone de dépôt

Echelles :

Localisation : 1/25 000

Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :

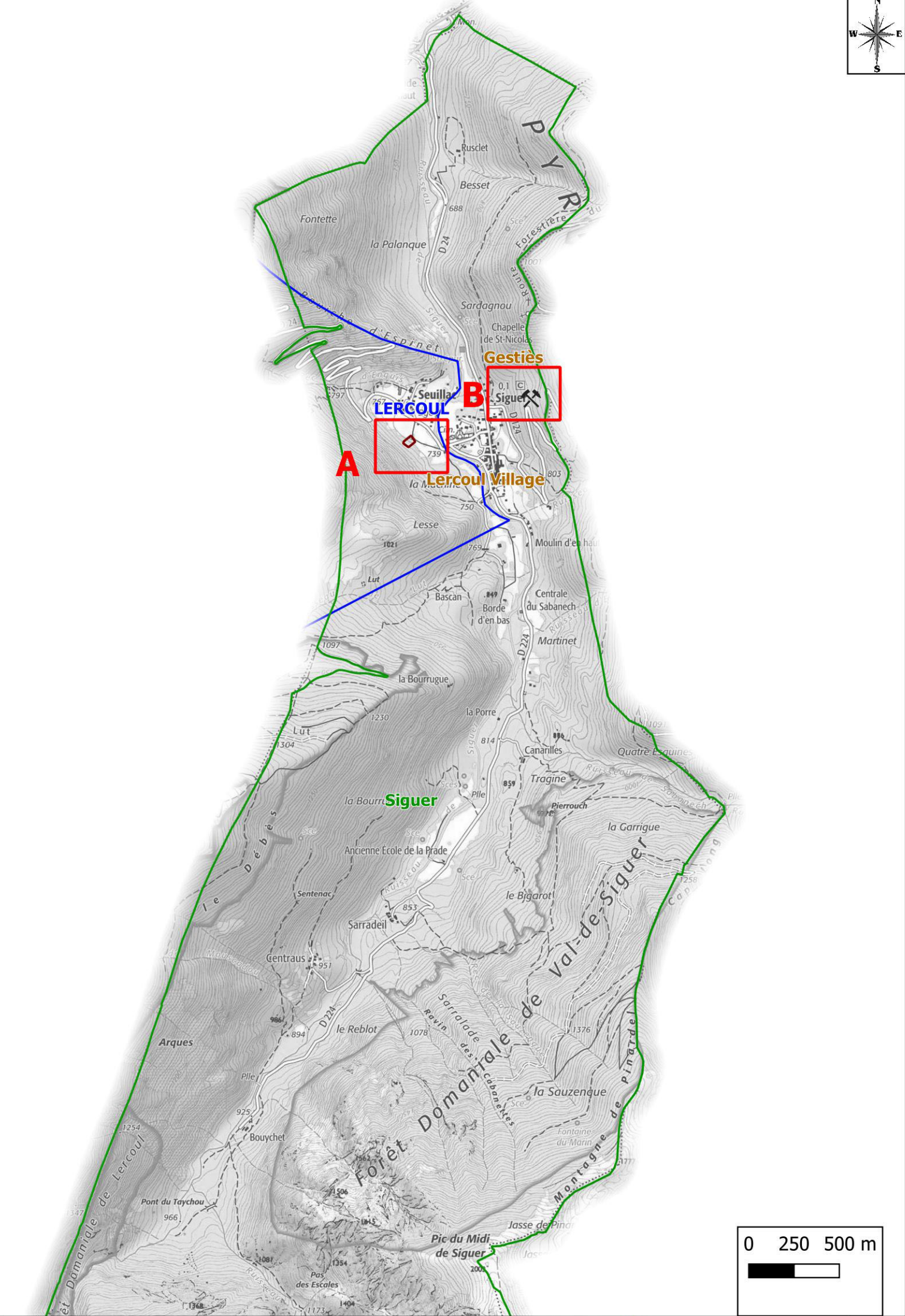
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 6C

04/2020

GEODERIS 2020/043DE - 20OCC22010



Carte informative

Commune de VAL-DE-SOS (09)

Légende :

Ouvrages	Dépôts
 Puits matérialisé	 Zone de dépôt
 Puits localisé	Travaux de surface
 Galerie matérialisée	 Grattage - Tranchée - Excavation
 Galerie localisée	 Grattage - Tranchée - Découverte
 Descenderie matérialisée	Travaux souterrains
 Exhaure	 Indices de travaux souterrains
Installations	 Galerie - Bure - Travers-banc
 Installation de traitement	Emprise d'exploitation
Désordres	 Travaux localisés
 Désordre ponctuel	 Zone potentiellement exploitée
 Zone de désordre	Limites administratives
	 Limites de titres miniers
	 Limites de commune

