



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

GEODERIS

L'expert public pour les risques
liés à l'après-mine



**Anciennes exploitations ferrifères et
houillères de Saint-Bérain-sur-Dheune (71)
Evaluation et Cartographie
des aléas miniers**

2023/079DE – 22BFC22010

Le 21/09/2023

Diffusion :

Pôle Après-mine NORD

Pascale HANOCQ

DREAL Bourgogne-Franche-Comté

Franck MARZORATI

Natacha WNUK

Nom de l'antenne en charge du rapport : Antenne Nord,

1 Rue Claude Chappe, CS25198 – 57075 METZ CEDEX 3

Tél : +33(0)3 87 17 36 72

Rédaction : Guillaume MODESTE, le 21/09/2023

Vérification : Olivier LEFEBVRE, le 21/09/2023

Approbation : Isabelle VUIDART, le 21/09/2023

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Emilie GALHAUT, Louis COTTARD

SOMMAIRE

1	Cadre et objectif	9
2	Définitions et méthodologie	11
2.1	Définition de l'aléa	11
2.2	Incertitudes cartographiques	11
2.3	Méthodologie mise en œuvre	12
2.4	Modalité d'affichage des aléas	12
2.5	Définitions : ouvrages matérialisés/localisés/non localisés	12
3	Contexte du secteur d'étude	13
3.1	Situation géographique et géomorphologique	13
3.2	Concessions houillères	13
3.2.1	Contexte géologique	13
3.2.1.1	Géologie régionale	13
3.2.1.2	Géologie locale et gisement	14
3.2.1.3	Terrain de subsurface	21
3.2.2	Contexte hydrologique et hydrogéologique	21
3.3	Concession de fer	22
3.3.1	Contexte géologique	22
3.3.1.1	Géologie régionale	22
3.3.1.2	Géologie locale et gisement	23
3.3.1.3	Terrains de subsurface	24
3.3.2	Contexte hydrologique et hydrogéologique	24
4	Phase informative	26
4.1	Personnes rencontrées et archives consultées	26
4.2	Visites de site	27
4.3	Contexte minier	27
4.3.1	Historique et description des travaux	27
4.3.1.1	Historique administratif	27
4.3.1.2	Historique et Description synthétique des travaux	30
4.3.2	Exploitation	39
4.3.3	Traitement	43
4.3.4	Production	43
4.4	Etat actuel du site	44
4.4.1	Ouvrages débouchant au jour	44
4.4.2	Travaux de mise en sécurité	46
4.4.3	Les désordres	46
4.4.4	Les dépôts	47
4.4.5	Les travaux de surface	48
4.4.6	Vestiges d'installations de surface	50
4.4.7	Gaz de mine et feux souterrains	50

4.4.8	Éléments relatifs à l'environnement.....	50
4.5	Cartographie informative et système d'information géographique.....	51
4.5.1	Système d'information géographique.....	51
4.5.2	Géoréférencement des plans des travaux miniers.....	51
4.5.3	Incertitudes de localisation.....	52
4.5.3.1	Incertitudes sur les ouvrages débouchant au jour et désordres.....	52
4.5.3.2	Zones potentiellement affectées par des travaux miniers.....	52
4.5.3.3	Incertitudes sur l'emprise des dépôts et des mines à ciel ouvert.....	53
4.5.3.4	Incertitudes de localisation des travaux miniers.....	53
5	Phase d'évaluation des aléas.....	54
5.1	Identification des aléas retenus et écartés.....	54
5.1.1	Aléas écartés.....	54
5.1.1.1	L'aléa effondrement généralisé.....	54
5.1.1.2	L'aléa affaissement.....	54
5.1.1.3	L'aléa mouvements de pente – écroulement.....	55
5.1.1.4	L'aléa tassement lié aux travaux souterrains.....	55
5.1.1.5	L'aléa inondation.....	56
5.1.1.6	L'aléa échauffement.....	56
5.1.2	Phénomènes non évalués.....	56
5.1.2.1	Pollution des eaux et sols.....	56
5.1.2.2	Emission de rayonnements ionisants.....	57
5.1.3	Les aléas retenus.....	57
5.1.3.1	L'effondrement localisé.....	57
5.1.3.2	Le tassement.....	58
5.1.3.3	L'aléa mouvements de pente – glissement.....	58
5.1.3.4	Gaz de mine.....	59
5.2	Evaluation de l'aléa effondrement localisé.....	59
5.2.1	Description et origine du phénomène.....	59
5.2.2	Aléa effondrement localisé lié aux puits.....	61
5.2.2.1	Evaluation de la prédisposition.....	61
5.2.2.2	Evaluation de l'intensité.....	62
5.2.2.3	Evaluation du niveau de l'aléa.....	63
5.2.3	Aléa effondrement localisé lié aux zones de travaux souterrains ou aux galeries isolées.....	64
5.2.3.1	Evaluation de la prédisposition.....	65
5.2.3.2	Evaluation de l'intensité.....	66
5.2.3.3	Evaluation du niveau d'aléa.....	67
5.3	Evaluation de l'aléa tassement sur dépôts et travaux de surface.....	68
5.3.1	Evaluation de la prédisposition.....	68
5.3.2	Evaluation de l'intensité.....	68
5.3.3	Evaluation du niveau d'aléa.....	69
5.4	Evaluation de l'aléa mouvements de pente – glissement.....	69
5.4.1	Evaluation de la prédisposition.....	69
5.4.2	Evaluation de l'intensité.....	69
5.4.3	Evaluation du niveau d'aléa.....	69
5.5	Evaluation de l'aléa émission de gaz de mine.....	69

5.5.1	Critères d'évaluation	69
5.5.2	Intensité du phénomène	71
5.5.3	Evaluation de la prédisposition	73
5.5.3.1	Ouvrages débouchant au jour	73
5.5.3.2	Les travaux souterrains.....	74
5.5.4	Evaluation de l'aléa	74
5.6	Cartographie des aléas.....	74
5.6.1	Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries isolées et aux zones de travaux	75
5.6.2	Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits	75
5.6.3	Cartographie de l'aléa tassement sur dépôts et travaux de surface	76
5.6.4	Cartographie de l'aléa glissement.....	76
5.6.5	Cartographie de l'aléa émission de gaz de mine.....	76
6	Conclusion	77
7	Bibliographie	79
7.1	Documents de référence	79
7.2	Archives pour les exploitations de houille.....	79
7.2.1	Documents des archives Nationales	79
7.2.2	Documents des archives Départementales de la Côte d'Or et de la Saône-et-Loire.....	80
7.2.3	Documents d'archives DREAL.....	81
7.2.4	Documents du BRGM ou du SGR	81
7.2.5	Documents Ineris	81
7.2.6	Autres Documents	81
7.3	Archives pour les exploitations de fer.....	82
7.3.1	Documents des archives Nationales	82
7.3.2	Documents des archives Départementales	83
7.3.3	Documents d'archives DREAL.....	83
7.3.4	Documents du BRGM ou du SGR	83
7.3.5	Autres Documents	83
8	Liste des annexes.....	84

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Localisation des concessions de Chalencey, de la Dheune, des Fauches, de Forges, de Saint-Bérain et de Vellerot (71).....	10
Figure 2 – Cadre géologique des concessions houillères (Dheune, Fauches, Forges, Saint-Bérain et Vellerot) .	13
Figure 3 – Carte géologique des concessions de Saint-Bérain, de la Dheune et de Vellerot (cadre noir : quartier de la Gagère ; cadre rouge : quartiers du Parc et de la Charbonnière ; cadre jaune : quartiers de la Citadelle, de Saint-Louis, de la Vigne et des Carrières ; cadre vert : quartier des puits jumeaux et de Saint-Léger).....	15
Figure 4 – Coupes du gisement de Saint-Bérain, Notice géologique [41]	16
Figure 5 – Carte schématique du gisement de Saint-Bérain Notice géologique [41].....	16
Figure 6 – Coupe passant par le puits Saint-Léger et la normale à la plongée des couches, Archives Nationales, F/14/3900	17
Figure 7 – Carte géologique de la concession des Fauches	19
Figure 8 – Carte géologique de la concession des Forges	20
Figure 9 – Réseau hydrographique au niveau des concessions de Saint-Bérain et des Fauches (BD Carthage et Scan IGN)	22
Figure 10 – Carte géologique de la concession de Chalencey	23
Figure 11 – Réseau hydrographique au niveau de la concession de Chalencey (BD Carthage et Scan IGN)	25
Figure 12 – Frise chronologique rappelant les grandes dates des concessions Saint-Bérain, La Dheune et Vellerot	29
Figure 13 – Coupe passant par les puits Saint-Louis et de la Vigne, 1916, Archives Nationales, Carton 19771398-38_IND1502 (gauche) ; plan de 1895 (StBerain_12) présentant un secteur de chambres et piliers, Archives départementales de Saône et Loire, Carton S 1161 (droite).....	32
Figure 14 – Plan du siège de la Vieille verrerie (StBerain_18).....	33
Figure 15 – Coupe et plan des travaux réalisés en 1857, Archives Départementales de Saône-et-Loire, Carton S1170, photos 5411 et 5412	36
Figure 16 – Coupe par le puits Lacarelle et le puits Neuf, 1857, Archives Départementales de Saône-et-Loire, Carton S1170, photo 5413	36
Figure 17 – Champ d'exploitation du minerai de fer en 1837 [78] et 1838 [73]	38
Figure 18 – Exemple de plan montrant une zone défilée au secteur Saint-Léger	40
Figure 19 – Coupe illustrant le pendage des veines exploitées et la méthode d'exploitation	42
Figure 20 – Schéma d'apparition du phénomène d'effondrement localisé lié à un puits (en haut à gauche), lié à une rupture de pilier couronne (en haut à droite) et lié à une galerie (en bas).....	60
Figure 21 – Répartition des 3000 simulations (ordonnée) pour l'évaluation des hauteurs de remontée de fontis (abscisse) sans prise en compte du pendage	66
Figure 22 – Cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à une galerie souterraine [2].....	75
Figure 23 – Schéma caractérisant les modalités de tracé de l'aléa effondrement localisé associé à un puits (non applicable dans le cas d'un recouvrement marneux) [2]	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Exemple de grille de croisement intensité/prédisposition aboutissant aux niveaux d'aléa valables au moment de cette étude [1]	11
Tableau 2 – Caractéristique des veines sur la concession de Saint-Bérain, du toit au mur	17
Tableau 3 – Qualité du charbon par faisceau, concession de Saint-Bérain	18
Tableau 4 – Caractéristique des veines exploités sur la concession	19
Tableau 5 – Description des travaux de Saint-Bérain	31
Tableau 6 – Caractéristiques locales des exploitations souterraines sur Saint-Bérain [8][28][26]	41
Tableau 7 – Caractéristiques des exploitations de fer de Chalancey	43
Tableau 8 – Répartition des ouvrages par secteur/concession	44
Tableau 9 – Répartition des ouvrages par secteur (Champ) dans la concession de Chalancey	45
Tableau 10 – récapitulatif des dépôts relevés par concessions	49
Tableau 11 – Définition du niveau de d'intensité des effondrements localisés sur puits	63
Tableau 12 – Niveaux d'aléa de type effondrement localisé sur puits	64
Tableau 13 – Répartition du nombre de désordres en fonction de la profondeur des ouvrages concernés.	64
Tableau 14 – Prédisposition de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et aux travaux en fonction de leur profondeur	66
Tableau 15 – Intensité du phénomène d'effondrement localisé des différents secteurs	67
Tableau 16 – Niveaux d'aléas de type effondrement localisé liés aux travaux souterrains ou aux galeries isolées	68
Tableau 17 - Critères retenus pour quantifier les teneurs limites entraînant des impacts sur l'homme [7]	70
Tableau 18 - Ordre de grandeur de la surpression de gaz dans les vides post miniers souterrains pouvant être engendrée par les différents phénomènes [7]	71
Tableau 19 - Classes d'intensité du phénomène « émission de gaz de mine » et critères du classement [7]	72
Tableau 20 - Qualification de l'intensité par la combinaison des teneurs en gaz avec les différents niveaux de leur émission potentielle [7]	72
Tableau 21 - Exemple de critères d'évaluation de la prédisposition proposés pour le bassin ferrifère lorrain [7]	73
Tableau 22 – Synthèse des aléas mouvements de terrains retenus, analysés et cartographiés	79
Tableau 23 – Plans utilisés pour les concessions de Saint-Bérain, de la Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges	115
Tableau 24 – Plans utilisés pour la concession de Chalancey	121

Mots clés : Barizey ; Charrecey ; Chatel-Moron ; Couches ; Écuisses ; Essertenne ; Jambles ; Le Breuil ; Marcilly-les-Buxy ; Morey ; Perreuil ; Saint-Bérain-sur-Dheune ; Saint-Firmin ; Sainte-Hélène ; Saint-Jean-de-Trézy ; Saint-Julien-sur-Dheune ; Saint-Léger-sur-Dheune ; Saint-Mard-de-Vaux ; Saint-Martin-d'Auxy ; Saint-Micaud ; Saint-Pierre-de-Varennes ; Saint-Privé ; Torcy ; Villeneuve-en-Montagne ; Saône-et-Loire ; Bourgogne-Franche-Comté ; aléa ; effondrement localisé ; tassement ; glissement de terrain ; gaz de mine ; fer ; charbon

PREAMBULE

L'historique administratif des titres miniers présenté dans ce rapport est issu des documents d'archives auxquels nous avons eu accès. Nous reproduisons ici, à titre indicatif, ce qui nous a paru pertinent dans le cadre de cette étude. L'exploitation de ces éléments est de la responsabilité de l'Administration.

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

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

La présente étude porte sur les travaux miniers des concessions de Chalencey (71SM0003¹), de Dheune (71SM0043), des Fauches (71SM0068), des Forges (71SM0012), de Saint-Bérain (71SM0033) et Vellerot (71SM0042) dans le département de Saône-et-Loire, à environ 10 km à l'est du Creusot. Le périmètre de l'étude correspond aux territoires des 24 communes suivantes : Barizey, Charrecey, Chatel-Moron, Couches, Écuisses, Essertenne, Jambles, Le Breuil, Marcilly-les-Buxy, Morey, Perreuil, Saint-Bérain-sur-Dheune, Saint-Firmin, Sainte-Hélène, Saint-Jean-de-Trézy, Saint-Julien-sur-Dheune, Saint-Léger-sur-Dheune, Saint-Mard-de-Vaux, Saint-Martin-d'Auxy, Saint-Micaud, Saint-Pierre-de-Varennes, Saint-Privé, Torcy, Villeneuve-en-Montagne (Figure 1).

Sur ce secteur, les travaux miniers concernent le fer et le charbon. Le fer a été extrait uniquement sur la concession de Chalencey par des puits isolés et des galeries rayonnantes entre 8 et 15 m de profondeur de 1837 à 1859. Le minerai date de l'Hettangien supérieur et est pauvre en fer, avec une teneur de seulement 18 à 20 %. Quant au charbon, daté du Stéphaniens, il a été exploité sur plusieurs secteurs à travers la zone d'étude notamment sur les concessions de la Dheune, des Fauches et de Vellerot. Sur la concession des Forges, seuls des travaux de recherches ont été conduits entre 1837 et 1960, les couches de charbon étant trop fines et de mauvaise qualité. Dans les concessions de La Dheune et de Vellerot, la qualité du charbon était très variable. L'extraction, s'étalant de 1779 à 1953, est descendue jusque vers 350 m de profondeur et a fait appel à différentes méthodes. Enfin, c'est sur la concession des Fauches que le charbon était de meilleure qualité, avec un taux de cendre compris entre 10 et 15 %. Le minerai y a été extrait de 1826 à 1917 essentiellement par défilage.

L'objectif de la présente étude est d'établir, à partir de la synthèse documentaire des données disponibles en archives et d'informations recueillies sur le terrain, les cartes informatives et des aléas liées à ces anciens travaux miniers sur le périmètre des communes concernées. Ces cartes sont établies sur des fonds topographique (SCAN 25®) et orthophotographique (BD ORTHO®) de l'IGN².

Nota Bene : Les communes de Torcy, Ecuisses et le Breuil sont impactées par l'étude des aléas miniers du bassin de Montchanin [48]. La commune du Breuil est la seule de ces trois communes concernées par l'affichage des aléas définis dans le cadre de la présente étude. Les aléas issus de l'étude de Montchanin seront intégrés à la cartographie restituée pour cette commune. En l'absence d'élément mis en évidence dans le cadre de la présente étude pour les communes d'Ecuisses et de Torcy, les cartes informatives ne reportent aucun élément nouveau. Les éléments déjà inventoriés n'ont pas été cartographiés, les cartes d'aléas ne seront, par ailleurs, pas produites pour ces deux communes.

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

² Institut national de l'information géographique et forestière.

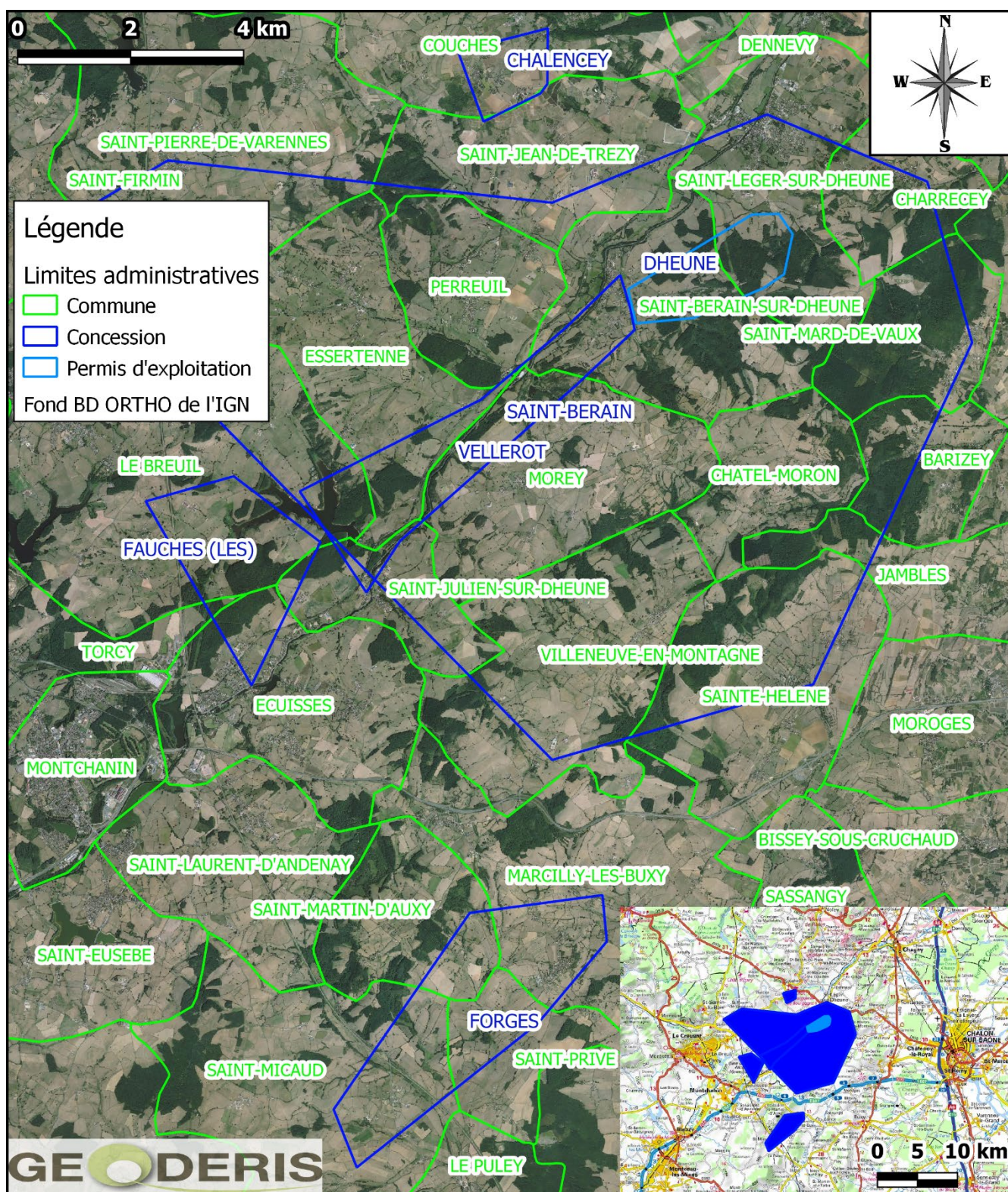


Figure 1 – Localisation des concessions de Chalencey, de la Dheune, des Fauches, de Forges, de Saint-Bérain et de Vellerot (71)

2 DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

2.1 Définition de l'aléa

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.

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

Tableau 1 – Exemple de grille de croisement intensité/prédisposition aboutissant aux niveaux d'aléa valables au moment de cette étude [1]

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 ».

2.2 Incertitudes cartographiques

La première étape de l'étude d'aléas, appelée « phase informative », consiste en particulier à positionner sur fond cartographique les anciens travaux et autres éléments utiles (ouvrages débouchant au jour, indices de désordres, dépôts) dans leur environnement.

Le positionnement des travaux miniers, des ouvrages et des désordres, retrouvés ou non sur le terrain, est affecté d'une incertitude globale pouvant être décomposée de la manière suivante :

- incertitude intrinsèque de localisation de l'ouvrage minier. Elle dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au dGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d'anciens plans portant parfois peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude de ces plans. Pour les plans, il s'agit de l'imprécision du tracé des données qui le composent. Elle est notamment liée à l'échelle du document mais la date d'établissement, la qualité du dessin et des tracés ainsi que la densité des points matérialisés peuvent également entrer en jeu dans l'appréciation de l'incertitude intrinsèque ;
- incertitude liée à la reproduction du plan, qui est fonction du moyen de reproduction employé pour l'étude. Par exemple, photographier un plan provoquera une incertitude plus grande que de le scanner ;
- incertitude liée à l'opération de géoréférencement du plan, c'est-à-dire à l'opération de calage du plan par rapport au support cartographique, qui dépend principalement de l'incertitude des points de repère utilisés pour son calage. La répartition et le nombre de points de calage conditionnent également fortement cette incertitude (des points de calage non répartis uniformément sur le plan engendrent une incertitude plus importante sur les secteurs de travaux éloignés des points de calage) ;

- incertitude liée au choix du support cartographique. Le support cartographique est lui-même vecteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est estimée à 1 m pour la BD ORTHO® de l'IGN utilisée dans le cas présent.

Ces incertitudes sont incluses dans les marges prises en compte pour la cartographie des travaux miniers et des aléas. En effet, la cartographie de l'aléa lié à un élément minier intègre l'extension du phénomène ainsi que l'incertitude globale décomposée ci-avant.

2.3 Méthodologie mise en œuvre

Les différentes investigations ont été réalisées dans le cadre méthodologique retenu pour les études des anciens sites miniers. Le déroulement de l'étude des aléas s'appuie donc sur la démarche établie dans les guides méthodologiques d'évaluation des aléas [1][2][3]. 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 (géologie, hydrogéologie, indices de 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® IGN (Annexe 6) ;
- **une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa**, 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 la BD ORTHO® IGN (Annexe 7).

2.4 Modalité d'affichage des aléas

La méthode de détermination et de tracé des aléas conduit à ce que, dans la zone d'étude, en dehors des zones ainsi déterminées et cartographiées, il n'y a pas d'aléa minier (absence de travaux, aléa nul).

2.5 Définitions : ouvrages matérialisés/localisés/non localisés

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

- ouvrage « matérialisé » : ouvrage qui a effectivement été retrouvé en surface et dont les coordonnées ont pu être levées au GPS ou dGPS ;
- 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 plus importante ;
- ouvrage « non localisé » : ouvrage répertorié dans les archives qui n'a pas été retrouvé sur le terrain et qui n'a aucune coordonnée connue.

Il est à noter que les positions de la majorité des ouvrages matérialisés ont été levées avec un dGPS. Leur incertitude de localisation³ est au mieux de 2 m alors que les ouvrages localisés qui n'ont pas été retrouvés sur le terrain ont une incertitude de localisation très variable, comprise entre 4 et 100 m en lien avec l'incertitude de géoréférencement des plans miniers anciens.

³ Elle intègre l'incertitude du support cartographique. Ici, pour la BD ORTHO® de l'IGN, une incertitude de 1 m est retenue.

3 CONTEXTE DU SECTEUR D'ETUDE

3.1 Situation géographique et géomorphologique

Les exploitations de cette étude sont situées dans le département de Saône-et-Loire (71) à environ 10 km à l'est du Creusot et 75 km au sud de Dijon. La région est légèrement vallonnée, l'altitude variant de 233 m NGF (près du canal du Centre, à Saint-Léger-sur-Dheune) à 440 m NGF (au lieu-dit Chareau, près de la Montagne des pins et au nord de Morey). Les anciens travaux miniers sont situés en contexte forestier ou agricole. Quelques zones se trouvent à proximité d'habitations.

3.2 Concessions houillères

3.2.1 Contexte géologique

3.2.1.1 Géologie régionale

Le gisement houiller étudié est situé sur le bassin permo-carbonifère de « Blanzky-le Creusot », dans la partie nord de la bande étroite de terrain houiller Stéphanien qui affleure de Montceau-les-Mines à Charrecey (zone gris foncé/marron en Figure 2). Ce gisement est généralement encadré par le grès Permien (en bleu gris sur la figure) au nord et le socle granitique, au sud (cas de la zone de Saint-Bérain).

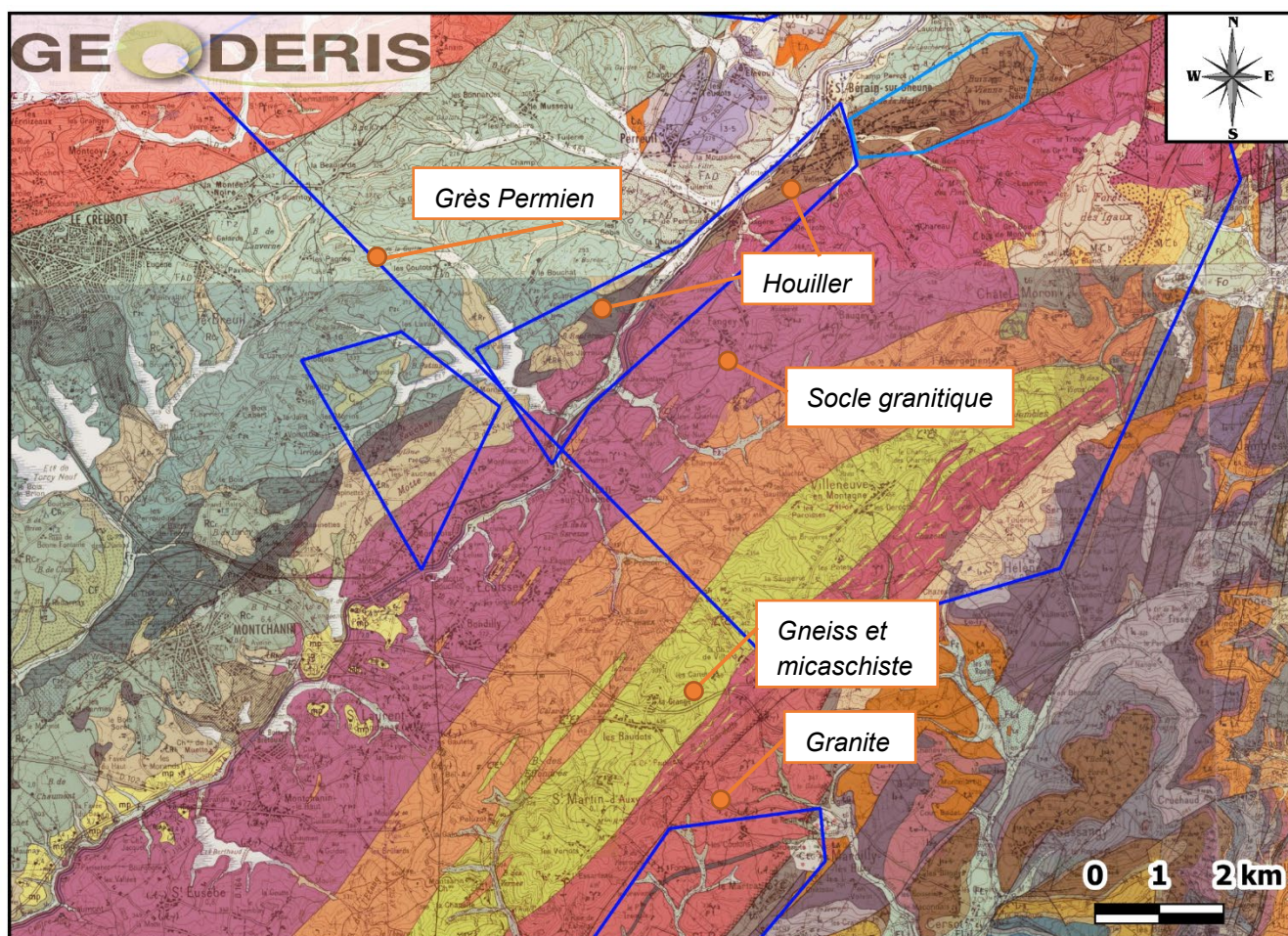


Figure 2 – Cadre géologique des concessions houillères (Dheune, Fauches, Forges, Saint-Bérain et Vellerot)

3.2.1.2 Géologie locale et gisement

➤ Concession de Saint-Bérain (et de La Dheune et Vellerot)

Dans les deux concessions de La Dheune et de Vellerot, la bande de Houiller a une largeur variant de 110 à 300 m, de direction générale nord-est/sud-ouest. Le Houiller est limité au sud-est par le socle granitique et disparaît au nord-ouest sous l'épais remplissage gréseux permien du bassin [40][8]. Au nord de la bande houillère affleurent des terrains plus récents, les grès rouges du Permien, recouverts d'îlots de Trias et de Lias. Les anciens travaux ont montré que le Houiller se prolongeait en profondeur, sous le Permien [16].

Le Houiller est constitué par des formations gréseuses, schisteuses et conglomératiques, alternant régulièrement. Il comporte plusieurs faisceaux charbonneux discontinus, de composition très variable, répartis sur toute la hauteur de la série stratigraphique mais d'extension géographique différente.

La consultation des archives distingue plusieurs assises productives : du mur au toit (du socle à la vallée de la Dheune), dans la concession de Vellerot et du sud-ouest au nord-est dans la concession de La Dheune [40] [8] :

- faisceau de la Gagère (la « Grande Couche de la Gagère » de 2 m d'épaisseur plongeant à 70°Sud [12] et plusieurs petites couches repliées en synclinal), connu au sud du gisement. Les terrains encaissants sont des grès, rarement des schistes. Au hameau de la Gagère, le Houiller affleure avec une épaisseur de 2 m ;
- faisceau des Carrières ou du Parc (deux couches, l'une de 1 m et l'autre pouvant atteindre 3 m [12][28]) ;
- faisceau de la Charbonnière ou du Bois Perrot (trois couches à la charbonnière, réparties sur une épaisseur de 20 m et ayant les épaisseurs moyennes suivantes, du toit au mur : 1,80, 0,70 et 1,70 m, pendage général 40 à 50°Nord ; 4 couches au bois Perrot, de 0,6 à 10 m d'épaisseur [14][28]) ;
- faisceau des « couches intermédiaires » et Faisceau Saint-Léger (deux couches supérieures et deux couches intermédiaires, l'une de 1 à 1,5 m et l'autre de 2 à 3 m [16]). Le faisceau Saint-Léger n'existe pas dans la région sud ;
- faisceau des couches du Bois/Puits des Clots (deux couches).

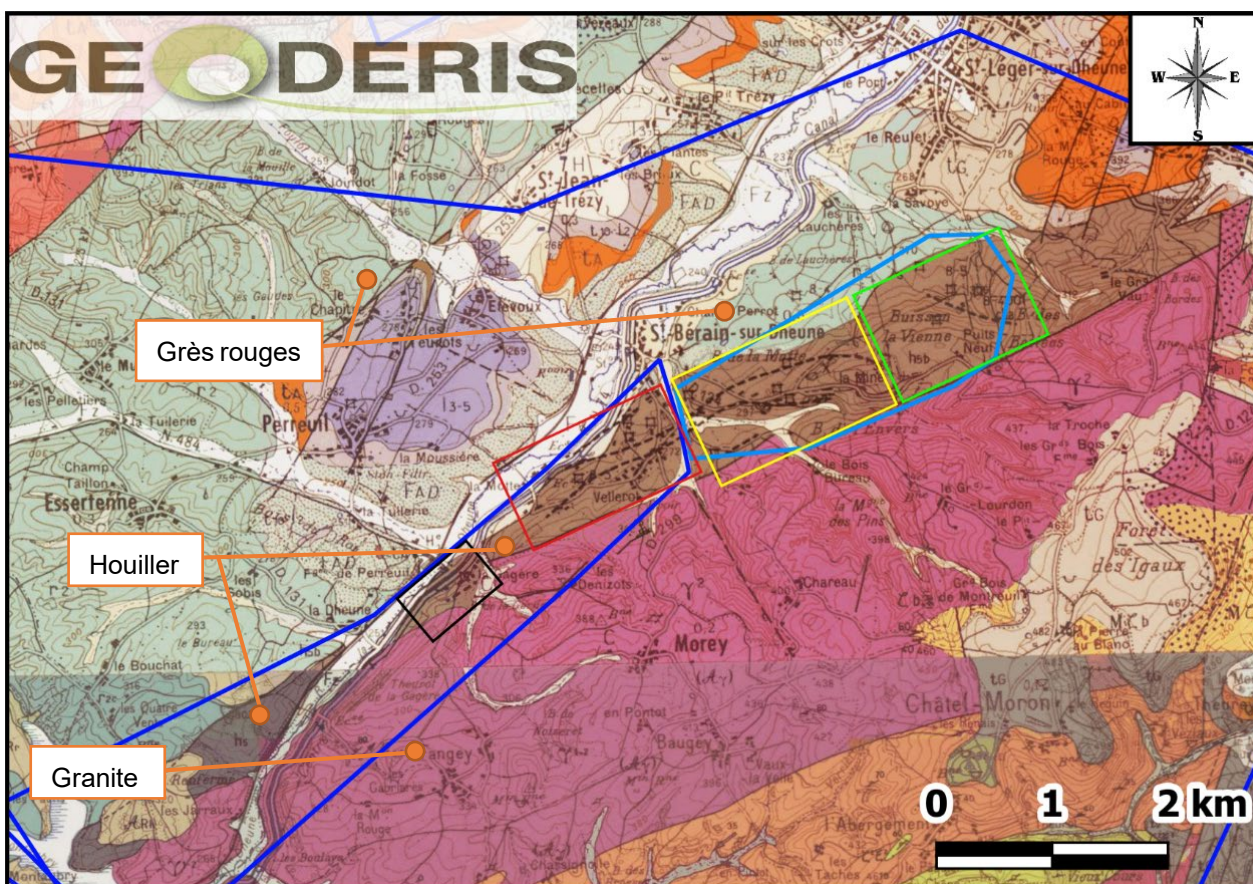


Figure 3 – Carte géologique des concessions de Saint-Bérain, de la Dheune et de Vellerot (cadre noir : quartier de la Gagère ; cadre rouge : quartiers du Parc et de la Charbonnière ; cadre jaune : quartiers de la Citadelle, de Saint-Louis, de la Vigne et des Carrières ; cadre vert : quartier des puits jumeaux et de Saint-Léger)

Les trois principales formations auxquelles du mur (granite) au toit (grès permien) se superposent (la Gagère, le Parc, la Charbonnière) ne comprennent qu'un très petit nombre de couches, peu épaisses, très inclinées, parfois redressées et sans continuité [12].