Ouvrages

- Puits m

- Puits lo

- Galerie

- Galerie

- ◆ Descender

- 1000000

- Exhaust

Installations

-
- Installa

- ## Désordres

- Désord

 Zone de

 Zone

Travaux de surface

- 5 Gra

- Grav

- 1

- ## Travail

- Indi

Emprise d'exploitation

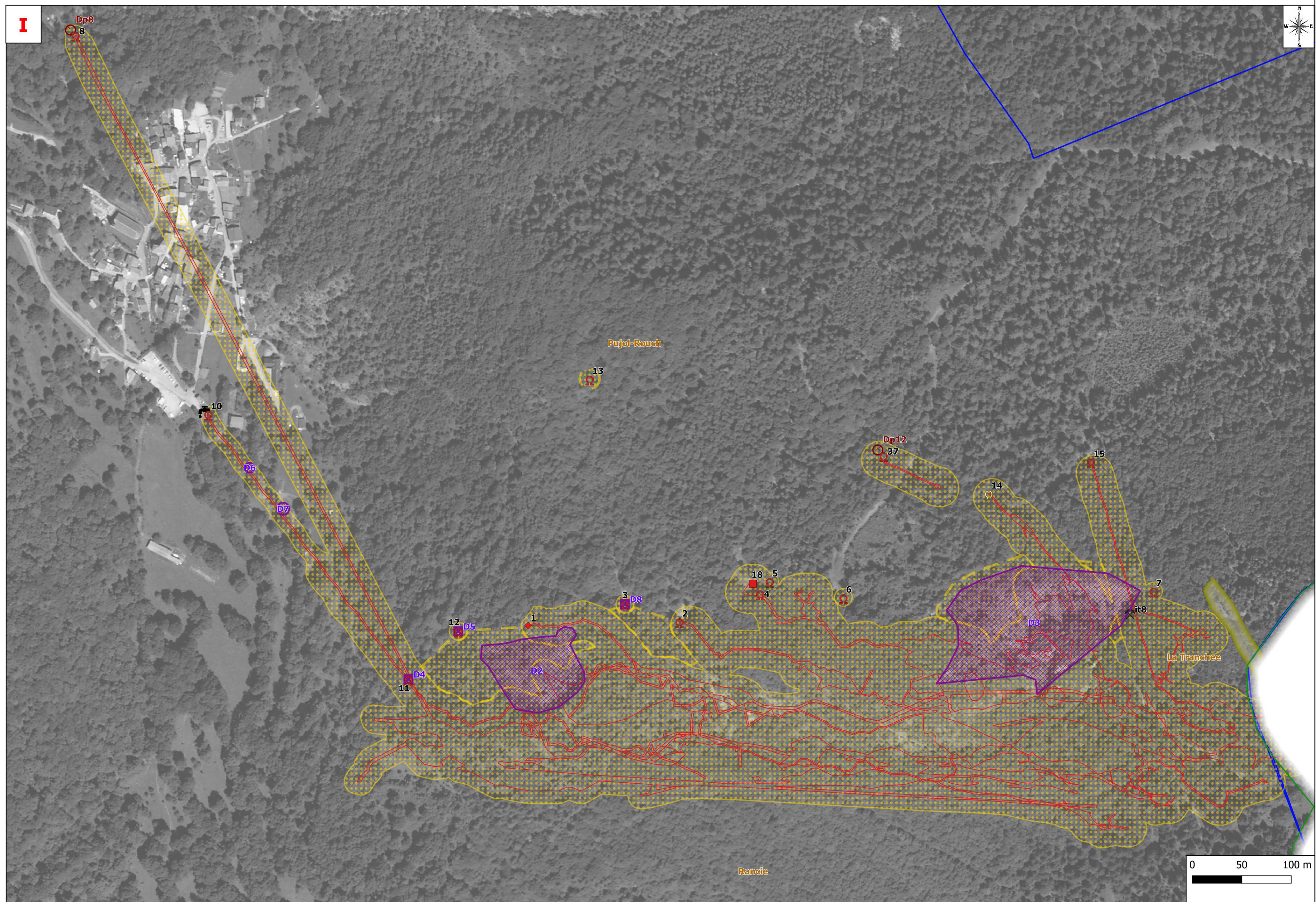
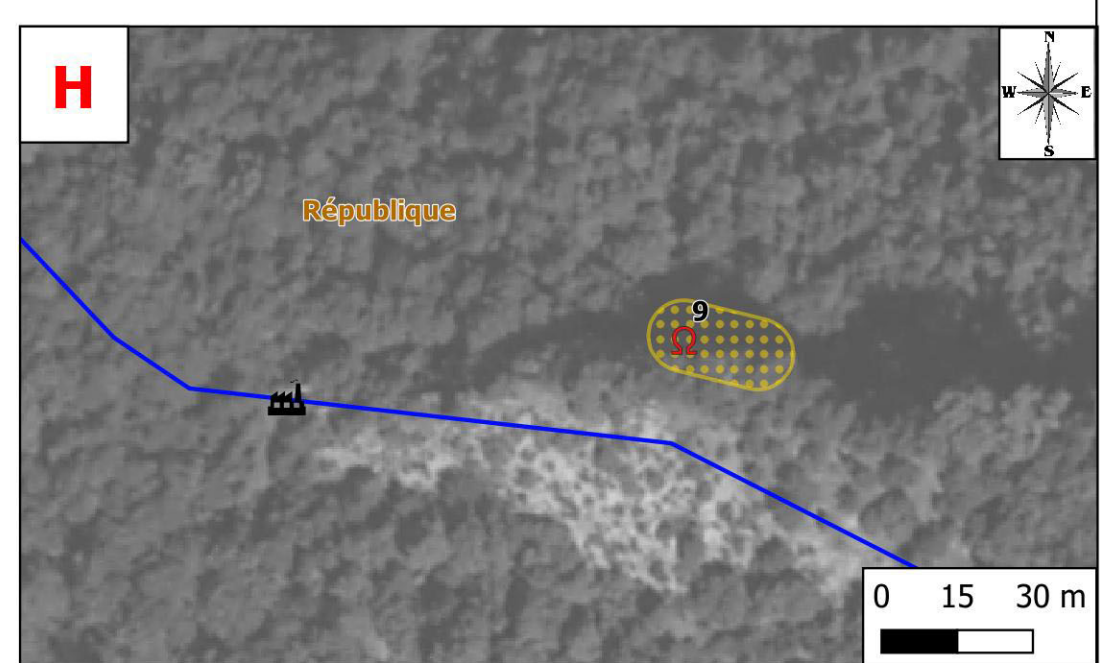
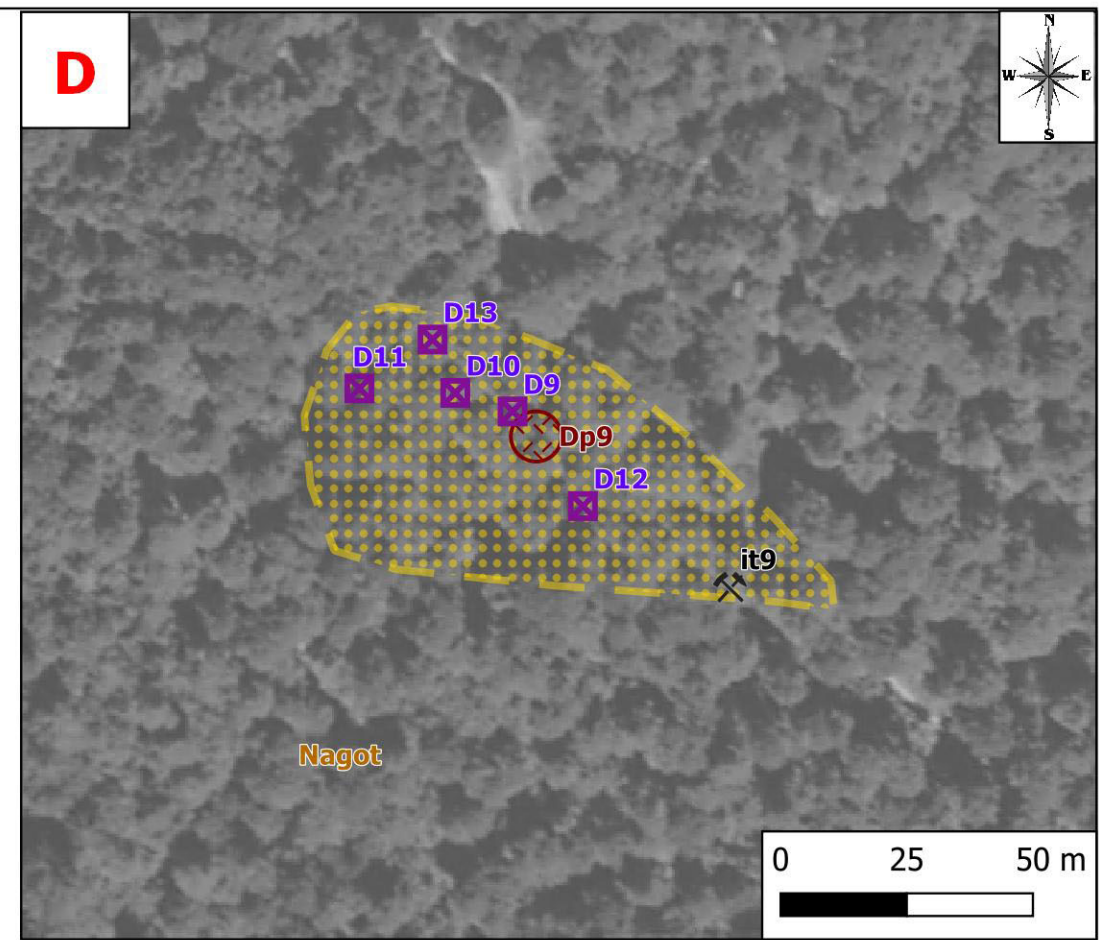
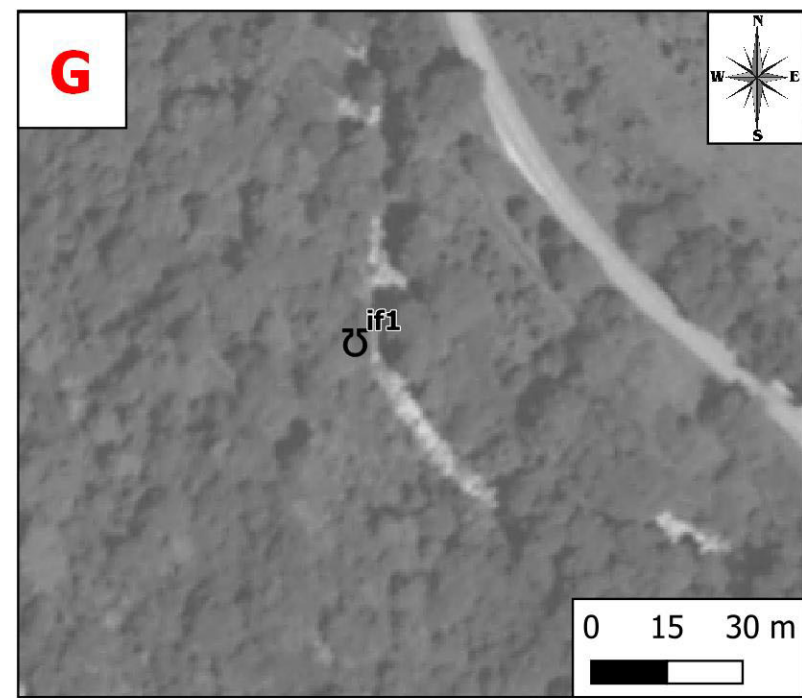
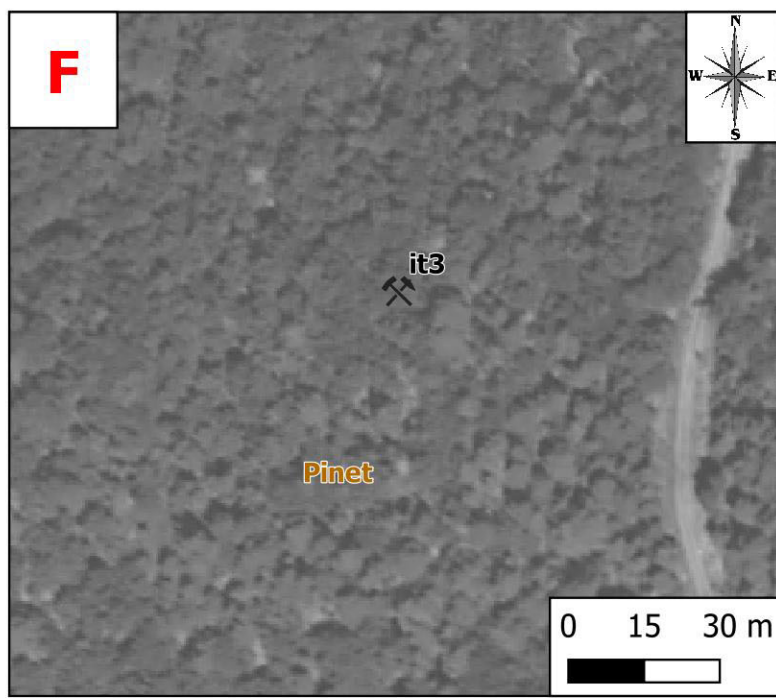
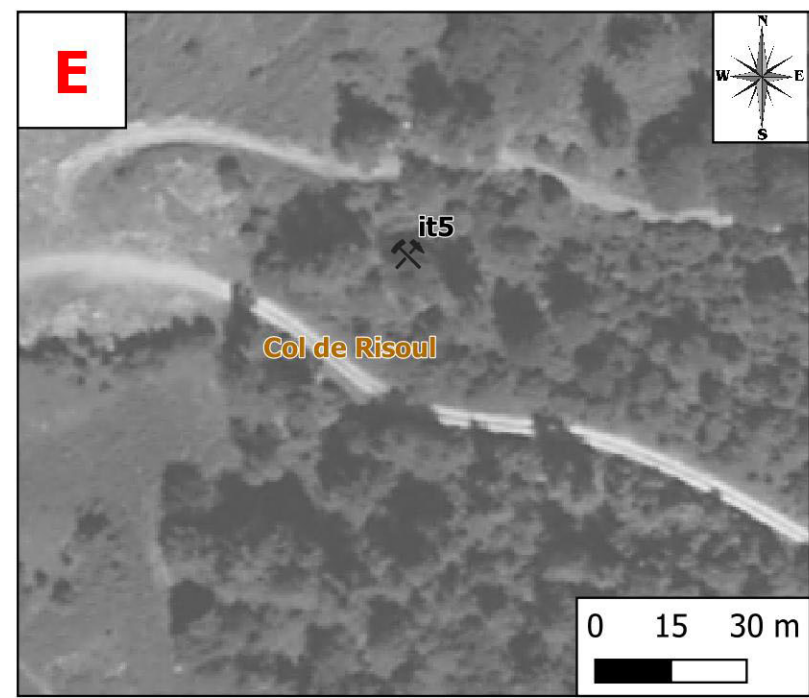
-
- Tra

- Zon

- ### Limites

☐ Limites de titres miniers

- Lim



Annexe 7

Cartes des aléas par commune

(hors texte)

Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune d' AUZAT (09)

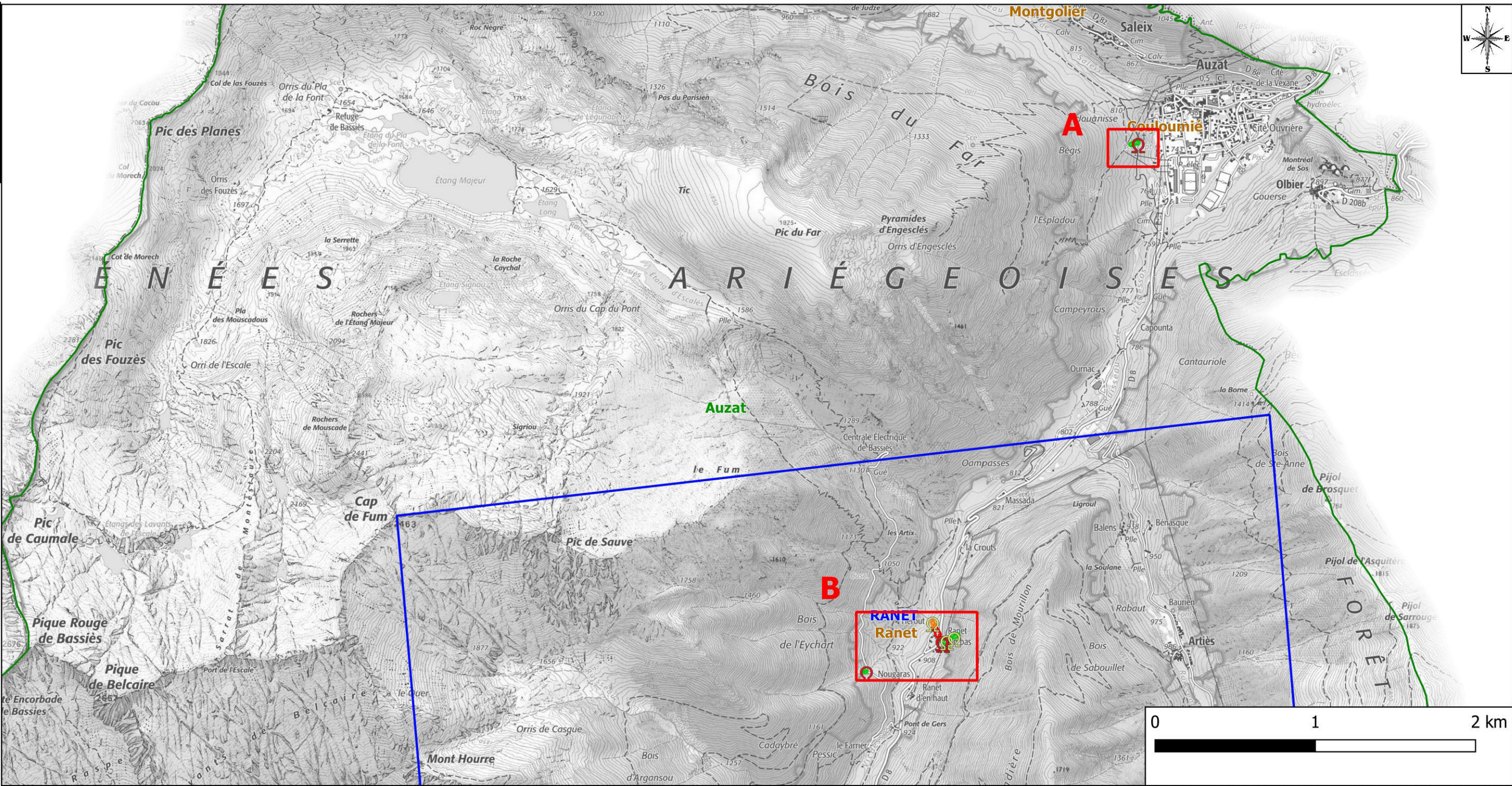
Légende :

- Ouvrages

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
- Aléas

 - Effondrement localisé faible
 - Effondrement localisé moyen
 - Effondrement localisé fort
- Limites administratives