D'une manière générale, le gîte est donc très irrégulier et disloqué. La consultation des archives montre que ces faisceaux ne sont pas reconnus sur l'intégralité des concessions. Ainsi, au nord du ruisseau de la Pie, le faisceau de la Gagère n'est pas connu alors qu'au sud, au contraire, c'est le faisceau de Saint-Léger qui n'est pas connu [12].

Les affleurements du faisceau de la Charbonnière sont connus sur près de 1200 m depuis l'ancien puits du Parc, datant de 1810 et situé à l'angle Est du Parc du Château de La Motte jusqu'au puits de la Citadelle, situé au nord du ruisseau de la Vieille Pie [12]. En profondeur, ce faisceau a été rencontré par le grand travers-banc nord de reconnaissance (poursuivi sur 540 m). Au mur du faisceau de la Charbonnière se trouve une épaisseur de grès rougeâtre de 80 à 100 m d'épaisseur au-delà de laquelle se trouve le faisceau du Parc – ce faisceau comporte deux couches et plonge assez régulièrement de 70° vers le nord.

Trois ensembles géologiques se distinguent :

- la zone Sud : quartier de la Gagère (Figure 3, cadre noir), avec des pendages dépassant 50° vers le nord-ouest (plus près de la bordure granitique, ce pendage devient sud-est) [28] ;

- la zone Centrale : quartiers du Parc et de la Charbonnière (Figure 3, cadre rouge), quartier de la Citadelle, quartier de Saint-Louis et de la Vigne, quartier des Carrières (Figure 3, cadre jaune) ; les couches ont une direction sud-ouest/nord-est et un pendage nord de 25 à 35 ;
- la zone Nord : quartier des puits Jumeaux et de Saint-Léger (Figure 3, cadre vert), où les couches ont une direction nord-ouest/sud-est et un pendage plongeant vers le nord-est de l'ordre de 35°.

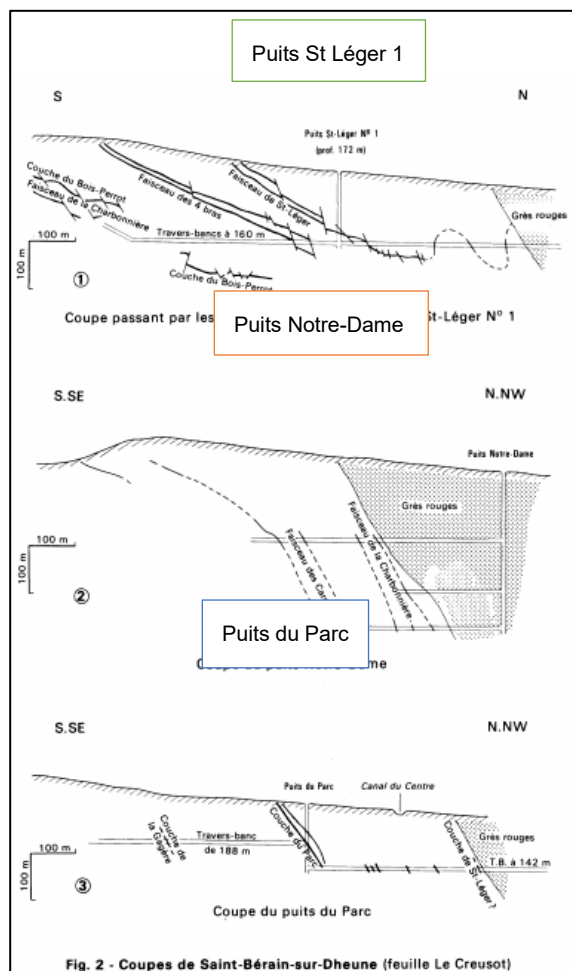


Figure 4 – Coupes du gisement de Saint-Bérain, Notice géologique [41]

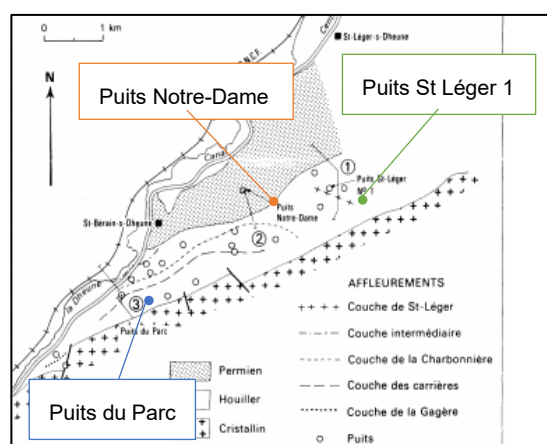


Figure 5 – Carte schématique du gisement de Saint-Bérain Notice géologique [41]

La Figure 4 présente l'aspect chahuté du gisement de Saint-Bérain-sur-Dheune au niveau des puits Saint-Léger, puits Notre-Dame et puits du Parc. Ces trois puits sont répartis sur l'ensemble de la concession, comme le montre la Figure 5.

Au fil des exploitations, les puits, travaux, descenderies et travers-bancs ont pu démontrer que les couches principales définissant les faisceaux se subdivisaient parfois en couches plus minces. À titre d'exemple, la Figure 6 représente les couches et faisceaux recoupés par les puits Neuf et Saint-Léger.

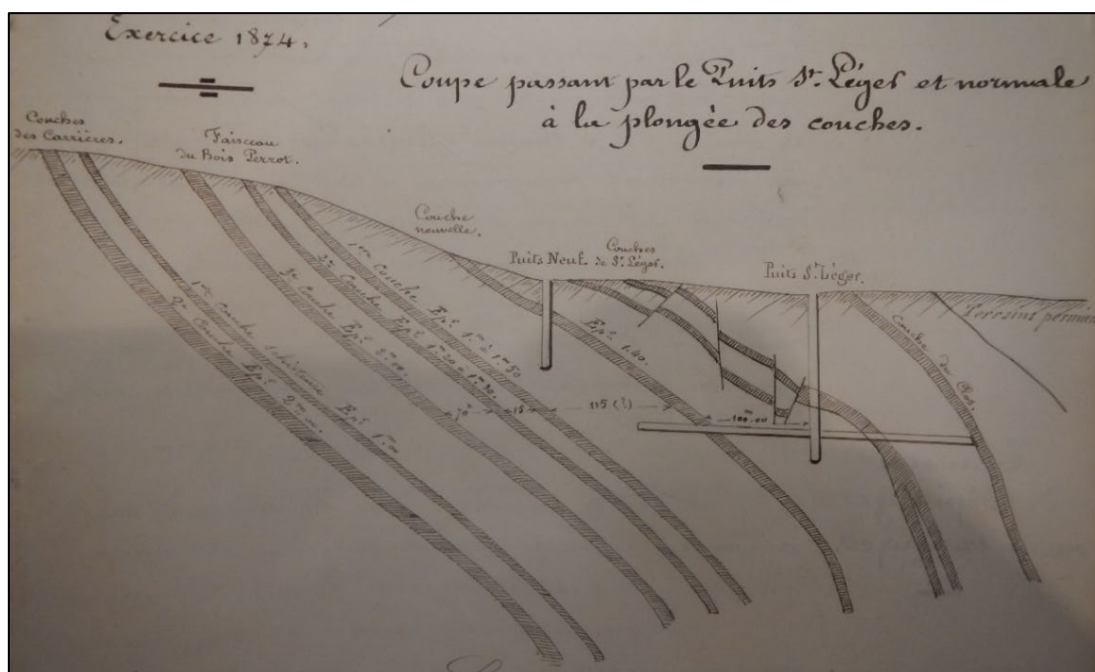


Figure 6 – Coupe passant par le puits Saint-Léger et la normale à la plongée des couches, Archives Nationales, F/14/3900

Concession/secteur	Direction	Pendage	Puissance	Commentaires
Faisceau des couches du Puits des Clos	-	-	-	Les couches sont disloquées, laminées et inexploitable [24]
Couches Intermédiaires	Est-Ouest	25°Nord	0,80 et 2,50 m	[16]
Couches de Saint-Léger	Est-Ouest	25°Nord	Petite couche : 1,40 m Grande couche : 7 m	[16], [28]
Faisceau de la Charbonnière ou du Bois Perrot	Est-Ouest	15° - 30°Nord 60° - 80°Nord	4 couches de 0,5 à 4 m de puissance	Source : [14], [28]
Faisceau des Carrières ou du Parc	Est-Ouest	15 - 20°Nord 70°Nord	4 couches de 0,5 à 3 m de puissance	Source : [14], [28] Couche assez régulière
Faisceau de la Gagère	-	Nord-Ouest Vertical à proximité de la surface	2 couches de houille : grande couche de 2 m de puissance max ; petite couche de 1,20 m de puissance.	[26], [28]

Tableau 2 – Caractéristique des veines sur la concession de Saint-Bérain, du toit au mur

Faisceau	Qualité	Teneur en cendres
Faisceau de Saint-Léger	Petite couche : charbon très beau Grande couche : charbon rocheux et gris	10 à 25 % de cendres
Faisceau des Couches Intermédiaires	Charbon de qualité moyenne et cendreuse	10 à 20 % de cendres, pouvant parfois atteindre 48 % de cendres
Faisceau de la Charbonnière	Charbon de qualité médiocre	Teneur en cendres exceptionnellement inférieure à 30 % et généralement comprise entre 35 et 40 %.
Quartier Citadelle, couches assimilées au faisceau Charbonnière	Charbon très cendreuse	Information non retrouvée
Faisceau du Bois Perrot ou de la Charbonnière	Charbon de qualité médiocre	10 à 35 % de cendres, pouvant parfois atteindre 42 % de cendres
Faisceau du Parc	Charbon de qualité médiocre	28 à 36 % de cendres
Faisceau des Carrières	Charbon de qualité médiocre	Couche Supérieure : 35 à 50 % Couche Inférieure : 10 à 25 %
Grande couche de la Gagère	Charbon d'assez bonne qualité	Grande couche : 10 % à 17 % de cendres Petite couche : 15 % à 25 % mais assez pyriteux

Tableau 3 – Qualité du charbon par faisceau, concession de Saint-Bérain

➤ *Concession des Fauches*

Le gisement des Fauches consiste en une bande de terrain houiller, d'âge Stéphanien, située dans le prolongement de la formation houillère de Montchanin-Longpendu. Cette bande de terrain houiller est enclavée entre les grès rouges du Saxonien au nord et les formations d'altération des terrains houillers et granites à deux micas au sud (Figure 7).

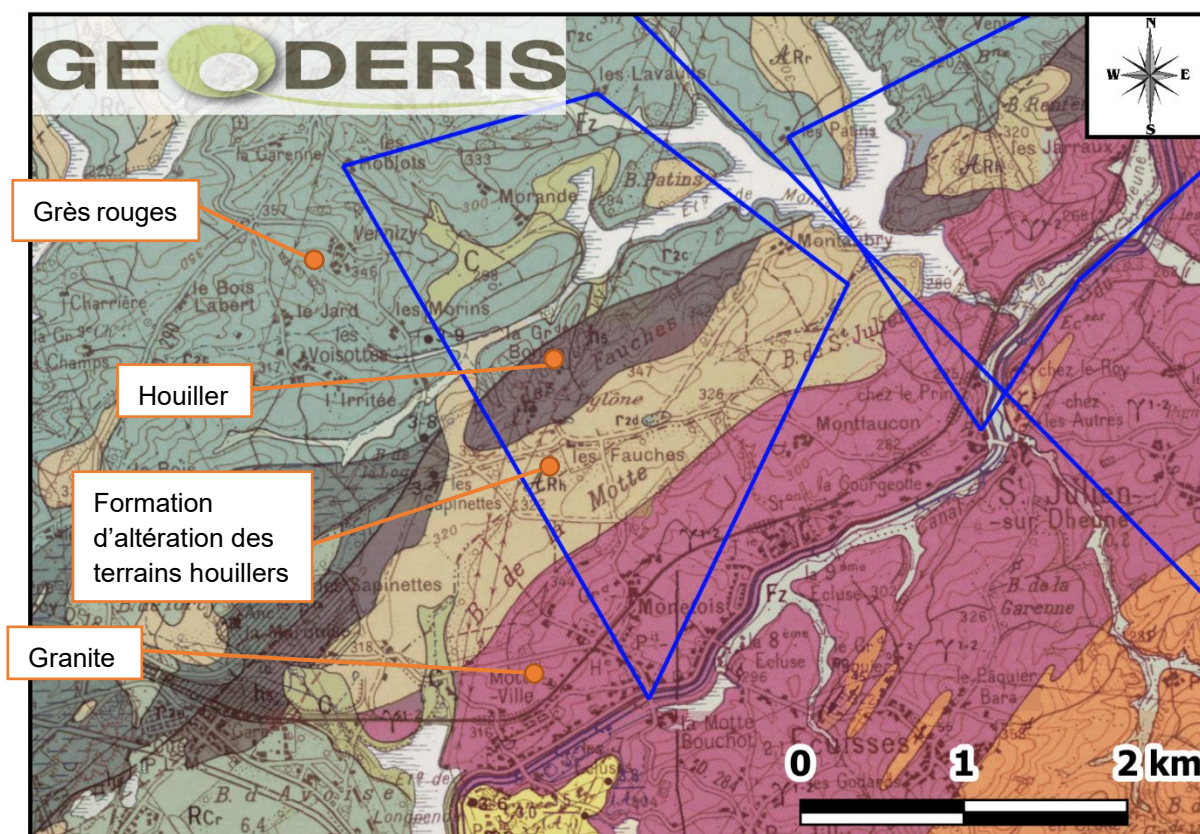


Figure 7 – Carte géologique de la concession des Fauches

Cinq couches ont été identifiées sur cette concession :

- première couche : pouvant être localement très régulière, elle est cependant le plus souvent affectée de brouillages latéraux, d'accumulations en chapelet et de resserrements compris dans une structure plissée complexe (anticlinaux et synclinaux très serrés) due à la présence d'une grande faille. Elle peut parfois même se digiter en deux veines distinctes, séparées par un intercalaire stérile schisto-gréseux [35]. Le toit de cette veine est constitué par une "barre blanche" (dépôt de cendres volcaniques) et le mur, de grès fins. Cette couche correspondrait à la 1^{ère} couche de Blanzky-Montceau ;
- couches 2, 3, 4 et 5 : ses quatre veines sont recoupées entre 98 et 155 m de profondeur par le puits Sainte-Marie [35]. Elles sont situées à plus grande profondeur au droit du puits du Breuil et certainement de meilleure qualité. Ces veines de houille sont appelées aussi « faisceau des passées inférieures » qui correspondrait à la 2^{ème} couche de Blanzky-Montceau.

Cinq couches sont décrites et ont été exploitées dans cette concession [47]. Leurs caractéristiques géologiques sont synthétisées dans le Tableau 4. Le charbon extrait par le puits du Breuil était pyriteux et un peu friable. Il appartient à la catégorie « des charbons flambants, avec 15 % de cendres dans la partie supérieure, 13 % à 107 m et 12,80 % à 142 m ».

Couche	Pendage	Puissance	Commentaires
Première Couche dite à barre blanche	De 24° à 65° NW [36].	Très variable, de 0.9 m à 10 m [36].	Cette couche correspondrait à la 1 ^{ère} couche de Blanzky-Montceau.
Deuxième Couche	De 24° à 65° NW [36].	Peu épaisses (0.4 à 2 m) et schisteuses [36].	Ces veines de houille sont appelées aussi « faisceau des passées inférieures », qui correspondrait à la 2 ^{ème} couche de Blanzky-Montceau.
Troisième Couche			
Quatrième Couche			
Cinquième Couche			

Tableau 4 – Caractéristique des veines exploités sur la concession

➤ Concession de Forges

Ce gisement consiste en une étroite bande de terrain houiller, coincée par des failles, dans le socle cristallin [42] et plus ou moins parallèle au gisement de Blanzy (Figure 2 et Figure 8). Ce terrain houiller est d'âge Stéphanien comme celui de Blanzy. Les assises en sont très redressées et disloquées. Vers l'ouest, le granite est surplombant.