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune



Echelles :

Localisation : 1/25 000

Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :

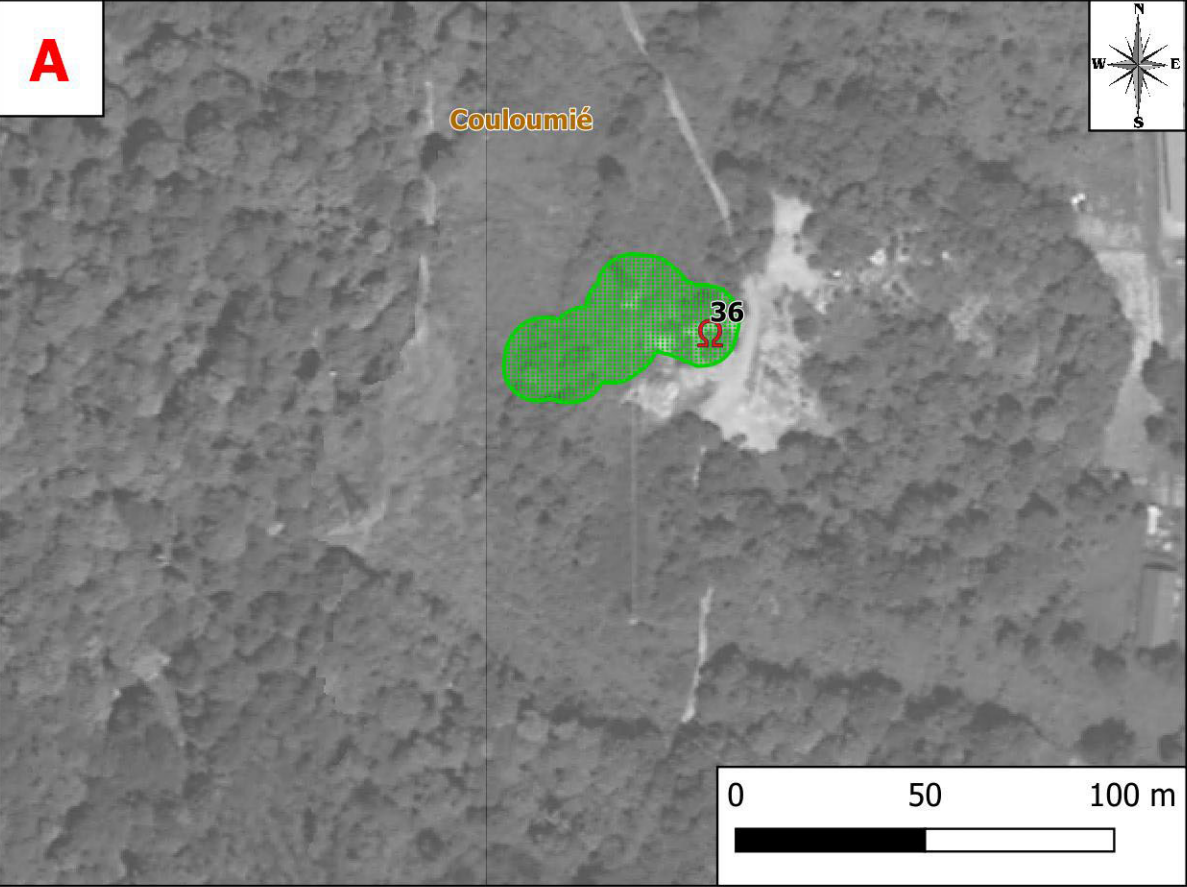
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 7A

GEODERIS 2020/043DE - 200CC22010

04/2020



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de LERCOUL (09)

Légende :

- Ouvrages**

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
- Aléas**

 - Effondrement localisé faible
 - Effondrement localisé moyen
 - Effondrement localisé fort
- Limites administratives**

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune

Echelles :

Localisation : 1/25 000

Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :

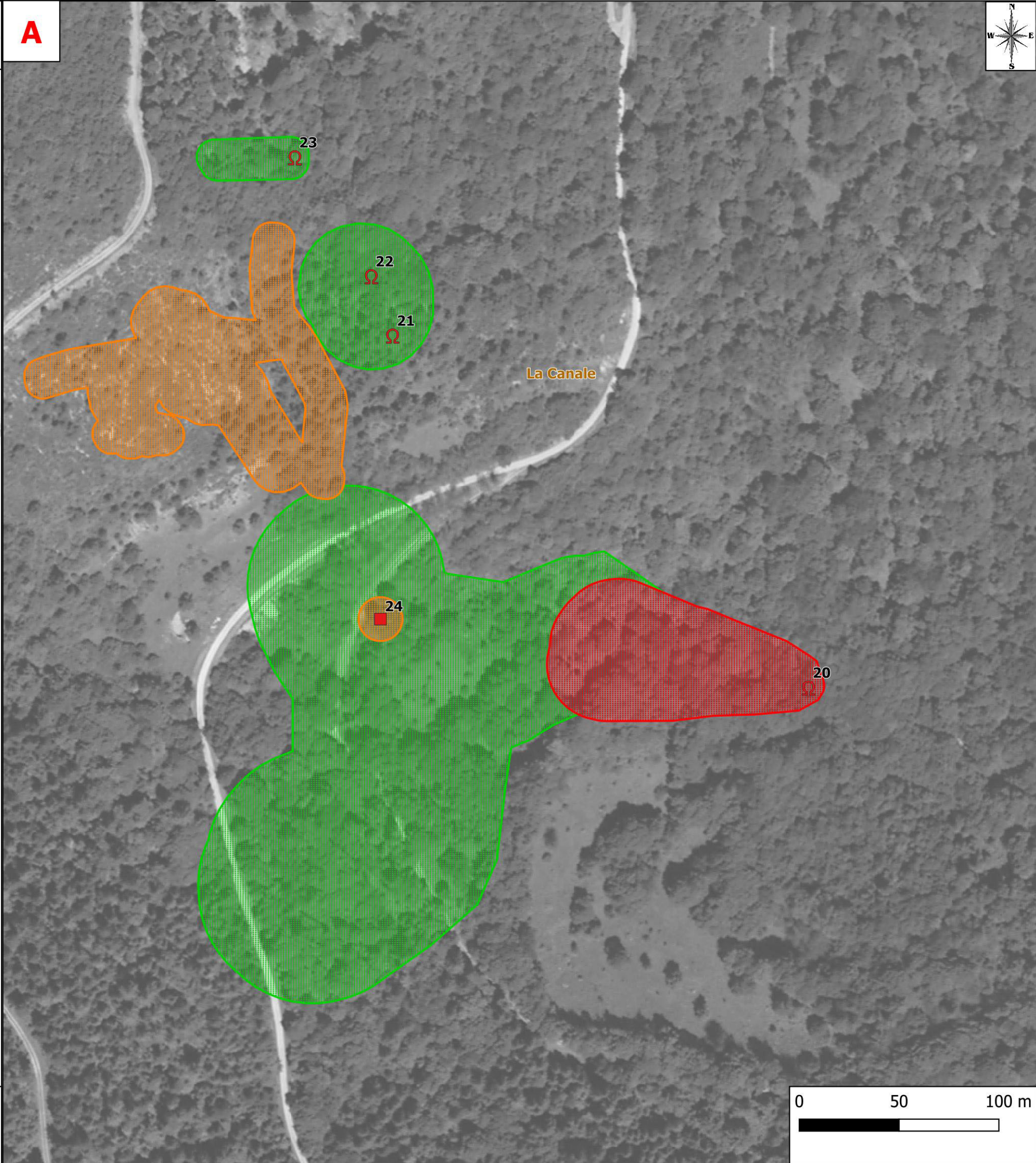
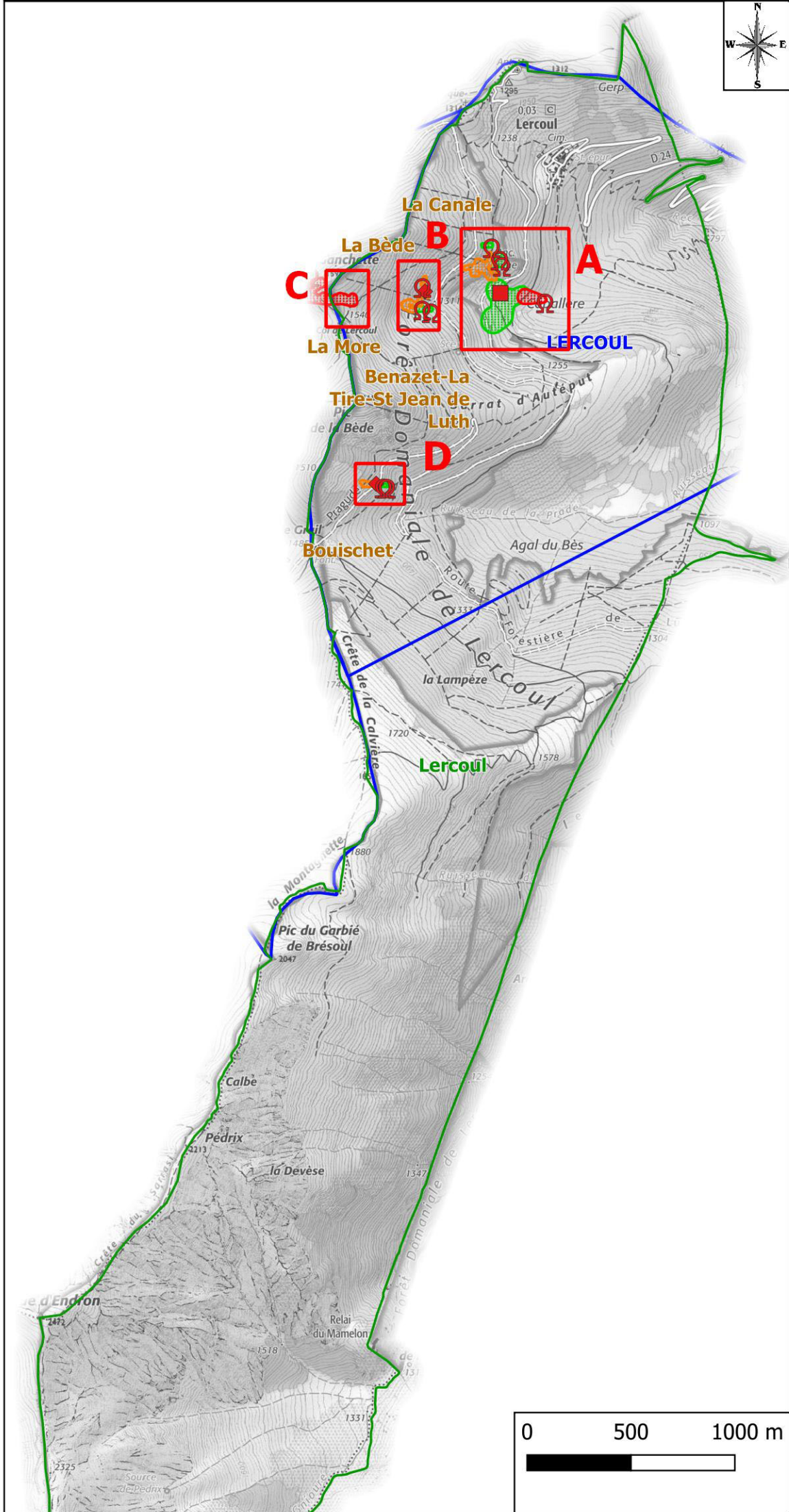
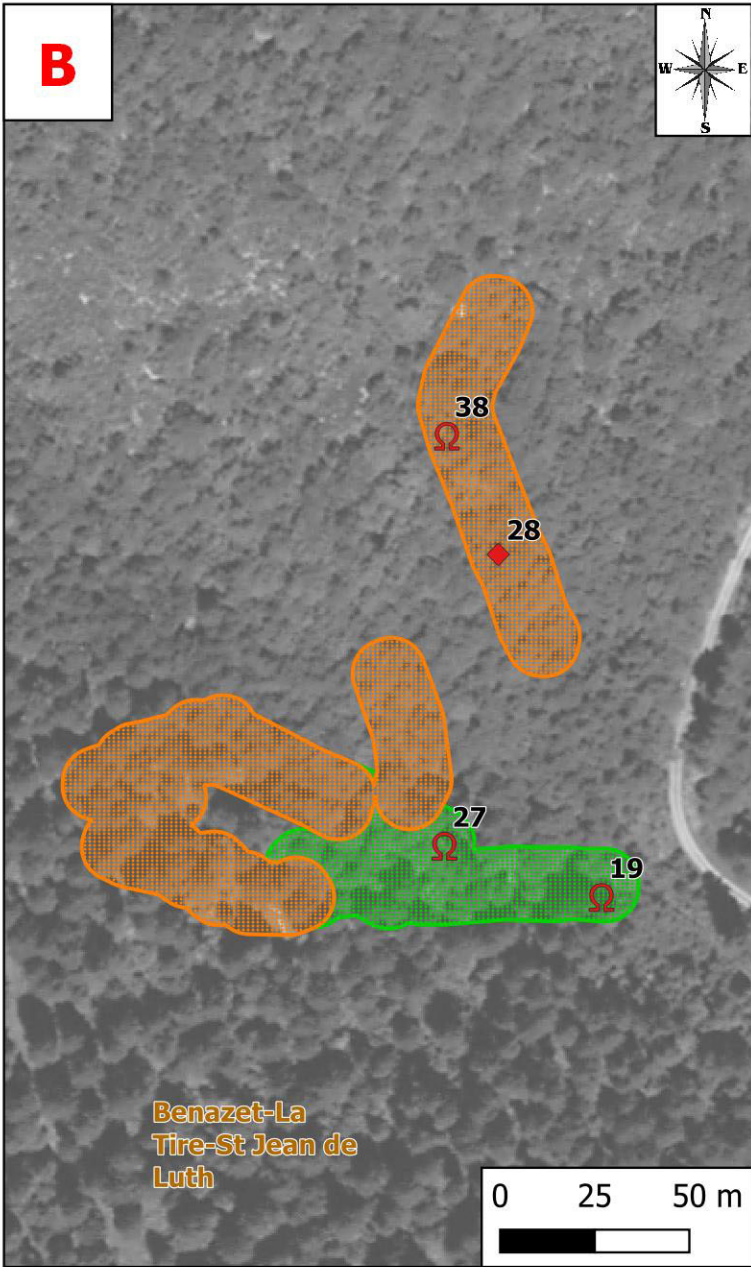
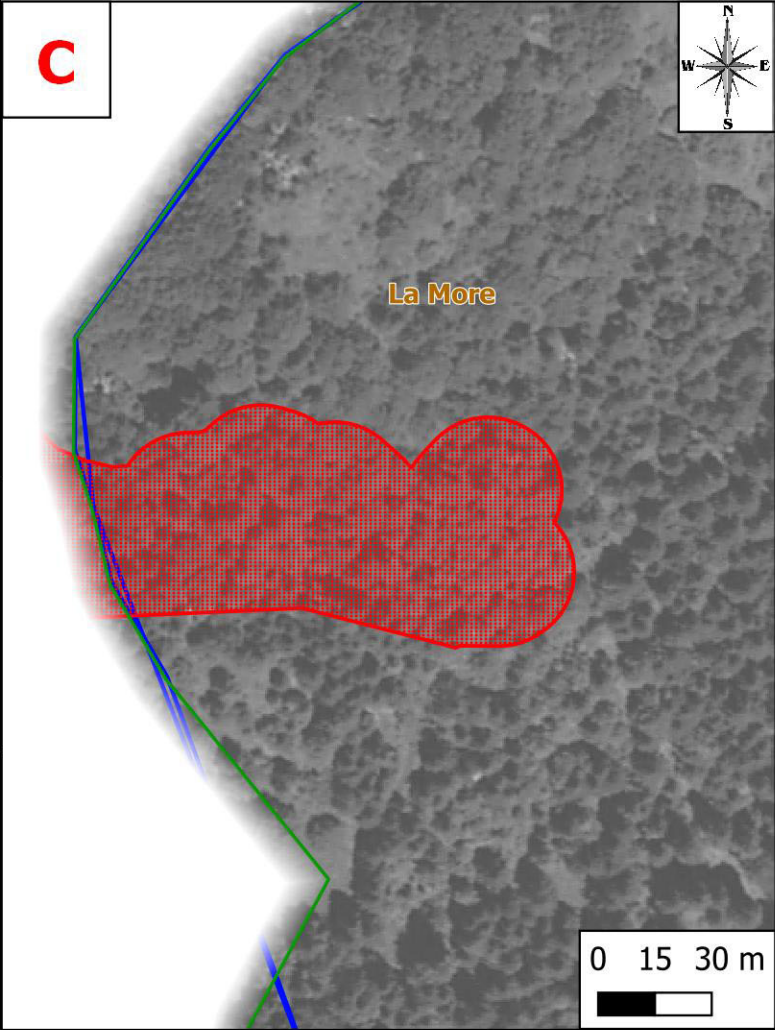
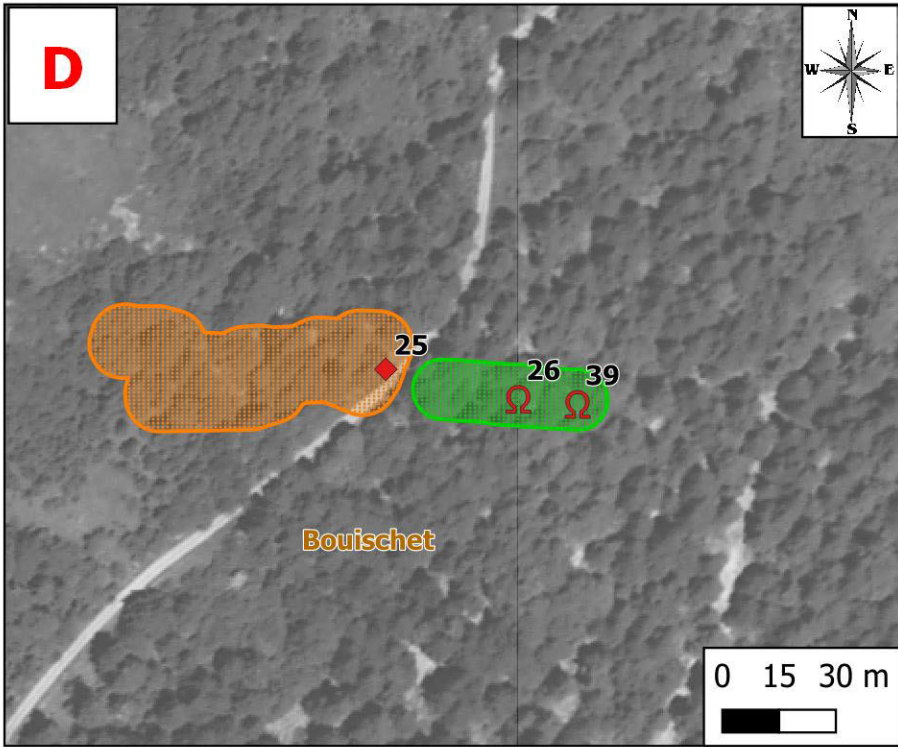
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2020/043DE - 200CC22010