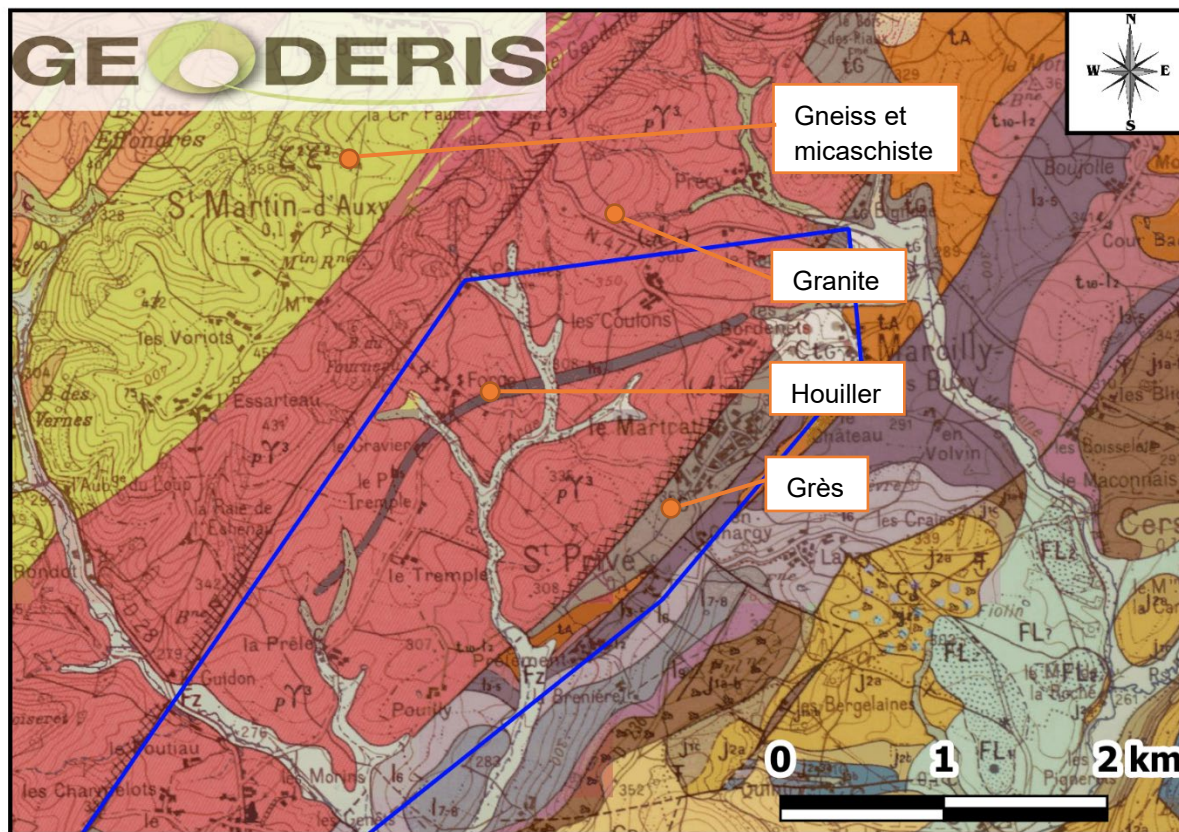


Figure 8 – Carte géologique de la concession des Forges

Le terrain houiller se montre sur le versant droit de la Vallée de la Guye, laquelle est dirigée du nord-est au sud-ouest comme celle de la Dheune. Le terrain houiller est encaissé dans le granite et forme une bande allongée composée de couches presque verticales ou plongeant fortement vers le sud-est. Sa largeur paraît être « *d'environ 300 m au hameau de Forges* » [31] (valeur d'archives non corroborée par la carte géologique précédente). Le terrain houiller est ponctuellement recouvert par des marnes irisées et du grès infraliasique [31].

Les sondages effectués avant la concession ont mis en évidence la présence de deux couches de houille. La couche inférieure, dans les parties les plus riches, se compose de quatre lits de houille de 0,15 m ; 0,45 m ; 0,20 m et 0,30 m de puissance, séparés par des bancs de schiste argileux et pyriteux [31].

Deux couches sont décrites, discontinues et de qualité variable :

- une couche supérieure mince (4 lits décimétriques), schisteuse et inexploitable ;
- une couche inférieure très localisée.

Un rapport de 1857 précise que la couche supérieure croisée est « *mince, schisteuse et conséquemment inexploitable* ». En 1922, un document confirme que « *la ressource exploitée est de la houille maigre longue flamme, de mauvaise qualité* » [40].

3.2.1.3 Terrain de subsurface

Au niveau des concessions de Saint-Bérain, La Dheune et de Vellerot, les morts-terrains sont constitués par les grès du Permien inclinés ou par des placages de grès et d'argiles triasiques en couches horizontales. Au sud-ouest de Saint-Bérain, les alluvions de la Dheune masquent également une partie du gisement [40]. Les faisceaux houillers affleurent en bancs parallèles à la direction générale du bassin (sud-ouest/nord-est).

Les épaisseurs des terrains de subsurface ne sont pas précisément indiquées dans les archives mais plusieurs sondages de la Banque du Sous-Sol (BSS, site Infoterre du BRGM) permettent d'avoir des renseignements à ce sujet. Un sondage situé sur la concession des Fauches indique 40 cm de formation d'altération puis 4,3 m d'argile d'âge Stéphanien à actuel. Un autre sondage, au nord du secteur d'étude à Saint-Léger-sur-Dheune, a rencontré 60 cm de terre végétale, puis 5,4 m de sable et limons argileux quaternaires [45]. L'épaisseur moyenne des terrains, altérés de subsurface facilement mobilisables lors d'un effondrement, retenue par la suite est de 5 m.

3.2.2 Contexte hydrologique et hydrogéologique

Plusieurs étangs et cours d'eau sont présents sur les communes étudiées notamment l'étang de Montaubry à Saint-Léger-sur-Dheune. Plusieurs cours d'eau traversent le secteur d'étude sur un axe orienté à peu près nord-sud : dont la Dheune, la Bourbince et le Canal du Centre.

➤ Concession de Saint-Bérain (et de La Dheune et Vellerot)

La zone houillère de Saint-Bérain-sur-Dheune intercepte deux bassins versants :

- celui de la Bourbince, en limite Sud-Est de la concession. Ce cours d'eau coule de Montchanin vers Digoin et la Loire et traverse les concessions de Montchanin, les diverses concessions appartenant à la société de Blanzay et celle de Perrecy, et de la Dheune ;
- celui de la Dheune, cours d'eau qui s'écoule de Montchanin vers Chagny et la Saône, et traverse la concession des Fauches ainsi que l'ancienne concession de Saint-Bérain.

Le secteur du Bois Perrot a été ennoyé en décembre 1836 [12]. Cet ennoyage a généré le désordre D39 : l'éboulement du puits du Parc. Par ailleurs, les travaux miniers préparatoires effectués jusqu'à la cote 253 se retrouvèrent noyés par les eaux provenant du travers-banc de la Gagère.

Il est à noter que les travaux au nouveau puits de la Charbonnière ont été abandonnés à cause de nombreux feux et d'une venue d'eau importante [12].

L'ensemble des travaux est concerné par la nappe de la Dheune [52]. « *Les travaux seraient donc ennoyés à partir de 1 m de profondeur environ* ».

➤ Concession des Fauches

La concession des Fauches est drainée par l'étang de Montaubry, au nord et nord-est et le canal du centre au sud-est (Figure 9). Elle est située dans le bassin versant du ruisseau des Grands Champs, affluent de la Dheune.

D'après le dossier de DADT [34], « *l'exploitation minière sur la concession a entraîné, à la suite de l'arrêt des travaux souterrains et de l'exhaure, la création d'un système hydrogéologique à un réservoir, au niveau stabilisé à la cote +316 m NGF. Le trop plein des eaux, dont le débit est très faible et estimé à 0,54 m³/h, s'évacue dans une petite mare, creusée en bordure des suintements, et située dans le bassin versant du ruisseau des Grands Champs, affluent de la Dheune* ».

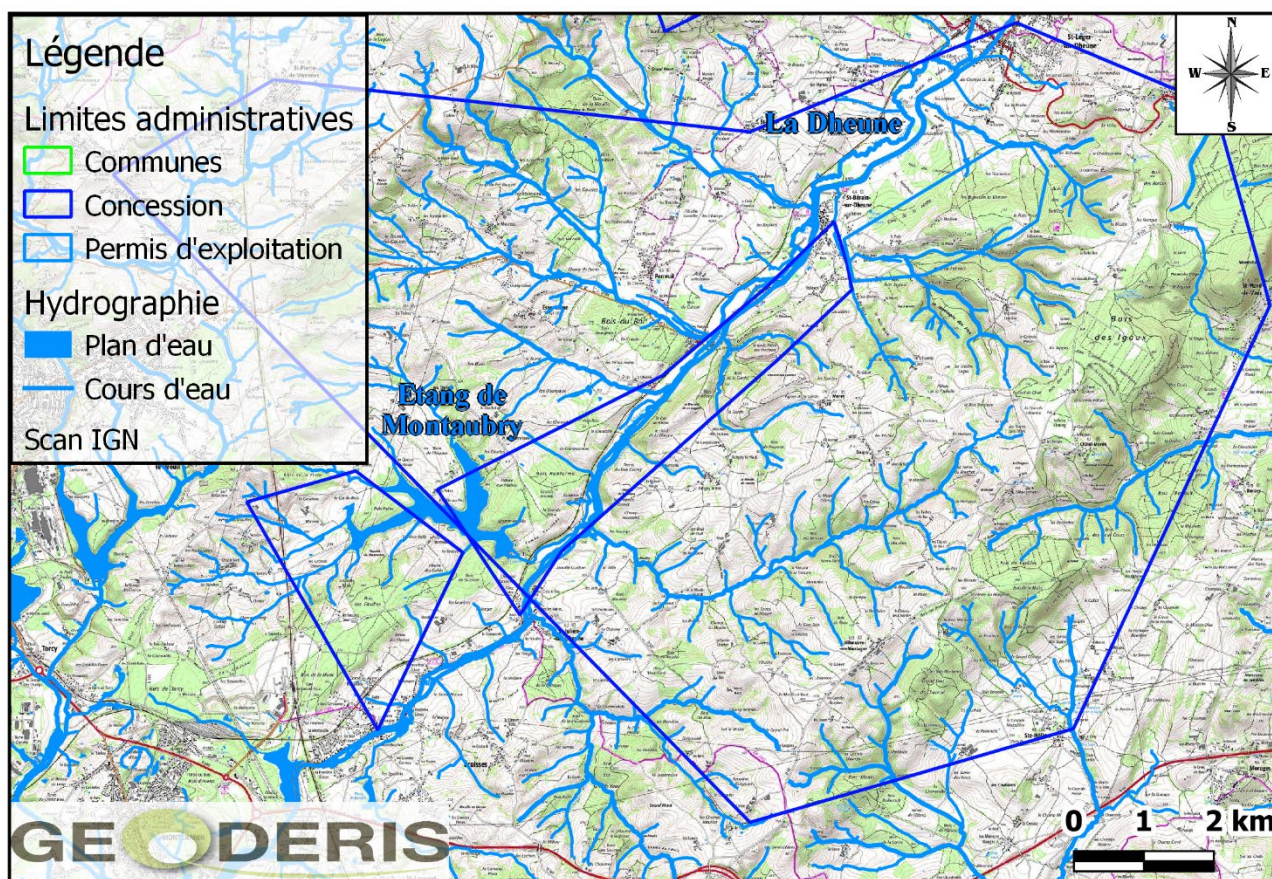


Figure 9 – Réseau hydrographique au niveau des concessions de Saint-Bérain et des Fauches (BD Carthage et Scan IGN)

➤ Concession de Forges

La concession de Forges est située sur le bassin versant de la Malaine, qui est un petit ruisseau intermittent, affluent de la Guye. Aucune information n'a été retrouvée sur le contexte hydrogéologique des travaux miniers de la concession de Forges.

3.3 Concession de fer

3.3.1 Contexte géologique

3.3.1.1 Géologie régionale

Les formations métamorphiques du socle font partie de l'ensemble des schistes cristallins de l'Autunois. Ce horst cristallin sépare les fossés d'effondrement que sont les bassins de Blanzey - Le Creusot, au sud, et d'Autun – Epinac, au nord.

Dans la région où se situe la concession de Chalencey, des failles, d'orientation méridienne à Nord 30°, individualisent un domaine structural découpé en lanières étroites allongées de direction SN à SSW-NNE. Ces compartiments subméridiens sont interrompus transversalement par de petites failles de direction SE-NW. Les accidents principaux semblent s'infléchir du sud vers le nord présentant ainsi une allure « sigmoïde » nette (forme de S), ils se rattachent aux accidents de la bordure de la Bresse (Figure 10).

3.3.1.2 Géologie locale et gisement

Dans le secteur de la concession de Chalencey, les terrains rencontrés sont représentés de bas en haut par (Figure 10) :

- le socle constitué par un granite alumineux à deux micas, de grain fin à moyen (Granite de Luzu) ;
- des conglomérats, grès et argiles rouges du Saxonien dont l'épaisseur peut atteindre localement 1000 m ;
- des terrains gréseux et argileux du Trias dont l'épaisseur varie de 65 m à 90 m ;
- des terrains du Rhétien constitués d'une alternance d'argilites silteuses noires et de grès fins à muscovite de 8 m de puissance maximum ;
- une alternance de calcaire dolomitique gréseux à argileux et d'argilites noires à bariolées dolomitiques du Rhétien. De bas en haut, se trouvent des calcaires gris à passées gréseuses à alternances d'argilites noires et jaunes (1,80 m de puissance). Un calcaire dur de couleur bleutée surmonte la formation précédente, il est lui-même recouvert par des argilites noires et vertes alternant avec des grès, des grès dolomitiques ou des dolomies cagneulisées (4,50 m d'épaisseur) ;
- un ensemble de 2 m à 5 m de puissance de calcaires lumachelliques alternant avec des argilites noires à vertes, parfois gréseuses de l'Hettangien. Au sommet de cette formation apparaît un calcaire gris ou brun fréquemment marneux, inégalement imprégné de minéral de fer oolitique phosphoreux dont l'épaisseur varie de 0,20 m à 1,30 m d'épaisseur à Chalencey ;
- des calcaires à gryphées arquées du Sinémurien inférieur. Ces calcaires de 15 m à 20 m d'épaisseur totale (terrains non érodés) se présentent en bancs décimétriques à pluridécimétriques à surface irrégulière, mamelonnée, séparés par des joints marneux sombres ;
- des colluvions de pente, des limons et de la terre arable (formations superficielles de plateau) de moins d'un mètre d'épaisseur.

Le minéral de fer se trouve donc dans des terrains de la partie moyenne du Lias (Hettangien supérieur) immédiatement au-dessous des calcaires à gryphées arquées, non loin des marnes irisées et des bancs calcaires du Trias qui sont au contact du socle granitique [79].

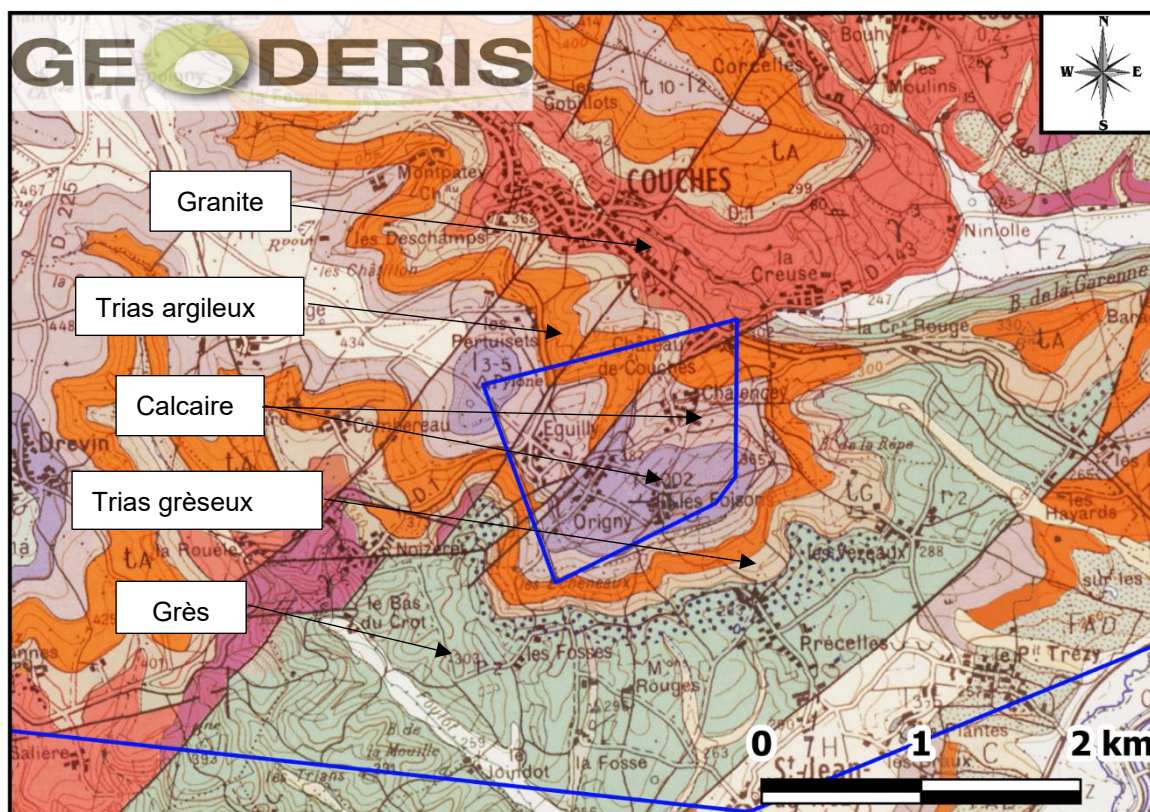


Figure 10 – Carte géologique de la concession de Chalencey

Cette couche de minerai de fer qui est d'allure horizontale présente une puissance de 0,20 m à 0,30 m en moyenne au-delà de la zone exploitée, en revanche dans le périmètre de la concession de Chalencey, l'épaisseur atteint 1 m à 1,30 m, dont 0,30 m de banc stérile [79]. Localement, la couche de minerai, est recoupée par quelques failles peu nombreuses, relevant ou abaissant certaines parties de la couche [54].

Le minerai de fer exploité dans la concession de Chalencey est de nature oolithique. Ce minerai de fer est calcaire, phosphoreux et pauvre, contenant seulement entre 18 % et 20 % de fer [79].

3.3.1.3 Terrains de subsurface

Les terrains stériles de couverture coiffant la couche de minerai de fer ne dépassent pas 10 à 12 m d'épaisseur [79], parfois cette couverture sédimentaire est inexistante au niveau des affleurements. La coupe de terrain de la colonne des puits est souvent comparable et a été précisée en 1848 [57][68] :

- terre végétale : 0,50 m à 3 m ;
- calcaire à gryphées arquées : 2,50 m ;
- calcaire coquiller (« banc de Loup et banc carré ») : 2,50 m ;
- calcaire compact de couleur jaune (lumachelle qui constitue le toit, appelé aussi « banc rouge » par les mineurs) : 7 m ;
- couche de minerai de fer (0,36 m de minerai, puis 0,33 m de calcaire compact et 0,46 m de minerai) ;
- calcaire oolithique (mur) : 1 m.

3.3.2 Contexte hydrologique et hydrogéologique

Le secteur étudié est drainé par de nombreux ruisseaux et petits cours d'eaux. Le ruisseau des Couches prend sa source au hameau de Chalencey et se jette dans la petite rivière de La Vielle. La Vielle qui prend sa source au lieu-dit « Epoigny » draine tous les petits affluents provenant des collines avoisinantes et se jette dans la rivière de La Dheune. Enfin, le ruisseau du Bas des Reuils prend sa source au lieu-dit « La Panérée » et se jette également dans la Dheune. Ce dernier ruisseau draine tous les petits affluents (ruisseaux) provenant des reliefs avoisinants des communes de Couches et de Saint-Jean-de-Trézy (Figure 11).

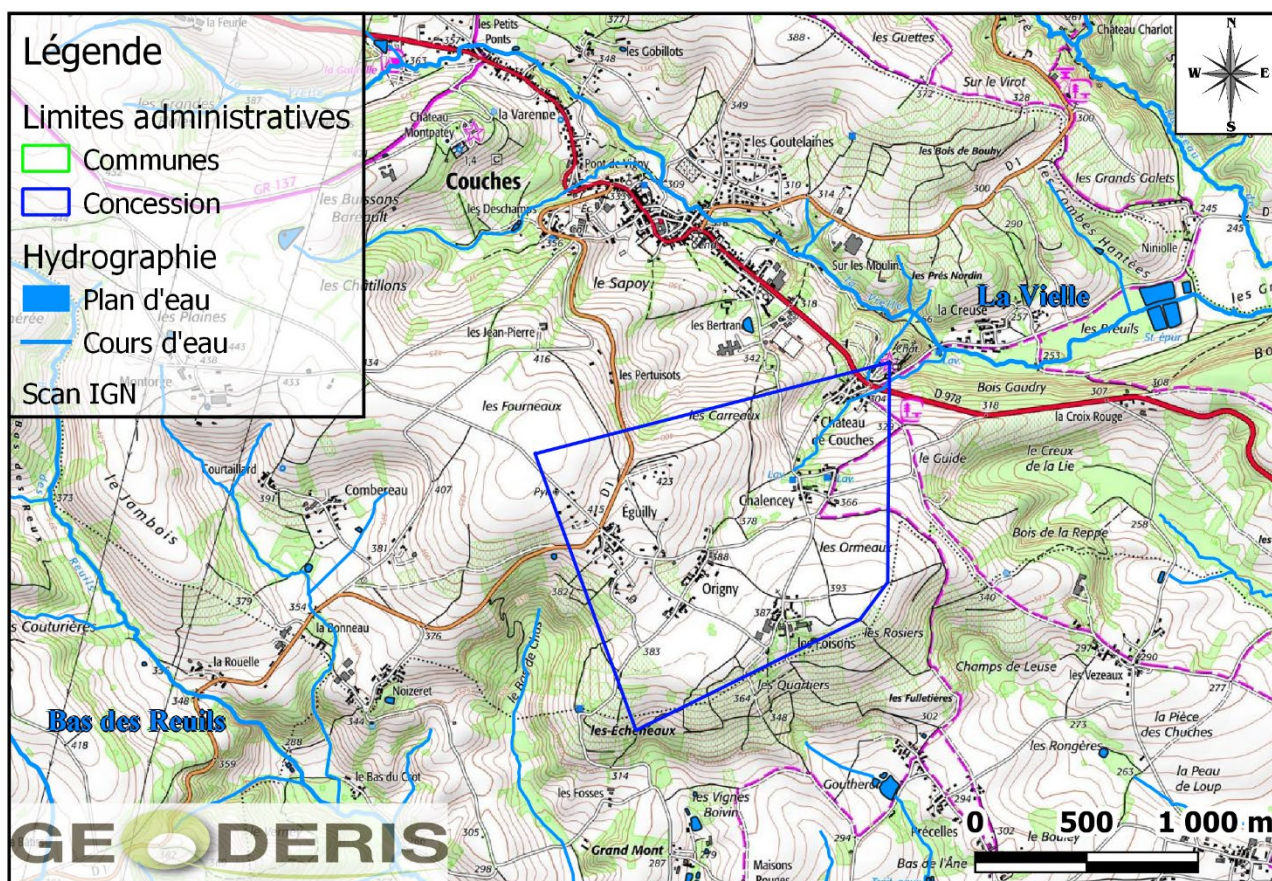


Figure 11 – Réseau hydrographique au niveau de la concession de Chalencey (BD Carthage et Scan IGN)

Le secteur de la présente étude se situe dans un domaine de terrains sédimentaires du secondaire poreux, pouvant accueillir des nappes libres et favorisant les écoulements des eaux souterraines. Les exutoires se présentent sous forme d'émergences aux points bas, au contact des terrains perméables-imperméables (argiles et marnes argileuses). Les principales émergences situées dans la concession de Chalencey sont :

- sur la commune de Couches : la Source du ruisseau du Bas des Reuils, la Source de La Vielle, la Source des Combes Georges, les Sources des Grandes Hales, la Source du Bas de Chas, la Source des Châtillons et la Source du Ruisseau des Couches ;
- sur la commune de Saint-Jean-de-Trézy : les Sources de Goutheron, la Source des Plantes et les Sources du Champ de la Fontaine et celle de la Peau de Loup.

Il est à noter qu'en 1844 « *il existe une exploitation au Champ des Granges mais ce dernier est réservé pour l'hiver car les eaux qui sont moins abondantes s'écoulent spontanément à cause de l'inclinaison de la couche de minerai en direction des affleurements dans le coteau* » [53].

Aucune information sur la gestion des eaux souterraines au sein des exploitations de fer n'a été retrouvée. Aucune émergence en liaison avec les travaux miniers n'a, par ailleurs, été observée.

4 PHASE INFORMATIVE

4.1 Personnes rencontrées et archives consultées

Dans le cadre d'une recherche approfondie de données sur l'ensemble des secteurs miniers étudiés, les personnes suivantes ont été contactées et/ou rencontrées :

- le maire de la commune de Saint-Firmin ;
- mairie de Saint-Pierre-de-Varennes ;
- mairie de Saint-Jean-de-Trézy ;
- le maire de la commune de Saint-Léger-sur-Dheune ;
- mairie de Charrecey ;
- mairie de Saint-Mard-de-Vaux ;
- mairie de Barizey ;
- mairie de Jambles ;
- mairie de Sainte-Hélène ;
- mairie de Villeneuve-en-Montagne ;
- mairie de Saint-Jean-de-Trézy ;
- le maire de la commune de Saint-Julien-sur-Dheune ;
- la mairie de la commune de Le Breuil ;
- mairie de Essertenne ;
- le maire de la commune de Perreuil ;
- le maire de la commune de Saint-Bérain-sur-Dheune ;
- mairie de Chatel-Moron ;
- le maire de la commune de Morey ;
- le maire de la commune de Couches ;
- le maire de la commune de Écuisses ;
- le maire de la commune de Marcilly-les-Buxy ;
- le maire de la commune de Saint-Martin-d'Auxy ;
- le maire de la commune de Saint-Micaud ;
- le maire de la commune de Saint-Privé ;
- le maire de la commune de Torcy ;
- un passionné de l'histoire des mines, résidant à Montceau-les-Mines.

Cette étape documentaire a été complétée par des recherches spécifiques dans :

- les Archives Nationales à Pierrefitte-sur-Seine ;
- les Archives de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) à Dijon ;
- les Archives du BRGM, à Orléans ;
- les Archives Départementales de Côte d'Or, à Dijon ;
- les Archives Départementales de Saône-et-Loire, à Mâcon ;
- les Archives de l'Académie François Bourdon, au Creusot ;
- les Archives du Monde du travail à Roubaix (à distance) ;
- les Archives de la BSS (site Infoterre du BRGM).

Les documents utiles à cette étude sont cités en bibliographie.

Les données de la BDSTM de GEODERIS ont été prises en compte au lancement de l'étude.

Les archives consultées sont synthétisées dans les tableaux en Annexe 2.

Remarques : À ce stade, les données compilées ont été jugées représentatives de l'historique des sites miniers concernés et les archives de la DRAC n'ont pas été spécifiquement investiguées (hormis celles éventuellement retrouvées sur internet). La consultation du Dossier de Demande en Renonciation au titre minier de la concession des Fauches réalisé en 2007 [35], permet de recenser une grande partie des informations concernant l'histoire et l'exploitation de la concession des Fauches.

4.2 Visites de site

Une enquête de terrain a été réalisée du 30 novembre au 4 décembre 2020. Elle a eu pour objet :

- d'identifier et de lever au dGPS (type GPS différentiel GEO-XT - précision au mètre en post-traitement) les principaux ouvrages et indices miniers ;
- d'inventorier les différents désordres identifiables en surface.

Ces investigations ont permis de repérer un certain nombre de vestiges liés aux travaux miniers (ouvrages débouchant au jour, anciens bâtiments de mine, affleurements, haldes, désordres, etc.). Le levé de l'ensemble de ces indices a été réalisé à l'aide d'un dGPS de type GEO-XT (GPS différentiel), permettant une précision de localisation de l'ordre du mètre en post-traitement. Plusieurs témoignages de riverains et de personnes ayant une bonne connaissance des vestiges miniers ont également été collectés à cette occasion. Lors de la visite de terrain, quelques secteurs isolés/excentrés n'ont pas été investigués : le bois des Clots, le bois Perrot et le secteur « Notre Dame ».

La campagne d'investigations a pour finalité d'identifier sur le terrain les ouvrages et vestiges miniers. Elle a permis :

- de caler les plans miniers à partir des ouvrages débouchant au jour et de points topographiques remarquables ;
- de donner des valeurs d'incertitude sur le positionnement des contours des exploitations par rapport à la surface ;
- d'évaluer l'état de conservation des ouvrages souterrains lorsqu'ils sont encore accessibles (sans inspection exhaustive).

À l'issue de la phase informative, une carte a été réalisée afin de présenter une synthèse d'ensemble des informations collectées (Annexe 6).

4.3 Contexte minier

4.3.1 Historique et description des travaux

4.3.1.1 *Historique administratif*

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune et de Vellerot*

Dès 1779, des travaux d'exploration sont effectués sur les affleurements des couches.

En 1782, une concession dite de Saint-Bérain est « *accordée* » en faveur du Sieur Guyton de Morveau et associés. Les limites de cette concession délimitent une très grande étendue au centre de laquelle se trouve le gisement connu.

La concession de Saint-Bérain proprement dite est instituée en 1808. Moins vaste que la précédente, elle couvre toutefois une superficie de 12000 ha. Elle change de mains à multiples reprises avant d'être acquise en 1844 par l'exploitant des mines de Blanzky. Après avoir jugé le gisement d'intérêt négligeable, l'exploitant des mines de Blanzky renonce à la concession de Saint-Bérain en 1911 [11] (les travaux étaient arrêtés depuis 1904).

En 1906, des exploitations illégales ont lieu aux affleurements. Des courriers mentionnent des travaux sur différents points : couches des anciens puits Jumeaux, sur la commune de Saint-Léger-sur-Dheune ; concession de Saint-Bérain ; au voisinage de l'ancien puits du Parc ; au lieu-dit le Bois Perrot, « *sur les affleurements des petites couches Saint-Léger* ». Ces travaux illicites se font sous formes d'excavations et fouilles, parfois

remblayées, ainsi que sous forme de petits puits dont l'un « *mesure, paraît-il, sept à huit mètres de profondeur et une galerie a été attaquée au fond de ce puits* » [33].

La pénurie extrême des combustibles à la suite de la Première Guerre mondiale pousse divers groupes à exploiter les affleurements et à remettre en état les puits. Les affleurements étant très nombreux dans la région ouest du bassin de Saint-Bérain, durant la Première Guerre mondiale, un grand nombre de prospecteurs se sont lancés pour y faire des recherches [13]. Parmi les plus notables, et qui ont donné lieu à de « petites » exploitations :

- Société Moreau, Marinot et Cie : fouilles dans la première couche de la Charbonnière au lieu-dit La Saugrenne, par une galerie à flanc de coteau, puis dans la couche du Parc par le puits Mouly (P099) ;
- Société Menu et Cie (Monsieur Durure) : en 1918, un puits dit Durure (P095) est foncé à la Gagère à 200 m au sud du canal.

Les concessions de La Dheune et de Vellerot sont instituées par décret du 12 janvier 1922, « à l'emplacement » de la concession de Saint-Bérain [39]. Le décret du 23 janvier 1924 permet une fusion de la concession de la Dheune avec la concession de Vellerot, au profit de la Société des Charbonnages de la Dheune. À la suite de l'institution des concessions de Vellerot et de la Dheune, les travaux d'exploitation sont restés sans envergure [29]. Dans la concession de la Dheune et sur les affleurements du Bois Perrot, les travaux se sont poursuivis par descenderies, du jour jusqu'au niveau des eaux, soit à moins de 20 m du jour et ce, jusqu'à épuisement des ressources.

Le 15 mai 1933, les concessions réunies de la Dheune et de Vellerot sont renoncées. Le décret officiel du 31 janvier 1934 replace les concessions de la Dheune et de Vellerot dans la situation de gisements ouverts aux recherches [8].

De 1941 à 1945, quatre sociétés ont procédé à des travaux de recherches avec autorisation de disposer des produits extraits :

- la Société d'Études et de recherches minières en 1941 ;
- la Société Chalonnaise de recherches minières et l'Entreprise Raoulas-Nomblot en 1942 ;
- l'Entreprise Hardy en 1943 ;
- en avril 1946, l'Entreprise Raoulas a disparu après avoir cédé ses travaux et fonds de commerce à la Société Anonyme d'Études et de recherches minières de la vallée de la Dheune. En 1947, cette société est absorbée par l'Union minière de la Dheune.

À cette époque [25], il y a quatre sièges de recherche en activité :

- siège des travers-bancs des Puits Jumeaux, qui exploite les piliers laissés dans la couche n°2 du faisceau de Saint-Léger et reconnaît le faisceau des couches intermédiaires ;
- siège Saint-Antoine, qui explore la 1^{ère} couche du faisceau des intermédiaires ;
- siège La Molière, qui exploite la couche du mur du faisceau du Bois Perrot ;
- siège Saint-Louis, qui exploite la couche supérieure du faisceau des carrières.

Une descenderie réunira par la suite les sièges des Puits Jumeaux et de Saint-Antoine. Les cinq faisceaux de couches situés au mur du gisement ont fait l'objet de recherches nombreuses dans les affleurements et à très faible profondeur jusqu'à 1945 [17]. Ces tentatives de reprise sérieuses n'ont pas été concluantes. Plus aucune exploitation n'a été réalisée depuis 1950.

Remarque : Dans la suite du rapport, il sera fait mention de manière générique des travaux « de Saint-Bérain ». Cette dénomination englobe également les travaux des concessions de la Dheune et Vellerot.

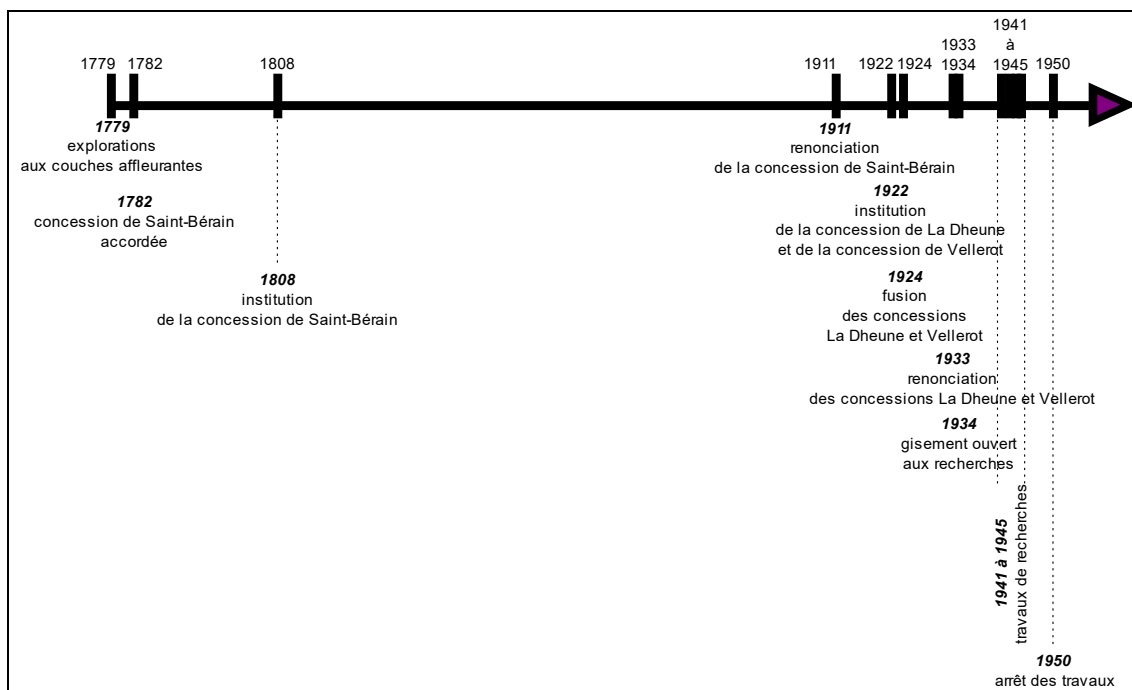


Figure 12 – Frise chronologique rappelant les grandes dates des concessions Saint-Bérain, La Dheune et Vellerot

➤ Concession des Fauches

La concession des Fauches est accordée par ordonnance du 6 octobre 1832 à M. Genestet de Saint-Didier. Elle a alors une superficie de cinq kilomètres carrés et 75 ha [50].

En 1854, la concession est amodiée à la Société des Hauts Fourneaux de Franche-Comté.

En 1867, l'exploitation s'arrête [49].

En septembre 1876, les concessionnaires sont mis en demeure de reprendre l'exploitation sous peine de déchéance. La mise en demeure est effective en décembre 1892.