Annexe 7B

04/2020



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de VAL-DE-SOS (09)

Légende :

Ouvrages

- Puits matérialisé
- Puits localisé
- Galerie matérialisée
- Galerie localisée
- Descenderie matérialisée

Aléas

- Effondrement localisé faible
- Effondrement localisé moyen
- Effondrement localisé fort

Limites administratives

- Limites de titres miniers
- Limites de commune

Echelles :

Localisation : 1/25 000
Zooms : 1/1 500 et 1/2 500

GEODERIS

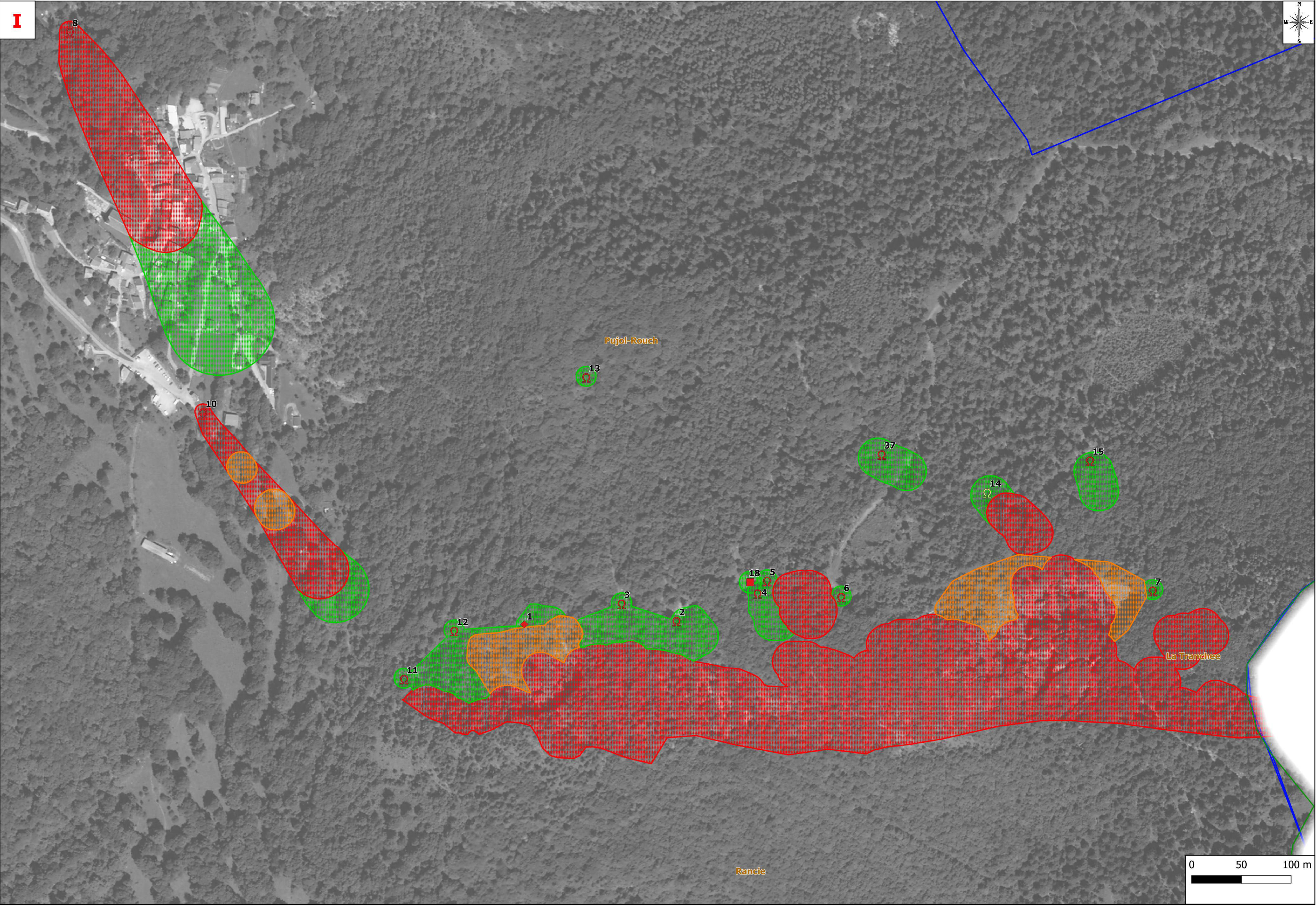
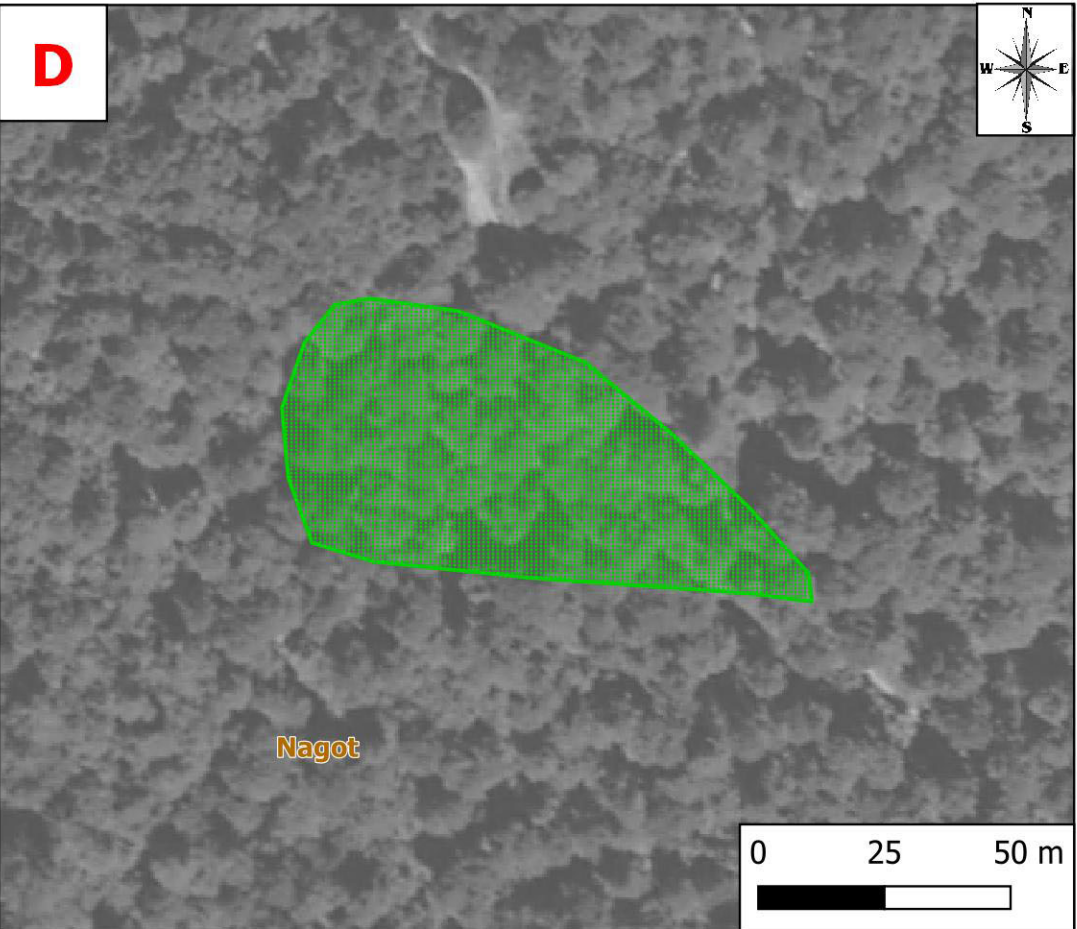
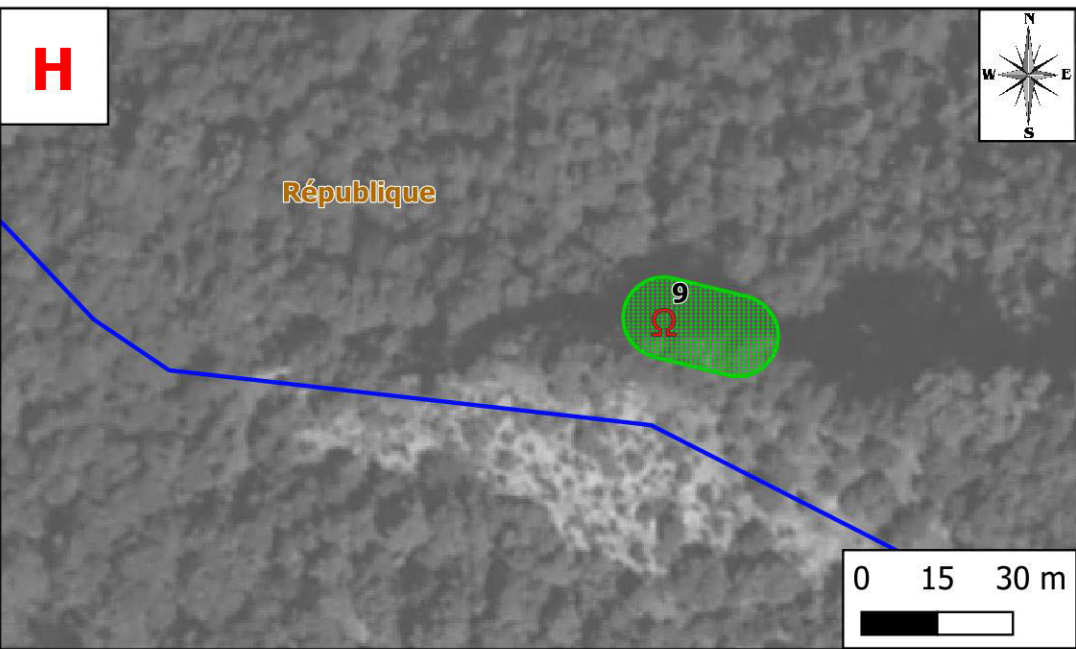
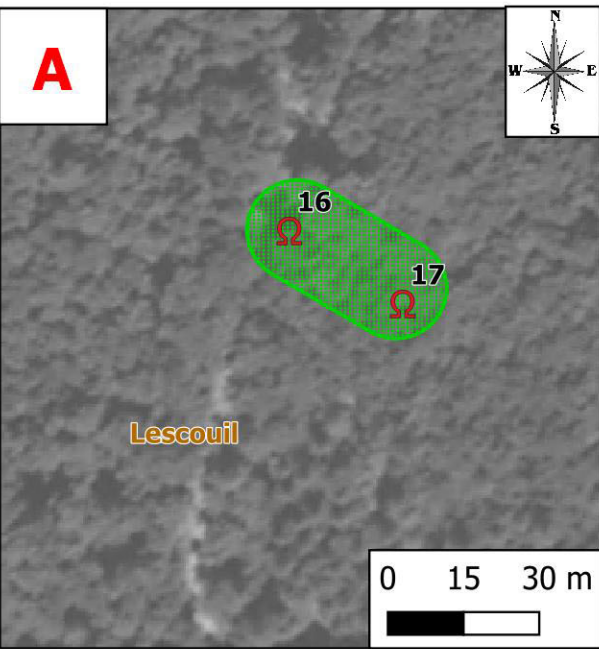
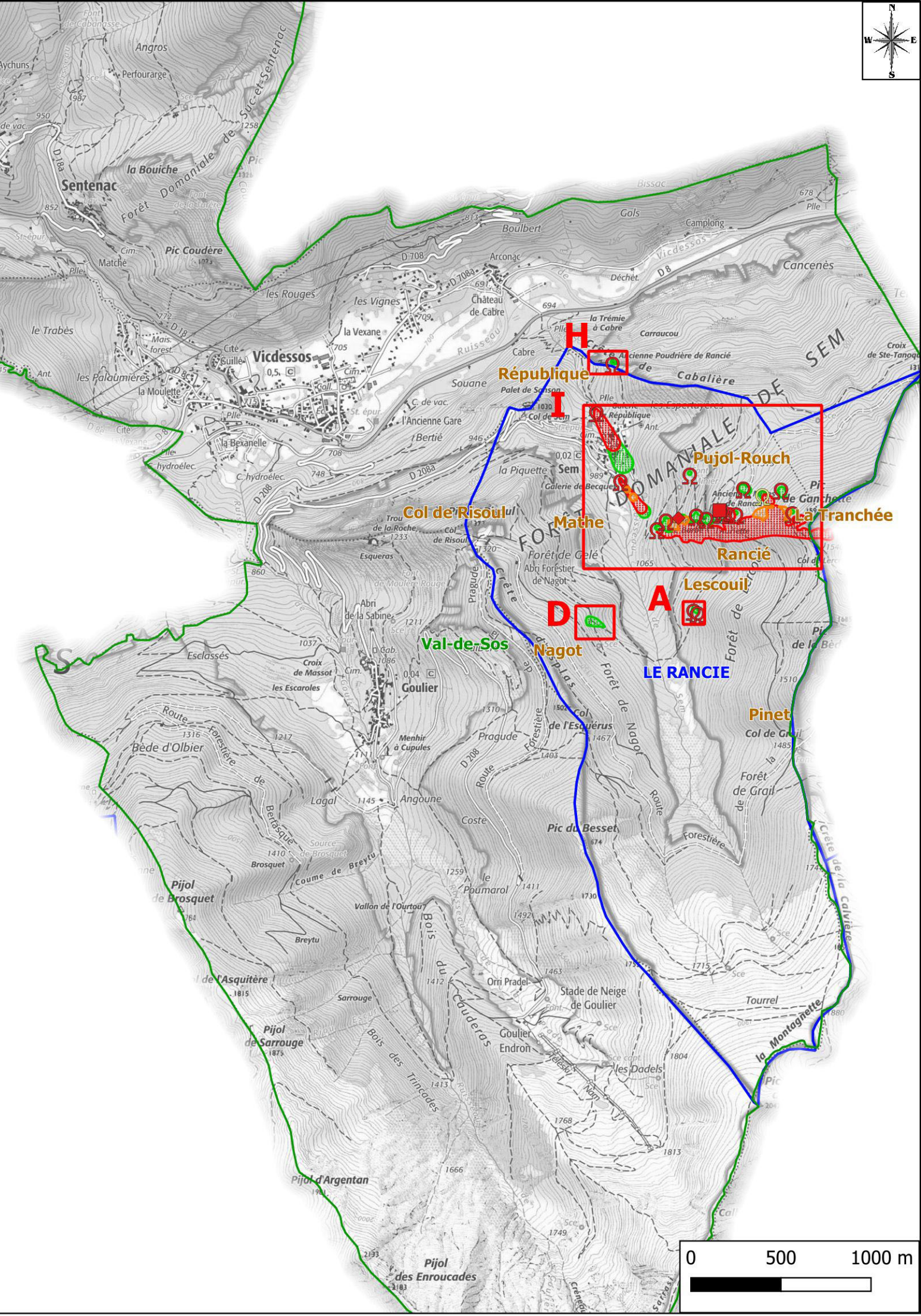
Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 7C

GEODERIS 2020/043DE - 20OCC22010

04/2020



Carte des aléas tassement, mouvement de pente rocheuse et mouvement de pente de matériaux meubles

Commune d'AUZAT (09)

Légende :

Ouvrages

- Puits matérialisé
- Puits localisé
- Ω Galerie matérialisée
- Ω Galerie localisée

Aléas

- ▬ Tassement faible
- ▨ Mouvement de pente de matériaux meubles faible
- ▨ Mouvement de pente rocheuse moyen

Limites administratives

- ▬ Limites de titres miniers
- ▬ Limites de commune

Echelles :