Le 1^{er} janvier 1895, la concession est louée aux entrepreneurs Vouillon et Vernet de Baudemont (Saône-et-Loire) [49].

En novembre 1909, un arrêté ministériel prononce la déchéance du concessionnaire.

En septembre 1920, un décret présidentiel autorise la mutation de la concession des Fauches au profit de la Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse.

En 1917, la concession est vendue à la Compagnie des Hauts Fourneaux de la Chasse. La concession est ensuite transférée aux Houillères du Bassin de Blanzay après la nationalisation de juin 1946 [49].

Le 20 juillet 2007, un arrêté préfectoral acte l'arrêt définitif des travaux miniers de la concession des Fauches.

➤ Concession de Forges

Après plusieurs demandes infructueuses en 1845 et 1857, la concession des Forges est instituée par décret le 25 août 1861.

La concession est ensuite passée entre diverses mains, notamment en juillet 1906 à la Société des Houillères de Saint-Micaud qui l'a amodiée en juillet 1909 pour cinquante années au Sieur Guillemain. Celui-ci apporte ses droits en octobre 1909 à une société sous le nom de Société fermière des mines de Forges. Cette société changera plusieurs fois de noms. En 1913 et 1914, les sociétés sont déclarées en faillite et annulées [21].

Par la suite, un décret du 13 avril 1927 autorise la mutation de propriété résultant de l'adjudication de la concession de mines de houille des Forges, prononcée en faveur de M. Desbois [37].

Par arrêté du 5 juillet 1960, les mines de houille des Forges sont replacées dans la situation de gisement ouvert aux recherches et la concession correspondante est annulée [38].

➤ *Concession de Chalencey*

Les exploitations de fer étudiées sont liées à l'activité sidérurgique locale :

- le gisement de Chalencey était déjà exploité depuis longtemps avant la création des usines du Creusot. Ainsi, à la fin du XVIII^{ème} siècle, « *les maîtres de forges de trois hauts fourneaux au bois des environs de Couches tirent une partie de leur approvisionnement en minerai de fer de cette exploitation* » [82] ;
- ces établissements périssent au cours des années qui suivent la création du centre sidérurgique du Creusot. Ce minerai alimentera ensuite les hauts-fourneaux du Creusot lors de la demande en concession et l'obtention de cette dernière par la Société Schneider frères et Compagnie, par ordonnance royale du 17 juillet 1837 [79][82]. Les dernières exploitations de minerai de fer sont arrêtées à la fin de l'année 1859 [71].

L'exploitation a commencé à ciel ouvert au niveau des affleurements puis s'est poursuivie en profondeur sous les terrains de couverture par puits et galeries, d'abord par les propriétaires du sol puis par le concessionnaire (Société Schneider et Compagnie) durant vingt-trois ans jusqu'en 1859 [79].

La Société Schneider frères et Compagnie, par ordonnance royale du 17 juillet 1837, obtient la concession de Chalencey, celle-ci est réunie une première fois le 24 mars 1858, aux concessions de mines de fer de Mazenay et de Change [72], puis une seconde fois à vingt-huit autres concessions appartenant à la même compagnie en 1877 [76]. La Société Schneider frères et Compagnie exploite la concession de Chalencey jusqu'à la fin de l'année 1859, date à laquelle la mine est définitivement abandonnée [79][82]. La concession est renoncée par décret du 20 août 1921 [77].

4.3.1.2 Historique et Description synthétique des travaux

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune et de Vellerot*

Les différentes informations décrivant les travaux de Saint-Bérain sont synthétisés dans le Tableau 5, secteur par secteur.

Tableau 5 – Description des travaux de Saint-Bérain

Secteurs	Historique et description des travaux
La Gagère	Le hameau de la Gagère se trouve sur une colline constituée par l'anticlinal houiller. Les premiers travaux ont eu lieu en 1779 sur la crête de cette colline. Ces premiers travaux consistent en « grattages » : une multitude de petits puits est creusée sur la colline de la Gagère et les couches de houille sont plus ou moins bien exploitées du jour jusqu'à la cote 211, soit 40 m en aval de la galerie d'écoulement du Canal (G01, matérialisée), et sur une longueur totale en direction de 450 m. En 1787, le puits de l'Étang (P017, localisé) est foncé et les premiers travaux d'exploitation commencent. En 1835, un travers-banc est foncé (« Travers-bancs du Canal », également nommé « Galerie de la Gagère (G01, matérialisée) »). Il est dirigé dans le faisceau de la Gagère et sert autant pour l'assèchement des travaux que pour la sortie des produits. Cet ouvrage de 450 m a reconnu le gisement et a permis l'exploitation de la grande couche jusque 1838 à partir de plusieurs puits (P009 à P017, ouvrages localisés). Les couches reconnues par le travers-banc du Canal ont été exploitées de 1838 à 1856 puis de nouveau de 1918 à 1925 (travaux Durure) [26]. En 1838, le puits du Canal (ou Grand Puits de la Gagère) (P018) est foncé dans la zone nord, près du canal, et met en évidence le plongement nord des couches. En 1900, les mines de Blanz y font trois reconnaissances : l'une par un travers-bancs Sud-Nord sur le versant méridional de la colline de la Gagère ; l'autre par un petit puits au bord du Canal (non localisé) ; la dernière par une descenderie (Di02 ou Di03). Les travaux sont rapidement abandonnés car la couche est inexploitable. Les travaux réalisés en 1920, se trouvent dans un pré s'étendant du Canal au chemin qui va de la Gagère à Morey. Les travaux de la compagnie Vellerot prolongent vers le nord les précédents. Ils consistent en un puits (Puits Durure, P095, localisé) carré de 30 m de profondeur et en une quantité de petites cheminées jalonnant la grande couche (P096, P116, Puits Gillot-Bête P097 et P098 (ouvrages localisés)). La couche a été suivie sur 200 m environ en direction. Les travaux au puits Durure sont abandonnés vers 1925. La couche a été complètement exploitée et remblayée jusqu'à la profondeur de 27 m. L'entreprise Hardy ouvre des travaux de recherches dans la plus puissante des deux couches du Faisceau de la Gagère en juillet 1942 [26]. Ces travaux de recherches débutent par un petit puits creusé en bordure du chemin d'I.C. Morey-Vellerot (à proximité des anciens travaux Durure) (P084, localisé). Vu les premiers résultats, malgré la proximité de vieux travaux connus, une descenderie (Di59, localisé) oblique dans l'ouverture de la couche est poussée jusqu'à la cote 274.93, niveau à partir duquel les reconnaissances en galeries ouvertes vers le sud-ouest et le nord-est mirent en évidence un gisement partiellement dépilé. Une descenderie (Di60, localisé) fut ouverte 70 m plus à l'est, elle confirma le dépilage partiel du gisement. En 1943, l'affleurement de la grande couche est reconnu à 250 m au sud-est de l'écluse n°14. La couche partiellement dépilée est reconnue par une descenderie oblique (peut-être Di04, localisé). Les travaux préparatoires effectués jusqu'à la cote 253 se retrouvent noyés par les eaux provenant du travers-banc de la Gagère. Les travaux sont arrêtés et le siège fermé en mai 1945. Source : [12], [28], [13].
Parc et Charbonnière	<u>Siège du Parc</u> Les premiers travaux aux affleurements datent de 1780 et sont réalisés sous forme de grattages. L'exploitation rationnelle débute avec le creusement du Puits du Parc (non localisé), de 25 m de profondeur en 1810. De 1868 à 1871, des recherches sont entreprises vers le nord et le sud par le puits du Parc ancien (P019, matérialisé) (Annexe 4, Photographie 5) : - un travers-bancs du nord à la cote 127 (145 m de profondeur) est poussé sur 640 m de longueur et recoupe le faisceau de la Charbonnière ; - un travers-bancs du nord à la cote 187 (85 m de profondeur) et à 250 m à l'ouest du puits est poussé sur 200 m de longueur et traverse le faisceau de la Charbonnière. Les anciens travaux ont reconnu le faisceau du Parc sur environ 1000 m en direction, les travaux les plus profonds se situant à l'étage 150 (123 m de profondeur). En dehors du puits du Parc de 1810 (faisceau Charbonnière), il y eut deux autres puits dits du Parc, dont les appellations nous proviennent du plan référencé StBerain_1 : - le puits du Parc nouveau (P020, localisé) date de 1835 et a une profondeur de 101,50 m ; - le puits du Parc ancien (P019, matérialisé), foncé en 1863, a une profondeur de 150 m (trois étages à 42, 95 et 150 m de profondeur). Ce puits est surtout un puits de reconnaissance destiné à reconnaître le faisceau houiller. Il est abandonné en 1874. En 1918, le puits Mouly (P099, localisé), petit puits de 18 m de profondeur, est foncé à 50 m du puits du Parc. Le document [24] rapporte que, dans la partie sud, le faisceau des Carrières comprend également deux couches exploitées par le puits du Parc. Source : [28], [12].
	<u>Siège de Vellerot</u> Les premiers travaux sur le faisceau de la Charbonnière remontent au début du siècle : en 1807, un petit puits de 20 m de profondeur est creusé, dit Puits Vellerot ou Vieux puits de la Charbonnière (P022, localisé), se trouvant à 200 m à l'ouest du village de Vellerot, avec exploitation de la couche sur une hauteur de 20 m par recoupes multiples. À partir de ce puits s'est déroulé une très petite exploitation par recoupes multipliées, s'étendant à peu près à 100 m à l'ouest du puits. En 1918, la société de Vellerot essaya, sans succès, de rentrer dans ces travaux par descenderies (Di06 et Di07, localisés) [12].
	<u>Siège de Quatre Bras</u> Les travaux au puits des Quatre Bras (P021, localisé) met en évidence la présence de trois couches de charbon, similaires aux couches du puits Vellerot et exploitées à Saint-Léger sous le nom de « Couches Intermédiaires » [28][13]. Peu d'informations en lien avec l'exploitation de ce siège ont été retrouvées.
	<u>Siège de la Charbonnière</u> Les travaux commencent vers 1806 au siège de la Charbonnière [28]. En 1884, est foncé le nouveau puits de la Charbonnière (P023, matérialisé) (Annexe 4, Photographie 3) à 800 m au nord-est du puits du Parc et 400 m au sud-ouest du puits de la Citadelle (P090, localisé). Ce puits comporte deux recettes à 65 m et 105 m de profondeur. Les travaux au nouveau puits de la Charbonnière sont abandonnés à cause de nombreux feux et d'une venue d'eau importante [12]. De 1894 à 1903, des travaux sont repris par le nouveau puits de la Charbonnière ; à l'est, les travaux sont arrêtés par des accidents, à l'ouest, ils rencontrent les travaux des puits du Parc [28]. Les travaux ont exploité plusieurs petites couches de puissance variable souvent très irrégulières et appartenant au faisceau de la Charbonnière et au faisceau du Parc.

Secteurs	Historique et description des travaux
	<u>Remarque</u> : Le faisceau de la Charbonnière est reconnu en affleurement sur 1200 m ; il est exploité dès 1807 par le puits Vellerot ou vieux puits de la Charbonnière, en 1810 par le puits du Parc, en 1854 par le puits de la Citadelle et en 1884 par le nouveau puits de la Charbonnière. L'exploitation n'est pas descendue au-dessous du niveau 105 et aucune exploitation n'a été tentée en aval-pendage. L'abandon de l'exploitation a été causée par des feux et d'abondantes venues d'eau. [24]
Citadelle	Les travaux aux affleurements ont lieu dès 1780 par divers petits puits (P086 à P089, ouvrages localisés), sans donner de véritables exploitations. En 1779 et 1780, le fonçage des puits Morveau 1 et 2 (P028 et P119, localisés) met en évidence la présence de deux couches inexploitable. De 1816 à 1819, deux puits d'extraction et d'exploration (P026 et P027, localisés), allant jusqu'à 50 m de profondeur, sont foncés. En 1854, le puits de la Citadelle (P090, localisé) est foncé et approfondi progressivement jusque 108 m. Ce puits et une descenderie (Di09, localisé) ont servi à l'exploitation de deux couches. Ces couches sont assimilées au faisceau de la Charbonnière. Source : [28]
Saint-Louis et La Vigne	Les travaux du siège Saint-Louis ont probablement débuté à la fin du XVIIIème siècle [28]. Le puits de la Vigne (P030, localisé) est foncé en 1817 ou 1835 (informations divergentes selon les sources). À partir de ce puits, le gîte est exploré dans deux directions : 350 m à l'est et 200 m à l'ouest [15]. Une couche de mauvaise qualité y est exploitée. Près des affleurements, des descenderies (Di11 à Di15, Di46 et Di47, Di61 à Di63 (ouvrages localisés (sauf Di63, matérialisé))) complètent l'exploitation [28]. Par ailleurs, un secteur du quartier de la Vigne pourrait avoir été exploité par la méthode des chambres et piliers d'après un plan (Figure 13, droite), mais aucune archive ne décrit ces travaux. Le dépilage a donc été retenu pour ce secteur. Ce secteur de travaux serait situé à faible profondeur (moins de 20 m) et aurait une extension limitée (100 m de long pour 20 m de large). Les piliers mesurent de 2 à 4 m de long pour environ 2 m de large. Toutefois, ceci ne signifie pas forcément que les piliers aient été abandonnés, en fin d'exploitation, sans avoir été dépilés (la pratique à cette époque consistait plutôt à utiliser la méthode ancienne des galeries et recoupes foudroyées, ou la méthode des éboulements). En 1837, le puits de la Molière (P081, localisé) est foncé et une exploitation à partir de 4 étages y est tenue. En 1856, le puits Saint-Louis (P029, matérialisé) est foncé mais aucune exploitation n'y a lieu par cause de venues d'eau trop importantes. En 1895, le puits est ensuite approfondi jusqu'à 90 m et muraillé. L'exploitation, ouverte à 80 m de profondeur, a déhouillé tout le massif compris entre 65 m et 80 m sur une longueur de 400 à 500 m en direction [15] : - bloqués à 200 m à l'ouest « <i>par crainte de percer dans les vieux travaux faits antérieurement à 1793 et donc il n'existe aucun plan</i> » ; - bloqués à 350 m à l'est du puits par les travaux du Puits des Carrières (P043) (Annexe 4, Photographie 2). La Figure 13, partie gauche, présente le faisceau des Carrières recoupé par les puits Saint-Louis et La Vigne. Quatre couches constituent ce faisceau dont la Grande Couche (présente sur la figure). Seule la Grande Couche a fait l'objet de travaux importants par le Puits des Carrières, Puits de la Vieille Molière (P031, localisé), Puits de la Vigne, Puits Saint-Louis [14]. Figure 13 – Coupe passant par les puits Saint-Louis et de la Vigne, 1916, Archives Nationales, Carton 19771398-38_IND1502 (gauche) ; plan de 1895 (StBerain_12) présentant un secteur de chambres et piliers, Archives départementales de Saône et Loire, Carton S 1161 (droite)

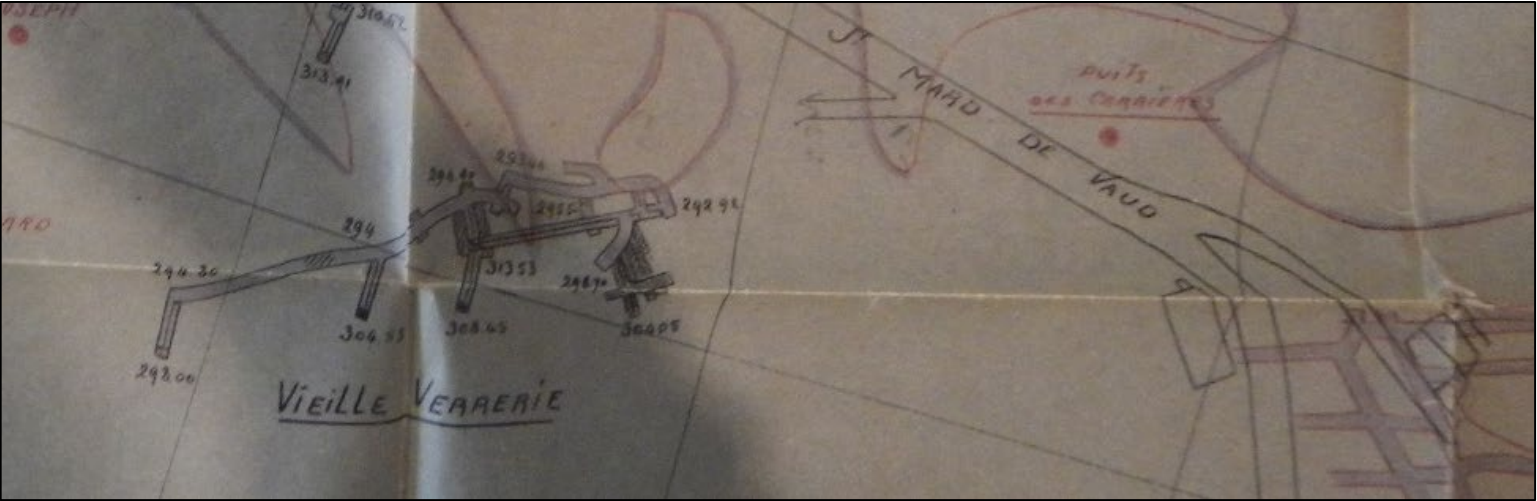
Secteurs	Historique et description des travaux
Carrières	<u>Siège de Molière / Sainte-Thérèse</u> En 1942, un affleurement en bordure de route donne lieu à la création du siège de la Molière, renommé siège Sainte-Thérèse. D'importants travaux, portés sur la couche du mur du faisceau du Bois Perrot, y sont menés jusque 1948 [28][27]. Une descenderie de reconnaissance (Di68, localisée) s'est arrêtée au contact d'un accident géologique important orienté est-ouest, assimilé au renforcement reconnu par les travaux du puits Saint-Louis. Les galeries de reconnaissances (G33 à G37, G43, ouvrages localisés sauf G34 et G37, matérialisés) creusées de part et d'autre de cette descenderie démontrèrent que le gisement était limité à l'ouest et à l'est par des failles. « <i>Le panneau reconnu mesure 250 m en direction et 75 m de relevée.</i> » [27]. Les travaux de dépilages conduits par remblais complets sont réalisés de 1943 à 1945 [27]. Au moment de la fermeture, les piliers restants aux abords de la descenderie d'extraction sont repris en montant vers la surface. Sur ce siège, 12 500 tonnes de charbons médiocres ont été exploités. Les travaux se sont étendus sur une superficie de 7 800m² [27].
	<u>Siège de Saint-François</u> L'affleurement de la couche supérieure du faisceau des Carrières a été retrouvé au-delà des limites extrêmes des travaux effectués par les mines de Blanz y au puits des Carrières. Les recherches donnent alors lieu à la création du siège Saint-François [28]. Les travaux du siège Saint-François sont situés « <i>dans un panneau laissé en couche inférieure du faisceau des Carrières par les dépilages effectués antérieurement à 1911 par l'ex-Société des Mines de Blanz y à partir du puits des Carrières</i> ». Ce lambeau de gisement, découvert en 1942, est limité : au nord, à l'est et à l'ouest par des failles ; au sud par les affleurements [27]. Le gisement est reconnu au moyen de descenderies d'extraction (Di64 à Di67, ouvrages localisés) puis l'exploitation est réalisée en remontant depuis le fond des travaux, par : • de courtes tailles chassantes dans les parties restreintes ; • des tranches horizontales dans les parties puissantes. D'une manière générale, les travaux sur ce siège sont effectués par dépilages et remblais complets. En 1949, « <i>la phase de défruitement du siège est terminée</i> » [27]. Des travaux à ciel ouvert ont été retrouvés dans ce secteur lors de la visite de terrain réalisée en 2020. Ils pourraient correspondre à une carrière à remblais.
	<u>Siège des Carrières</u> Le puits Saint-Joseph (P040, localisé), ouvert en 1781, est poussé jusqu'à la profondeur de 56 m. L'exploitation s'est déroulée sur deux étages et sur une soixantaine de mètres en direction [28]. Des travaux plus importants ont lieu à partir de 1816, par la descenderie de la Mouille (Di35, localisé), et de 1826, par le puits de la Mouille (P041, localisé). Le champ d'exploitation reconnu par les travaux présente un développement de 250 m en direction et 120 m suivant l'inclinaison. Les travaux sont arrêtés à l'ouest par une faille. Le puits des Carrières (P043, matérialisé) (Annexe 4, Photographie 2), commencé en 1827, est approfondi en 1855. Le champ d'exploitation est limité : à 200 m à l'est du puits par une faille ; à l'ouest par les travaux de la Mouille. Le puits des Carrières recoupe le faisceau des Carrières. À cet endroit, le faisceau comprend deux couches [24] : • la couche du toit. Il n'y a pas eu d'exploitation sérieuse sur cette couche ; • la couche du mur ou Grande Couche, qui est dépilée par le puits des Carrières, du jour à 80 m de profondeur, sur 400 m environ en direction. La Grande Couche est recoupée par les puits de la Vigne (P030) et puits Saint-Louis (P029). Les dépilages entrepris à l'extrême est sont arrêtés en 1895. En 1919, les travaux sont repris jusqu'en 1927. Des travaux sont menés en 1928 à partir de la descenderie Regnier (Di25, localisé) [28].
	<u>Siège de Verrerie</u> De nombreux puits (P135 à P138, localisés) ont été foncés dans la zone de l'ancienne Molière et de la Vieille Verrerie. Dès 1779, ces petits puits ont permis d'exploiter trois couches des affleurements à une trentaine de mètres de profondeur. Dans la zone de la Vieille Verrerie, les travaux d'exploitation ont eu lieu à partir du puits des Carrières (P043, matérialisé) jusqu'aux affleurements par la méthode des « piliers abandonnés »⁴, de 1866 à 1911 [28]. 

Figure 14 – Plan du siège de la Vieille verrerie (StBerain_18)

⁴ Les plans de ce secteur ne montrent pas de chambres et piliers abandonnés et aucun détail sur la géométrie de cette méthode n'est mentionné dans les archives. Cette dernière n'a pas été considérée comme étant une méthode de chambre et pilier traditionnelle de chambres et piliers abandonnés mais comme une méthode de galeries et recoupes.

Secteurs	Historique et description des travaux
	<u>Siège de Notre-Dame</u> À partir de 1850, des recherches sont menées vers le nord au moyen du puits des Lochères (creusé entièrement dans le Permien) (P094, localisé) et du puits de l'Espérance Notre-Dame (également nommé Puits Notre-Dame) (P082, localisé). Ce puits, creusé jusqu'à 350 m de profondeur, se trouve entièrement dans les grès rouges du Permien [28]. Depuis le puits Notre-Dame, des travers-bancs sont creusés sur 3 niveaux : • au niveau 150, le travers-banc a une longueur de 533 m. Cette recherche traverse des terrains permien très redressés et bouleversés et s'arrête dans une formation semblable au mur du faisceau de la Charbonnière ; • au niveau 260, le travers-banc a une longueur de 205 m et ne traverse aucune couche ; • au niveau 340, le travers-banc a une longueur de 510 m. Il traverse quelques passées charbonneuses et des terrains fortement pentés et tectonisés.
Puits Jumeaux et Saint-Léger	<u>Siège de Saint-Jean et de Saint-Léon</u> L'affleurement de la couche du Mur du faisceau des Intermédiaires est reconnu à 750 m au nord de la route Saint-Mard - Saint-Bérain. Les travaux d'exploitation s'effectuent à partir d'une descenderie (Di26, localisé) de 1945 à 1948. Des travaux par descenderie puis dépilages sont initialement prévus. Le charbon étant de mauvaise qualité, les travaux s'y sont très peu développés. Des travaux de surface de faible ampleur ont été réalisés dans ce secteur. Il pourrait s'agir d'une carrière à remblais. Sources : [27], [28].
	<u>Siège de Saint-Antoine</u> L'exploitation des couches intermédiaires est effectuée par le siège Saint-Antoine (descenderie de Saint-Antoine, Di31, localisé) à partir des affleurements reconnus en bordure nord de la route Saint-Mard - Saint-Bérain. Ils y réalisent des dépilages entre les vieux travaux des affleurements et la cote 330 mais « <i>il ne reste plus de lambeaux à exploiter</i> » [28].
	<u>Siège de Bois Perrot</u> Au bois Perrot, commune de Saint-Léger-sur-Dheune, ce sont sur les affleurements de la Grande Couche de ce faisceau qu'ont lieu les travaux. De nombreuses descenderies (Di19 à Di21, Di27 à Di29, Di43, Di49, Di50, Di55 à Di58, ouvrages localisés, sauf Di28 et Di58, matérialisés) ont été creusées depuis l'affleurement, les deux principales étant : la descenderie Pelletier (Di57, localisé) et la descenderie Vannier (Di28, matérialisé) ; elles sont espacées de 40 m l'une de l'autre [14]. Les affleurements (essentiellement le faisceau de la Charbonnière) ont été exploités de la fin du XVIIIème siècle au début du XIXème siècle dans le quartier du Bois Perrot [28]. De 1816 à 1824, cinq puits et une descenderie sont ouverts à proximité des affleurements. En 1831, une galerie d'écoulement de 800 m de longueur est creusée (galerie du Bois Perrot, G47, localisé). Peu de travaux y sont réalisés. Les travaux reprennent par cette galerie en 1843 et de 1849 à 1858. En 1943 et 1944, les travaux reprennent et se portent sur le stot de protection laissé aux affleurements en bordure sud de la route Saint-Mard-Saint-Bérain. L'amplitude du panneau exploité n'excède pas 60 m x 10 m. Le rapport de 1978 [28], indique que « <i>les travaux récents près des affleurements sont conduits par choques⁵ montantes ou descendantes puis par gradins à ciel ouvert. Les travaux se sont arrêtés à l'est sur une zone schistifiée</i> ».
	<u>Siège de Puits/Bois des Clos</u> Le puits du Clos (P079, localisé) est foncé en 1838 pour recouper en profondeur les couches reconnues par le nouveau puits Saint-Charles (P076, localisé). Foncé entièrement dans les terrains houillers, il traverse une série de terrains, pentés à 55° jusqu'à 120 m de profondeur puis une série pratiquement horizontale. Les travaux gênés par les feux sont abandonnés en 1853 [28].
	<u>Siège de Puits Saint-Léger</u> Les travaux ont commencé vers 1825 vers le puits Saint-Charles (P075, localisé) par l'exploitation des couches du faisceau de Saint-Léger. Vers 1837, les puits Jumeaux (P072 et P073, localisés) sont foncés puis le puits Saint-Léger n°1 (P074, localisé) est foncé en 1857 [28]. En 1872, à partir du puits Saint-Léger n°1, des travers-bancs sont foncés vers le nord et le sud et recoupent les couches intermédiaires [28]. Le travers-banc dirigé du fond du puits Saint-Léger n°1 vers le toit de la formation rencontre à 145 m de profondeur les couches du Puits des Clos (P079, localisé). Ces couches sont disloquées, laminées et inexploitable [24]. Le faisceau de la couche intermédiaire de Saint-Léger est découvert en 1874 par un travers-banc provenant du puits Saint-Léger et dirigé vers le mur de la formation [24]. Ce même rapport indique que les couches ont été exploitées par le puits Saint-Léger n°2 (P056, matérialisé) (Annexe 4, Photographie 4) de 1874 à 1892. Par la suite, le puits Saint-Léger n°2 sera foncé. En 1874, l'exploitation des couches intermédiaires est entreprise de manière rationnelle. La poursuite du traçage du travers-banc sud permet de traverser une nouvelle couche appartenant au faisceau du Bois-Perrot. Le travers-banc Nord ne rencontre que des terrains bouleversés et atteint à 600 m du puits Saint-Léger n°1 les terrains permien. À partir de 1879, l'exploitation ne se fait que dans les couches du Bois Perrot [28]. Pendant la Seconde Guerre mondiale, les travaux se développent dans la 2^{ème} couche du faisceau de Saint-Léger [28] : • à l'ouest par dépilage des piliers « <i>abandonnés par les anciens</i> » se développent de part et d'autre du travers-banc des puits Jumeaux et à partir des affleurements reconnus dans les parcelles « Freaud » et « Dugour » ; • à l'est du travers-banc, au lieu-dit Aubépin, par traçages mais les effondrements dus aux pluies de l'hiver 1941-1942 poussent les exploitants à abandonner avant l'exploitation de la couche. Le puits Saint-Léger n°1 recoupe le faisceau Saint-Léger à 130 m de profondeur [24]. Le même rapport indique que : • le niveau supérieur est exploité de 1830 à 1844 et de 1848 à 1874 par les puits Jumeaux. Cette exploitation est reprise par les puits Saint-Léger 1 et 2 de 1860 à 1874 et de 1887 à 1888 ; • le niveau inférieur d'exploitation est l'étage 160 (cote 144). Les traçages n'ont jamais excédé 400 à 500 m d'extension à droite et gauche du Puits Saint-Léger.
	<u>Siège Jumeaux</u> En 1922, le travers-banc dit des Puits Jumeaux, parti au jour de la cote 299, recoupe les couches intermédiaires à 272 et 292 m [24].
	<u>Remarque</u> : La zone nord de la concession a donné lieu aux plus importantes exploitations dans les couches intermédiaires et le faisceau du Bois Perrot. Trois zones s'y distinguent : siège des puits Saint-Léger (exploitation la plus importante), siège du Bois Perrot, siège du Puits du Clos (exploitation la moins importante).

⁵ Terme non défini à ce stade.

➤ *Concession des Fauches*

Les premières recherches sont réalisées vers 1826-1827 au puits de Saint-Didier n°1 (P103, localisé) [49].

En 1837, les travaux reconnaissent les affleurements du Houiller au domaine de Montaubry. Par la suite, les puits de Montaubry 1 et 2 (P112 et P113, localisés) sont foncés. En parallèle, d'autres reconnaissances sont faites par le puits Saint-Didier n°3 (P108, localisé) et le puits des limites (P100, localisé).

En 1844, les seuls travaux se situent à Montaubry et au Bois des Fauches [49].

En 1854, la Société des Hauts Fourneaux de Franche-Comté exploite les puits Saint-Didier n°2 (P102, localisé) et n°3, le Puits des limites et le Puits des Fauches ou Puits de la Plaine (non localisé) [49].

Un peu avant 1856, le puits Neuf de Saint-Julien (P117, localisé), dénommé par la suite Puits Sainte-Marie (P107), est ouvert.

D'autres ouvrages sont ouverts à une époque indéterminée : le puits Saint-Eloy (44 m de profondeur) (P109, localisé) et le puits Saint-Julien (38,25 m de profondeur) (P110, localisé).

En 1858, l'ouverture des puits du Breuil (P106, localisé) et puits du Manège (P105, localisé) est autorisée.

En 1859, le puits du Breuil a une profondeur d'environ 100 m et le puits du Manège, profond de 50 m, possède deux recettes aux niveaux 26 m et 42 m.

En 1867, après plusieurs années d'exploitation par tranches descendantes remblayées, les travaux miniers s'arrêtent [49].

En 1897, une demande d'occupation minière en vue d'ouvrir un travers-banc de recherche dans la parcelle n°474, section D, commune du Breuil, est autorisée. Aucune information sur d'éventuels travaux postérieurs n'a été retrouvée.

➤ *Concession de Forges*

La concession a été exploitée de manière relativement régulière de 1862 à 1877 et a été inactive de 1877 à 1905. L'exploitation a repris en 1905 et a eu un certain développement en 1907 et 1908. Les travaux ont ensuite été progressivement ralentis et se sont terminés au début de l'année 1913 [22].

Des travaux de recherches commencent en 1844 [31]. Les recherches ont été exécutées sur les affleurements qui se trouvent au sud du hameau de Forges, sous forme de sondages de 20 à 30 m de profondeur, permettant ainsi la reconnaissance de deux couches de houille. À la suite de ces recherches, une demande en concession est effectuée.

Entre les recherches de 1844 et 1857, le puits Lacarelle (P001, localisé) est foncé. Il a alors 37 m de profondeur et recoupe les deux couches de houille en deux points :

- au niveau de 20 m : galerie de recoupement de 2 m de longueur vers l'est (recoupe du mur de la couche inférieure) puis galerie en direction prolongée sur environ 55 m au sud et 17 m au nord ;
- au niveau de 34 m : creusement en travers-bancs puis, dans la couche, d'une galerie d'allongement poussée à 30 m au nord et 211 m au sud. À 50 m au sud-ouest du puits et à partir de la galerie d'allongement, un travers-banc long d'environ 32 m a traversé une couche supérieure mince, schisteuse et inexploitable.

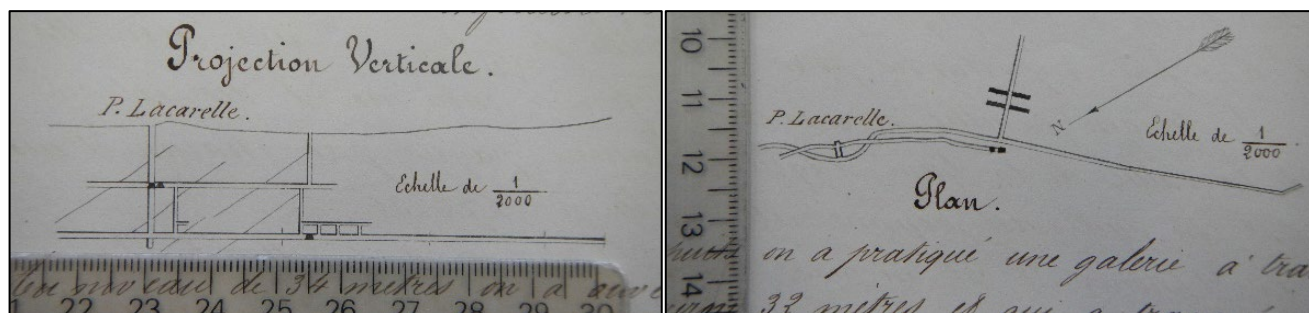


Figure 15 – Coupe et plan des travaux réalisés en 1857, Archives Départementales de Saône-et-Loire, Carton S1170, photos 5411 et 5412

La même année, un puits, nommé « Puits Neuf » (puis Puits de la Machine) (P002, localisé) est foncé à 141 m au sud-ouest du Puits Lacarelle (Figure 16). Le puits est boisé, de forme rectangulaire et mesure 100 m de profondeur. Quatre étages sont foncés à partir du puits de la Machine, aux niveaux 56, 70, 82 et 94 m de profondeur. Au niveau de 56 m, un travers-banc de quelques mètres est foncé avec pour but de rejoindre la couche inférieure, suivie en direction jusqu'à l'extrémité de l'ancien puits Lacarelle. Le puits Lacarelle a été remis en état et réuni par un bure à l'étage de 56 m. Une fois la liaison réalisée, le puits Lacarelle sert désormais à l'aérage et à la descente d'ouvriers [30][31].

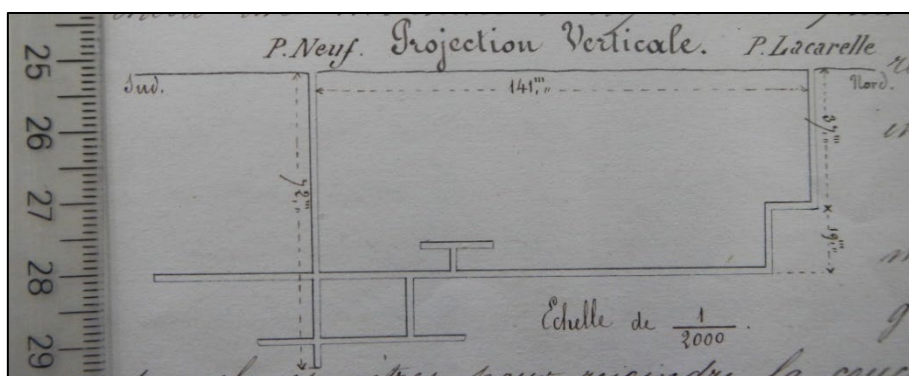


Figure 16 – Coupe par le puits Lacarelle et le puits Neuf, 1857, Archives Départementales de Saône-et-Loire, Carton S1170, photo 5413

En 1848, les travaux d'exploration n'ont pas fait suffisamment leurs preuves. La demande en concession est de nouveau rejetée (après un premier rejet en 1846).