Localisation : 1/25 000
Zooms : 1/2 000



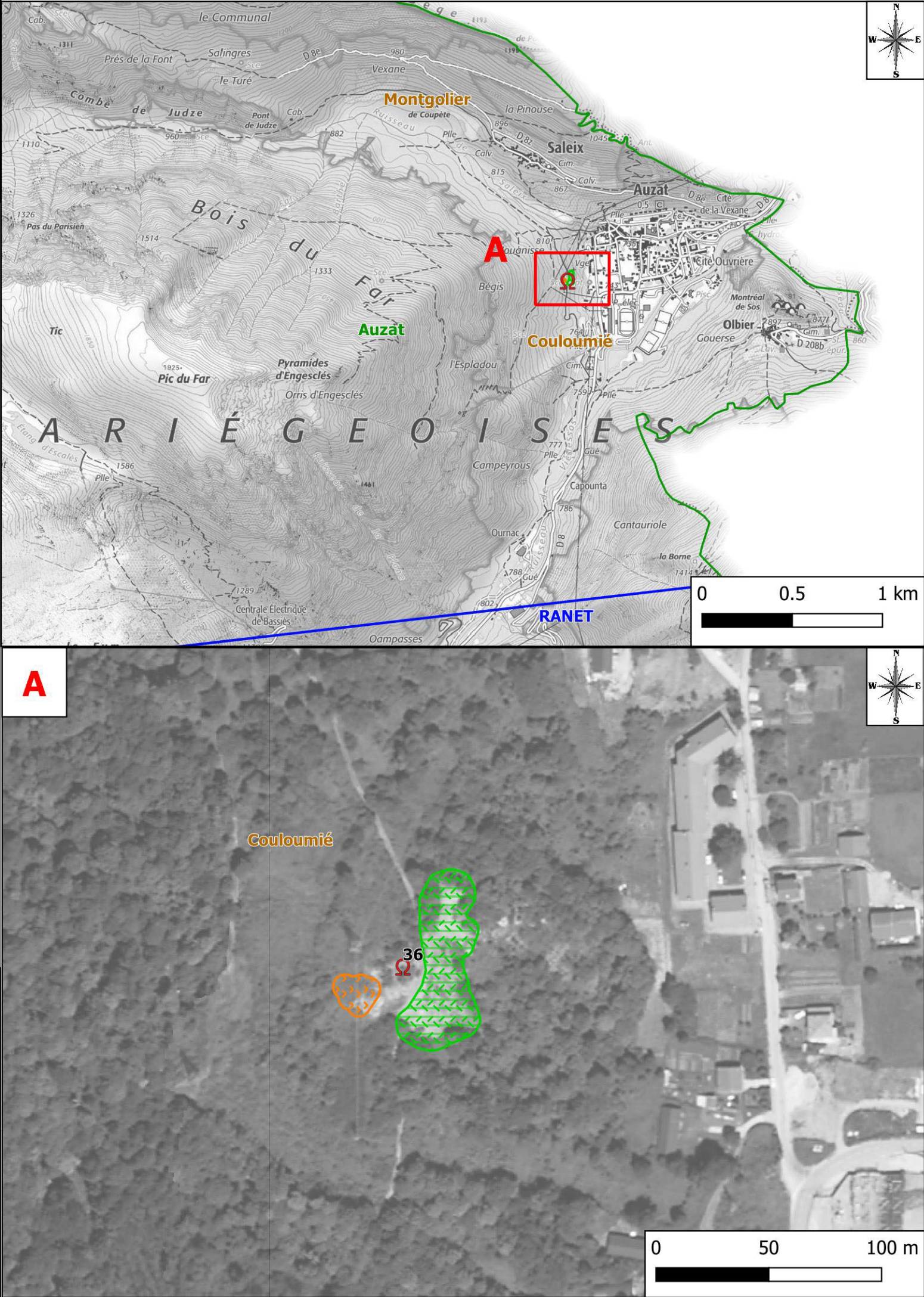
Fonts cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2020/043DE - 200CC22010

Annexe 7D

04/2020



Carte des aléas tassement, mouvement de pente rocheuse et mouvement de pente de matériaux meubles

Commune de LERCOUL (09)

Légende :

Ouvrages

■

Puits matérialisé

■

Puits localisé

Ω

Galerie matérialisée

Ω

Galerie localisée

◆

Descenderie matérialisée

Aléas

Tassement faible

Mouvement de pente de matériaux meubles faible

Mouvement de pente rocheuse moyen

Limites administratives

Limites de titres miniers

Limites de commune

Echelles :

Localisation : 1/25 000

Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :

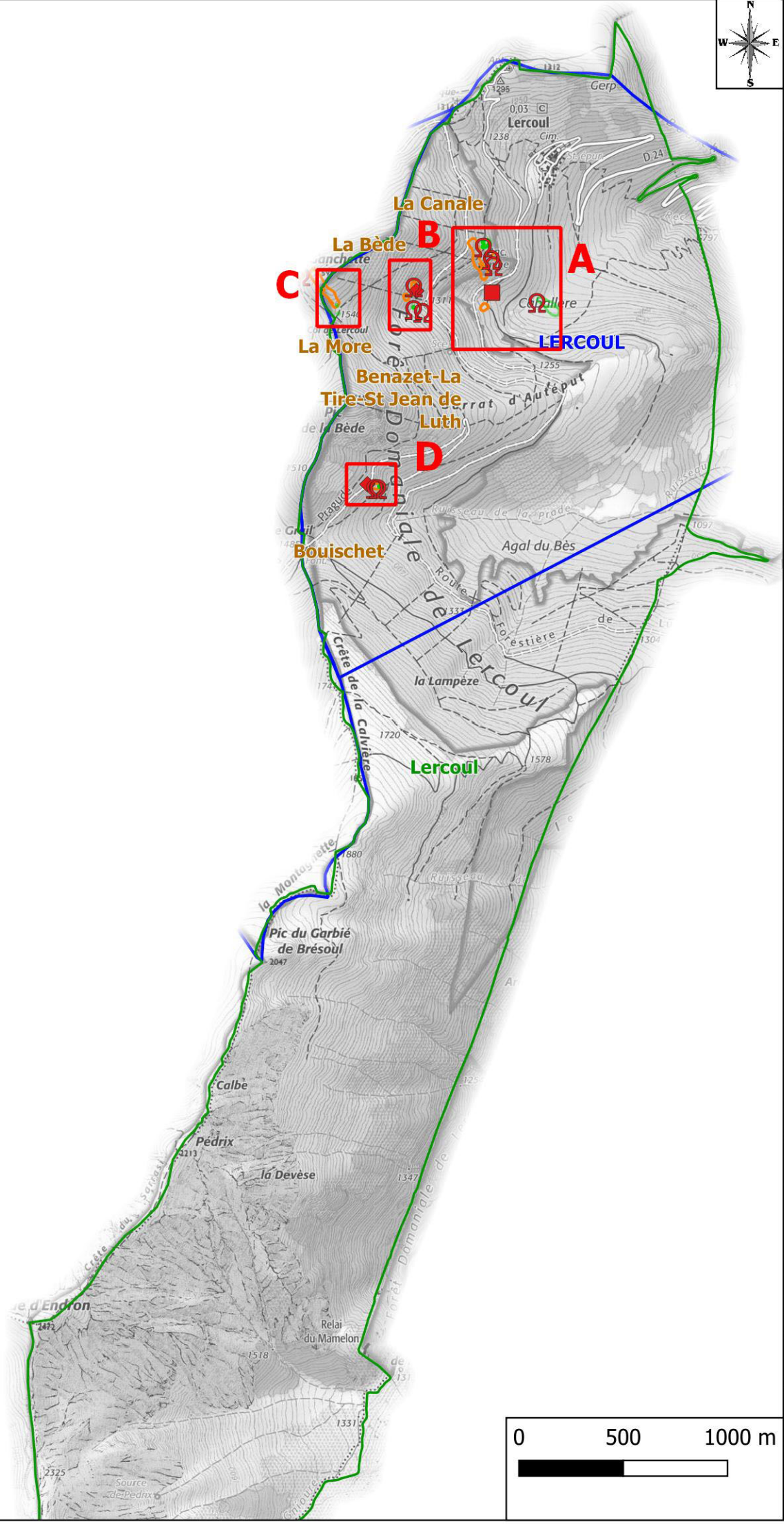
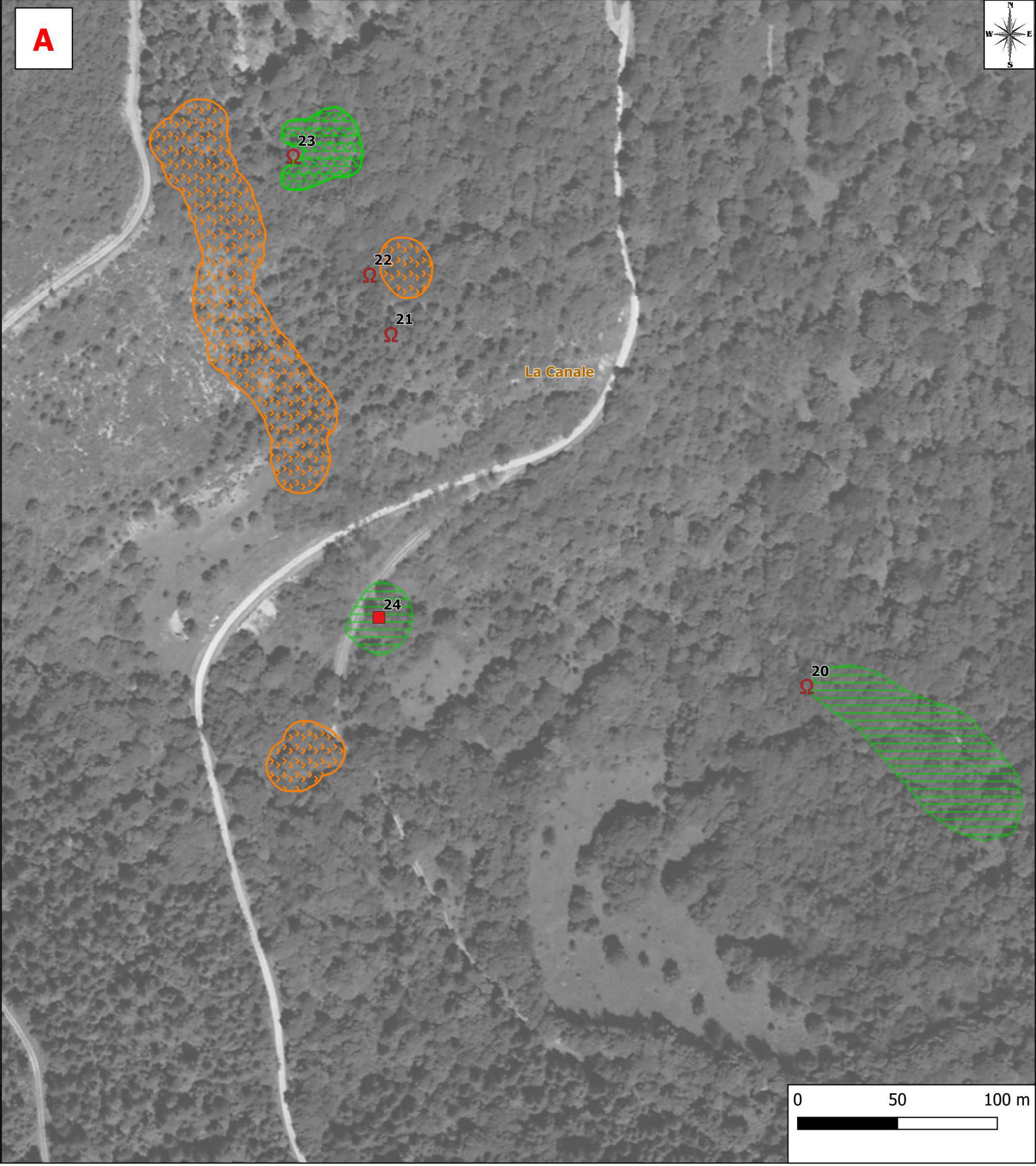
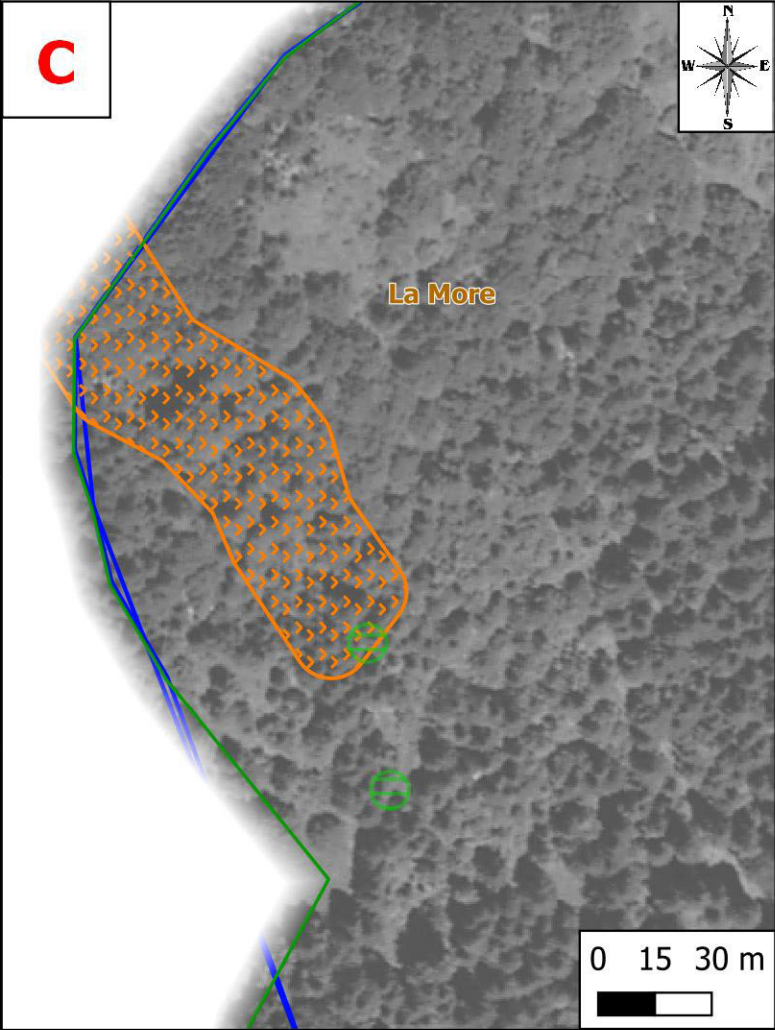
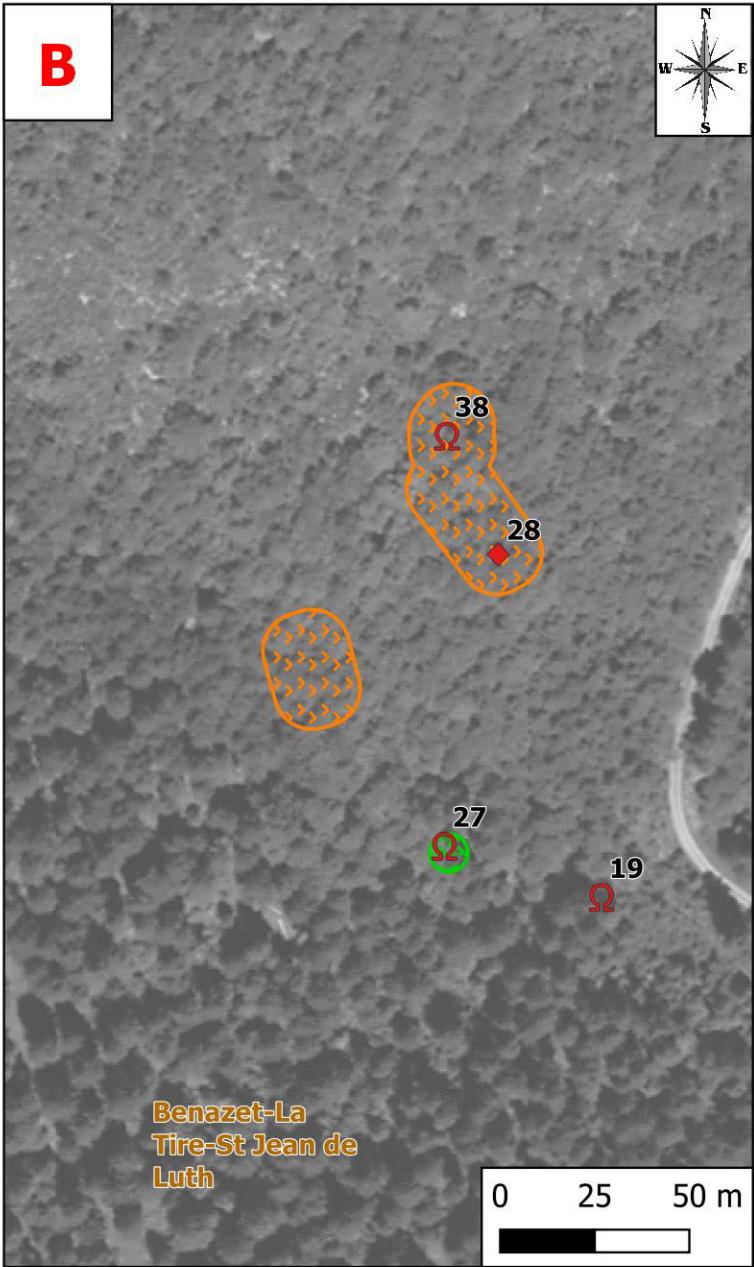
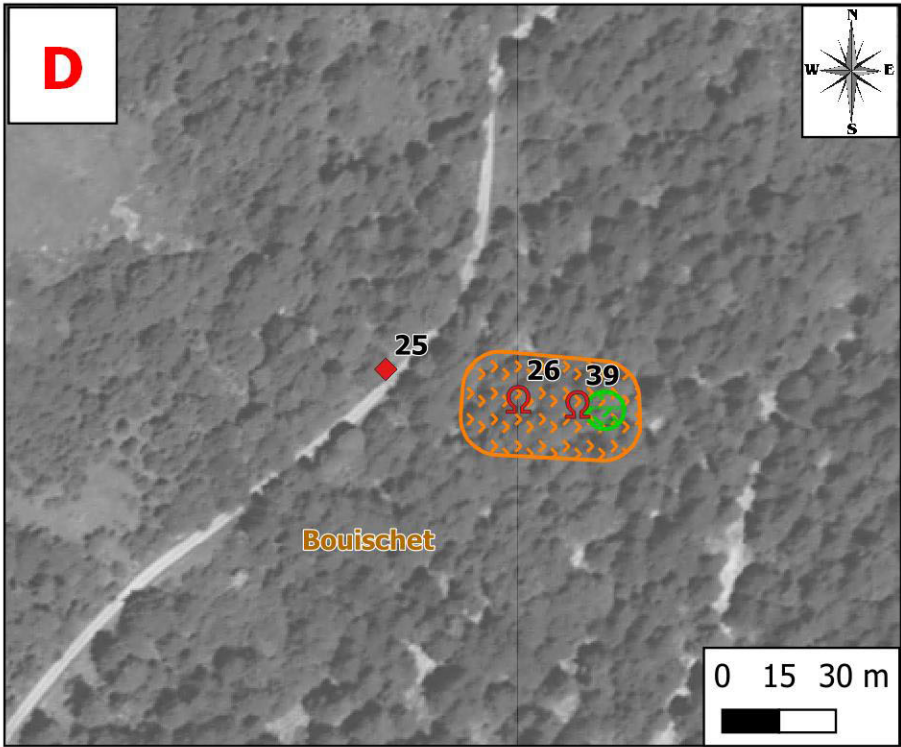
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 7E

04/2020

GEODERIS 2020/043DE - 20OCC22010



Carte de l'aléa Tassement et
Mouvement de pente de matériaux meubles

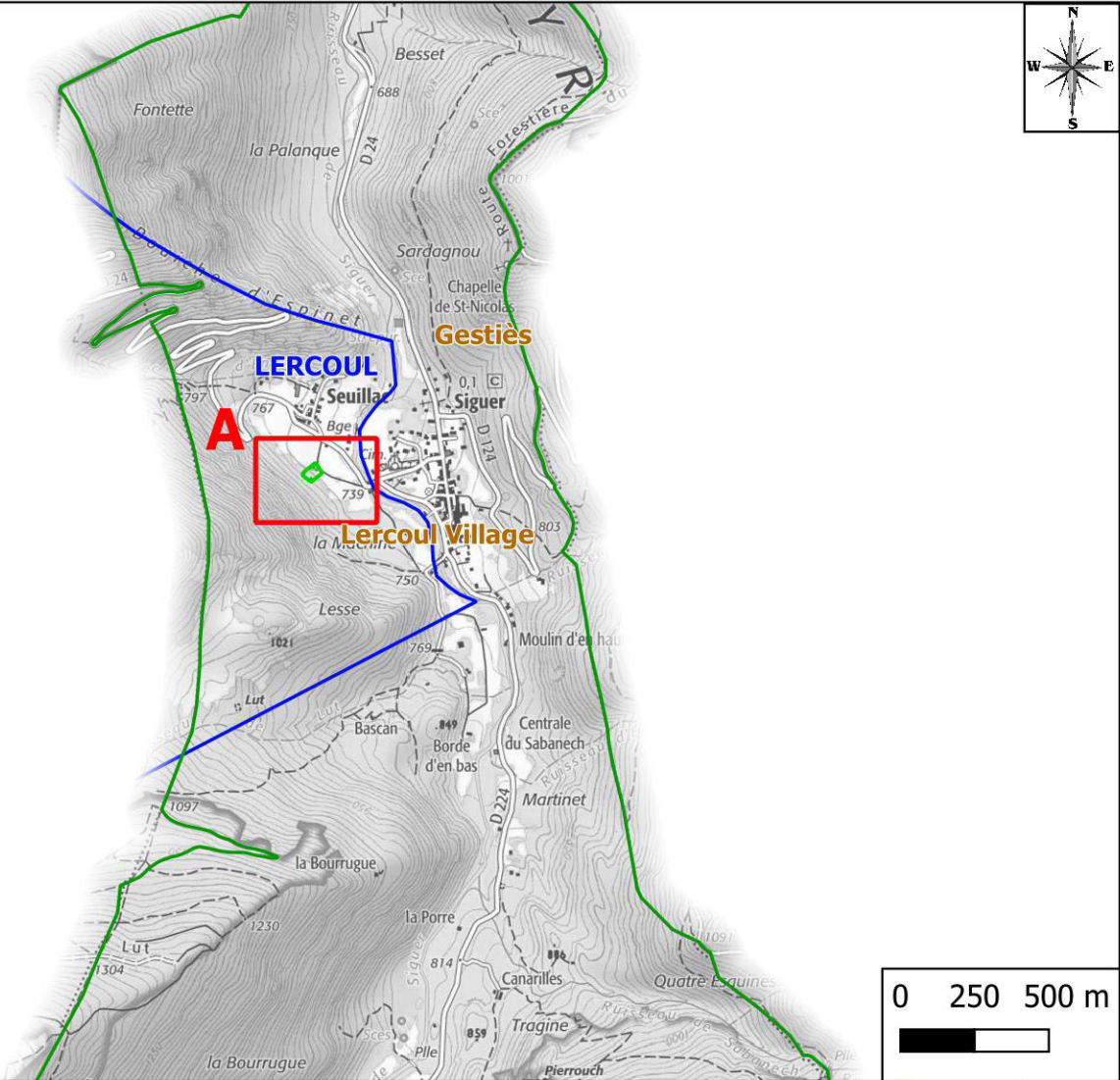
Commune de SIGUER (09)

Légende :

- Aléas**

 - Tassement faible
 - Mouvement de pente de matériaux meubles faible
- Limites administratives**

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune



Echelles :
Localisation : 1/25 000
Zooms : 1/2 000

GEODERIS

Fonts cartographiques :
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 7F

04/2020

GEODERIS 2020/043DE - 20OCC22010

Carte des aléas tassement et mouvement de pente rocheuse

Commune de VAL-DE-SOS (09)

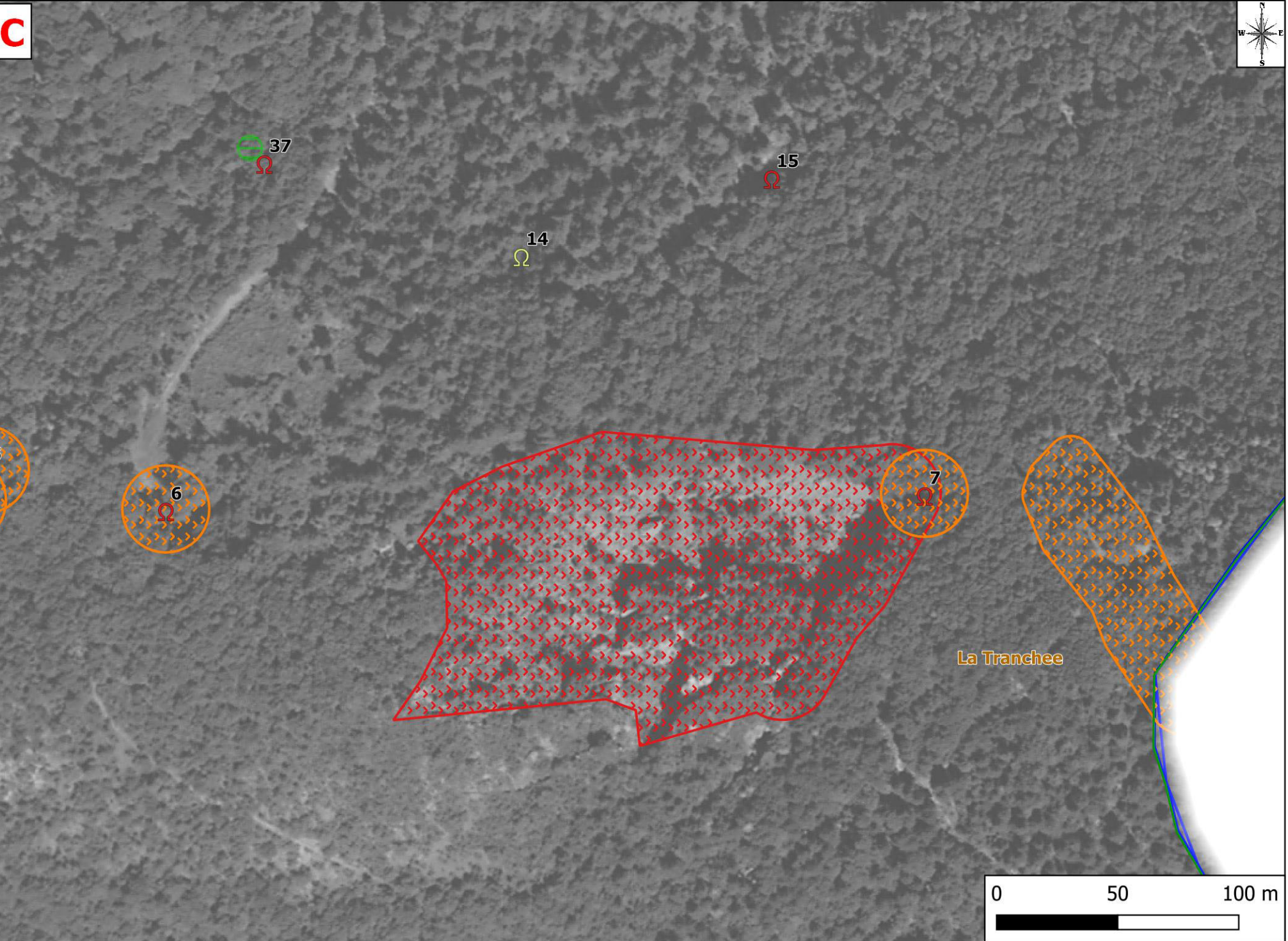
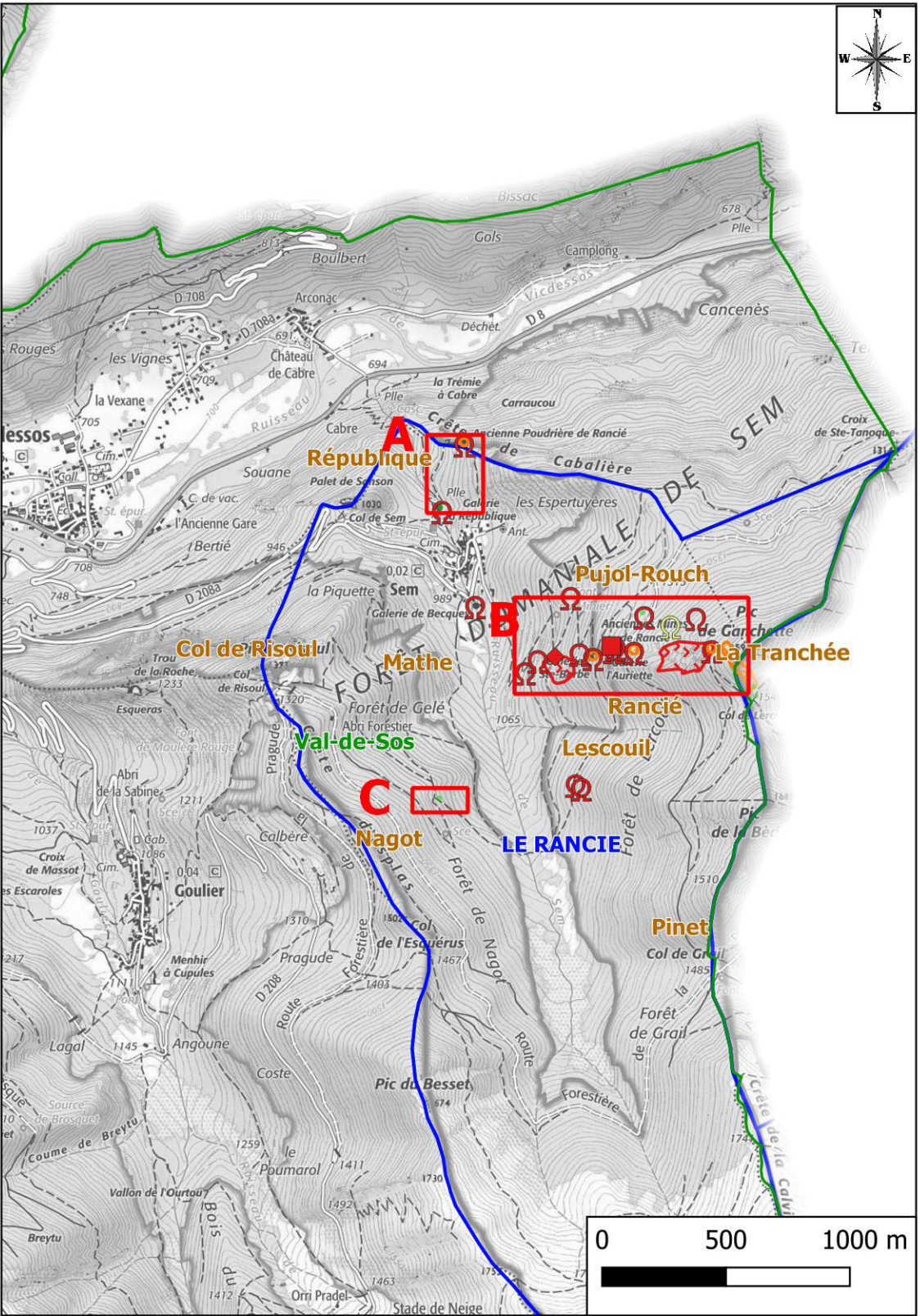
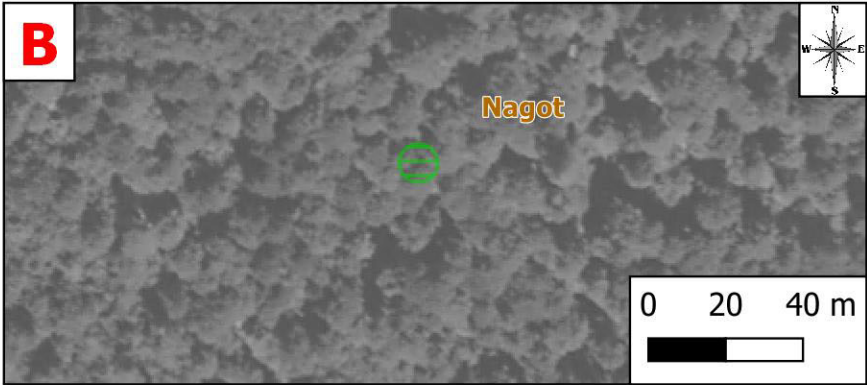
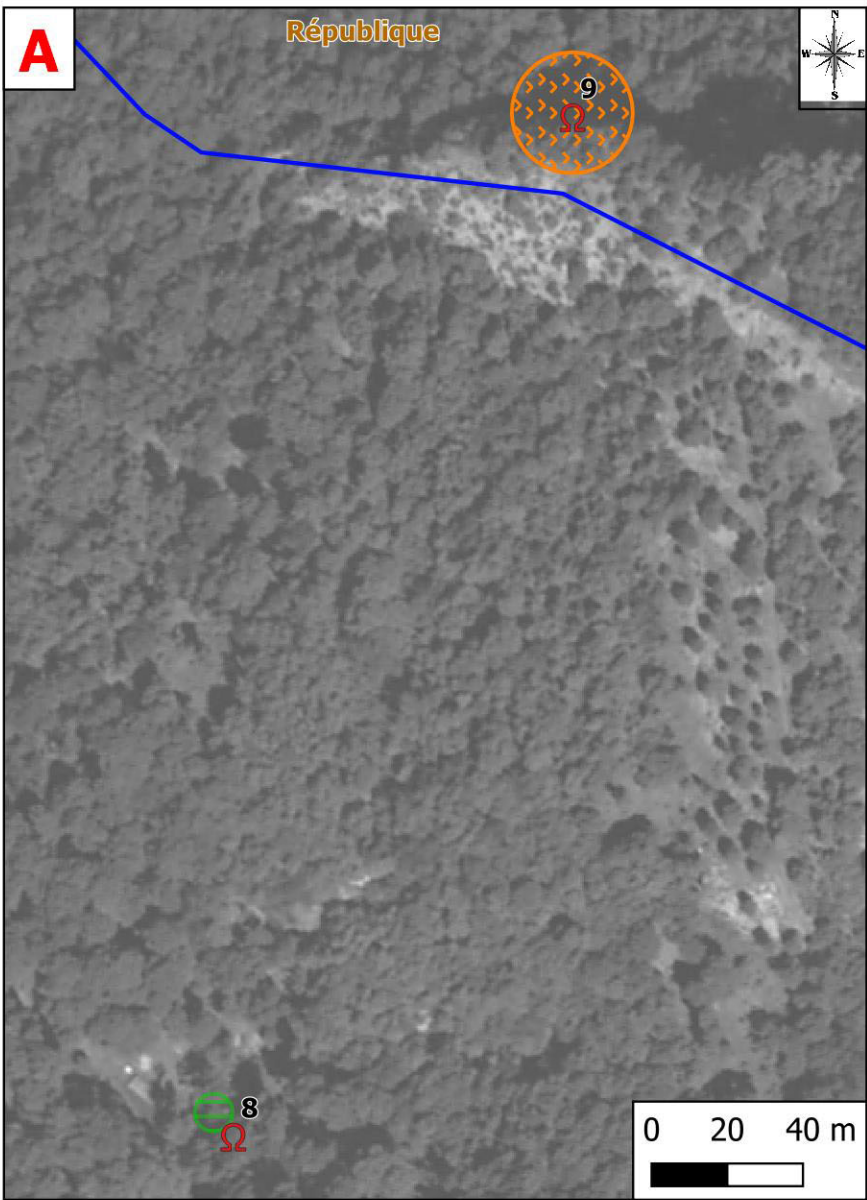
Légende :

- Ouvrages

 - Puits matérialisé
 - Puits localisé
 - Galerie matérialisée
 - Galerie localisée
 - Descenderie matérialisée
- Aléas

 - Tassement faible
 - Mouvement de pente rocheuse moyen
 - Mouvement de pente rocheuse fort
- Limites administratifs

 - Limites de titres miniers
 - Limites de commune



GEODERIS

Annexe 7G

04/2020

Echelles :
Localisation : 1/25 000
Zooms : 1/2 000

Fonts cartographiques :
BD ORTHO (Lambert 93) de 2008 selon le protocole IGN/MEEDM
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2020/043DE - 200CC22010