D'autres puits sont également creusés. Ainsi, le rapport [32] indique les éléments suivants :

- « sur le chemin du hameau du Martrat à celui de Forges on rencontre auprès du ruisseau qui sépare les deux communes de Marcilly-les-Buxy et de Saint-Martin d'Auxy les déblais (schistes et grès houillers) d'un ancien puits foncé vers 1810 (P004 ou P005). » ;

« Monsieur Lacarelle a fait foncer à peu de distance un puits carré de 1m de côté auprès d'un affleurement. [...] il a rencontré à 12m une couche de 1,20m ; à 23m de profondeur on y a pratiqué une galerie de direction qui avance de 10m à l'ouest et de 30m à l'est ; au même niveau, une galerie à travers-bancs de 13 m de longueur a été infructueuse. ». L'emplacement de ce puits n'est pas connu.

La concession n'a fait l'objet que de travaux de recherches, il n'y a pas eu de véritable exploitation dans le secteur.

➤ Concession de Chalencey

La couche de minerai de fer tabulaire était exploitée par de nombreux puits [79]. Au fond de chacun de ces puits étaient réalisées des galeries rayonnantes « *jusqu'aux limites de l'exploitation du puits voisin* ». Ces galeries servaient ensuite « *au défilage du minerai en rabattant vers le puits. Tout le minerai était enlevé, les mineurs remblaient partiellement les travaux à l'aide du banc stérile présent dans la couche* » [79]. Le fonçage des puits durait six semaines et l'extraction, de douze à quinze mois [82]. Ces puits sont globalement organisés en champs d'exploitation (en lien avec les champs agricoles présents), près d'une dizaine de champs différents ont sans doute existé.

En 1837 et 1838, les champs d'exploitation de Foissons de Chalencey sont en activité, 13 puits d'extraction du minerai de fer sont ainsi recensés (Figure 17) [73][78] (P142 à P153 et P167, localisés).

En 1843, le champ d'exploitation de Foissons est abandonné et les travaux d'extraction sont réalisés au champ d'exploitation des Chaumottes [53]. Les travaux sont réalisés « à partir de petits puits par grandes tailles avec remblayage des vides » [53].

En 1844, les travaux se font sur le Champ des Tilles qui est exploité pendant l'été à partir de 14 puits [74] (P141, P154 à P166, localisés). Il existe un autre lieu d'extraction au Champ des Granges [54]. En 1844, les puits d'extraction sont toujours « disposés en quinconce, placés sur plusieurs lignes parallèles [58] et espacés les uns des autres de 10 m » [54]. « Des galeries sont poussées depuis chaque puits jusqu'à rencontrer les ouvrages dépendants des puits voisins. Le minerai est ensuite entièrement enlevé en se retirant en direction du puits, les mineurs remblaient les chantiers de défilages mais pas les galeries techniques qui sont laissées vides » [54]. Ces galeries techniques peuvent être « boisées et ou délimitées par des murs de soutènement en pierres constitués de stériles (méthode des hagues et bourrages également utilisée dans les carrières souterraines) » [57][58]. L'abattage du minerai se fait au pic et à la poudre si besoin. Les eaux sont élevées au jour dans des bennes [54].

La même année 1844, les concessionnaires réalisent depuis le versant du plateau une galerie d'écoulement (G48) pour drainer les eaux d'infiltration qui s'accumulent dans les travaux [54]. Cette galerie d'écoulement de 214 m de longueur sera achevée en 1845, elle aboutit au Puits du Tilles à 2 m en contrebas de la couche de minerai de fer [74][75]. Les parois de cette galerie qui traverse les calcaires marneux sont murillées sur toute leur longueur [55].

Remarque : En 1845, une seconde mine de fer (sans autorisation de l'administration) est également exploitée près de Couches à proximité du hameau de Cromez (actuellement Cromey commune de Saint-Sernin-du-Plain), concession future des mines de fer de Mazenay et de Change (concernée par une autre étude d'aléas). La méthode d'extraction du minerai est identique en tous points à celle utilisée dans la concession de Chalencey. La profondeur des puits ne dépasse pas 10 m [55]. La couche de minerai présente une puissance de 0,60 m à 0,95 m sans bancs stériles interposés [55]. Le minerai est situé entre le calcaire à gryphées arquées et le grès de l'Hettangien.

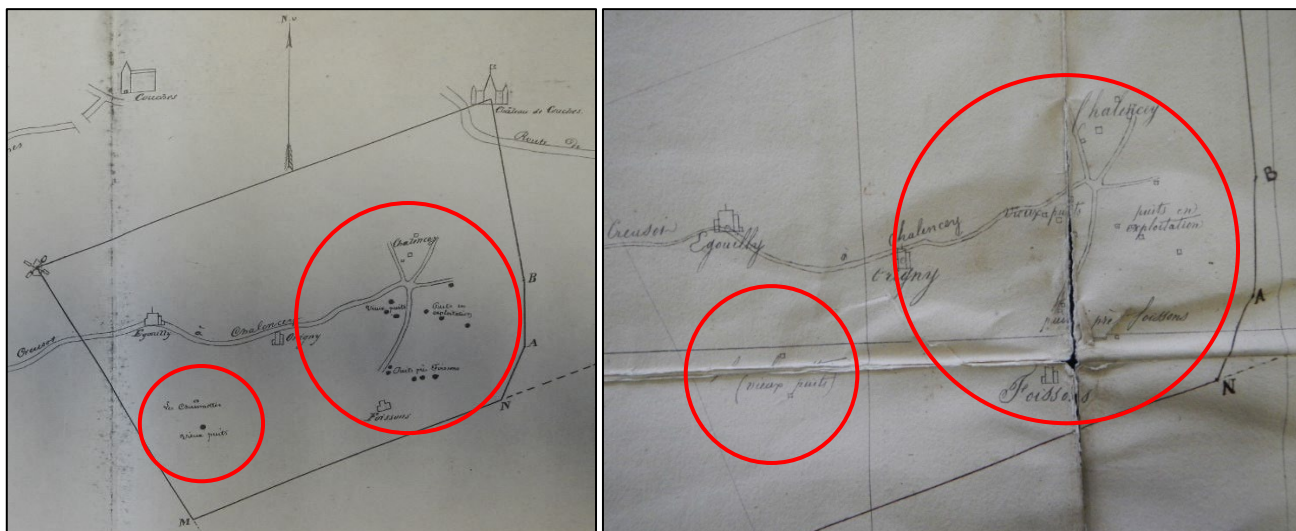


Figure 17 – Champ d'exploitation du minerai de fer en 1837 [78] et 1838 [73]

En 1847, année la plus active, trente-cinq puits d'exploitation sont en service dont dix en fonçage [79]. En 1847, les ouvrages miniers d'extraction du minerai de fer dont la profondeur moyenne est de 8 m, sont répartis en neuf champs d'exploitation [56] :

- Champ des Vieux Ouvrages (localisé près du hameau de Chalencey) : un puits est foncé sur de vieux ouvrages (dont le nombre n'est pas précisé) pour enlever le minerai abandonné autrefois ;
- Champ de Chalencey de Foissos (13 puits) ;
- Champ de la Croix (2 puits) ;
- Champ des Ormeaux (2 puits) ;
- Champ des Granges (9 Puits) ;
- Champ de la Perrière (1 puits) ;
- Champ des Tilles (14 Puits) ;
- Champ du Crey (4 Puits) ;
- Champ des Chaumottes (35 Puits dont 12 en fonçage).

En 1848 ; tous ces puits sont espacés les uns des autres de 30 m et chacun d'eux permet d'exploiter 900 m² de terrain [56]. Certains puits font 12 m de profondeur et ces derniers sont généralement cuvelés par des boisages pour tenir les terrains de la colonne de l'ouvrage [57].

En 1849, six puits boisés servent à l'extraction du minerai de fer [59], un pilier de minerai oublié dans les anciens travaux est défilé cette année-là et quatre nouveaux puits sont en cours de fonçage [59].

En 1850, seuls six puits sont en exploitation [60]. Quatre sont situés dans le champ d'exploitation des Champs Dessus, un au Champ des Tilles et un près du hameau de Chalencey [60].

En 1851, les travaux de la mine de Chalencey sont de peu d'activité [61].

En 1852, cinq nouveaux puits sont creusés dans la concession, ils ont entre 13 m et 14 m de profondeur et 1,80 m par 2 m de section [62]. Quatre de ces puits sont réalisés dans des terrains vierges de toute exploitation et le cinquième est creusé sur la galerie d'écoulement [62].

En 1853, les chantiers d'exploitation du fond sont menés sur 3 m de largeur, des murs construits avec les déblais stériles calcaires réduisent cette largeur à 1,40 m, dimension nécessaire au passage des wagonnets [63].

En 1854, seize puits d'extraction sont en activité, ces derniers sont comblés après leur abandon, les travaux sont remblayés presque en totalité avec les stériles, mais « *des affaissements du sol surviennent souvent* » [64].

En 1855, à la base des puits d'extraction de 15 m de profondeur sont réalisées quatre galeries pour atteindre les champs d'exploitation voisins. Les parois de ces galeries sont ensuite muraillées puis le minerai est totalement enlevé en abattant les piliers tout en revenant vers le puits et en remblayant les vides [65][66]. Les galeries de roulage sont équipées de rails de bois [66].

En 1856, la mine de Chalencey est momentanément abandonnée [67]. En 1857 seuls quatre puits sont en exploitation [68].

En 1858, la galerie d'écoulement qui draine les eaux d'exhaure des champs d'exploitation de la mine de Chalencey est prolongée jusqu'à 250 m de longueur [69]. À cette date, seuls sept puits d'extraction sont en activité [69]. En 1859, la galerie d'écoulement de la mine de Chalencey est toujours en cours de prolongement et seuls trois puits sont en activité [70].

À la fin de l'année 1859, la mine de Chalencey est abandonnée par suite d'une mauvaise qualité du minerai de fer et des conditions difficiles de transports jusqu'aux hauts fourneaux du Creusot. Les hauts fourneaux du Creusot préfèrent utiliser désormais les minerais plus riches et de coûts de transport plus faibles des mines de Mazenay et de Change [71].

4.3.2 Exploitation

➤ Concession de Saint-Bérain, de La Dheune et de Vellerot

Les méthodes d'exploitation mises en œuvre peuvent être distinguées selon 3 périodes :

- a) les premiers travaux effectués au XVIII^{ème} siècle ;
- b) la grande période d'exploitation de 1838 à 1904 ;
- c) les travaux en période de crise (Première et Seconde Guerre mondiale).

Les travaux de la période a) se résument à quelques recherches et grattages [28].

Les travaux de la période b) sont le plus souvent décrits comme des « dépilages ». Les couches de charbon étaient exploitées en profondeur au moyen de puits et de descenderies. La méthode d'exploitation n'est pas précisément décrite dans les archives ; le gisement était vraisemblablement découpé en panneaux entre des cheminées et des galeries de niveau, puis le minerai de houille était enlevé en totalité entre le mur et le toit de la couche (tailles généralement courtes prises en une fois en chassant dans les couches minces ou en plusieurs fois en tranches montantes dans les couches épaisses). Des archives mentionnent également le terme de dépilages par « *choques montantes et descendantes* » [28]. Le traitement de l'arrière-taille n'est pas homogène, tantôt non remblayée tantôt remblayée. Les anciens laissaient des piliers dans les couches les plus épaisses.

À noter que pour le secteur des Carrières (siège Vieille Verrerie), la couche de houille entre le puits des carrières et les affleurements a été exploitée par piliers abandonnés de 1866 au début du XX^{ème} siècle [28].

Ces travaux de la période b) se sont arrêtés à une certaine distance des affleurements pour éviter les venues d'eau trop importantes [28]. A priori, ils n'ont pas dépassé 400 m de profondeur (travers-banc inférieur au Puits Notre Dame) [40].

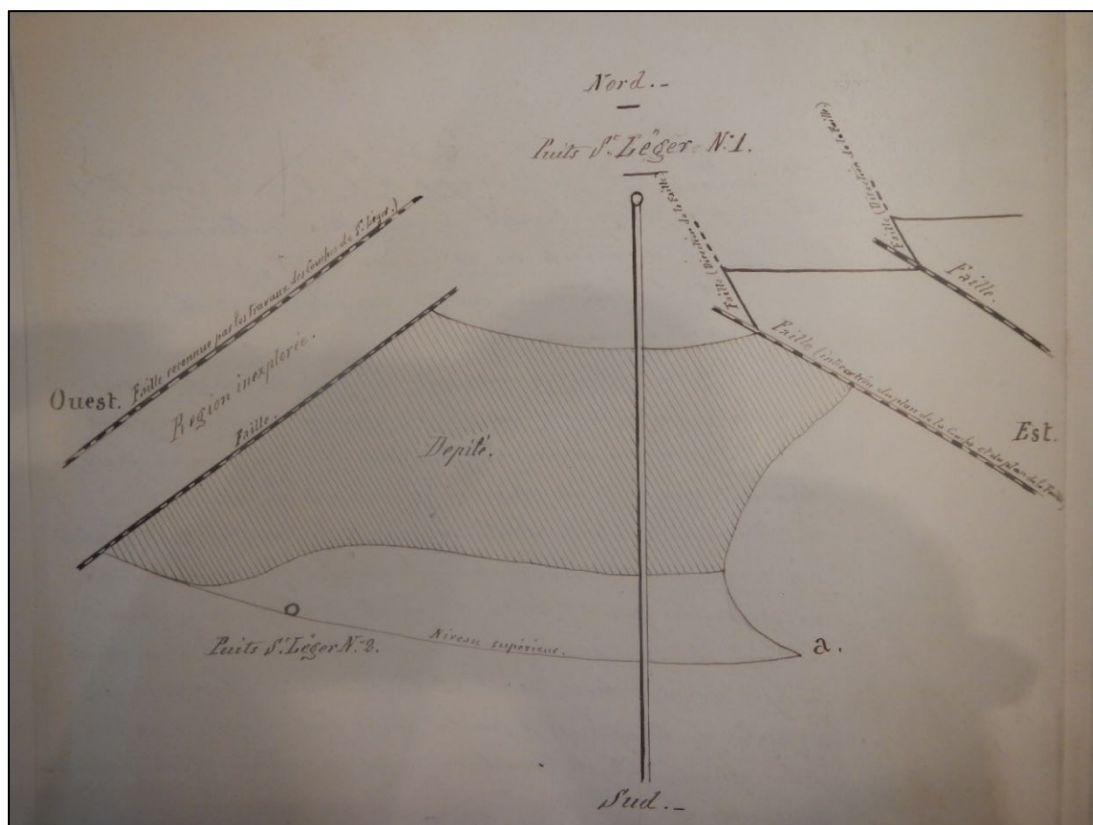


Figure 18 – Exemple de plan montrant une zone dépilée au secteur Saint-Léger

Les travaux de la période c) sont situés le plus souvent dans les affleurements jusqu'à la limite des vieux travaux et localement dans les couches inexploitées [28]. Ils sont qualifiés de « sans envergure » [29]. Ils ont consisté en la reprise d'anciens ouvrages puis localement quelques dépilages localisés (anciens stots abandonnés par les prédécesseurs). Dans la concession de la Dheune et sur les affleurements du Bois Perrot, les travaux se sont poursuivis par descenderies, du jour jusqu'au niveau des eaux, soit à moins de 20 m du jour et ce jusqu'à épuisement des ressources [29].

Dans les années 1945 [25], « tous les faisceaux (Bois des Clos, Saint-Léger, Couches Intermédiaires, Bois Perrot, Carrières, Gagère) ont fait l'objet de travaux et on peut affirmer que 75 % ayant été dépilés, il n'y a pratiquement aucune couche vierge. Depuis 1941, les cinq derniers faisceaux ont fait l'objet de multiples recherches peu profondes (de 10 à 30 m) dans les affleurements ».

Remarque : Des détails d'exploitation ont été retrouvés par secteurs ou faisceaux exploités, ils sont synthétisés dans le Tableau 6.

Concession/secteur	Détails d'exploitation	Prof min/max	Puissance
Faisceau des couches du Bois des Clos/du Puits des Clos	Les couches retrouvées sont disloquées, laminées, peu exploitables. Le gisement n'est pas exploré en totalité, « <i>ces zones ont été délaissées à cause des serrements et zones tectonisées rencontrées aux bordures est et ouest de chaque quartier</i> » [28].	Toit de la formation : 145 m de profondeur	
Faisceau des couches de Saint-Léger	Traçages et dépilages	Exploitation à partir de l'étage 160 (cote 144) jusqu'à proximité des affleurements, soit environ 200 m de profondeur maximum	1 m à 3 m
Faisceau des Couches Intermédiaires	Le faisceau est constitué de deux couches distantes de 20 m et exploitées par dépilages.	Exploitation des affleurements jusqu'à l'étage 160 (cote 144), soit environ 200 m de profondeur maximum	0,80 m à 2,50 m
Faisceau du Bois Perrot ou de la Charbonnière	Le faisceau est constitué de quatre couches : • Couche du Toit inexploitable ; • Grande couche : dépilages puis gradins à ciel ouvert ; • Couche Intermédiaire : abandonnée après tentative d'exploitation (mauvaise qualité du charbon) ; • Couche du Mur (ou Espagnols) et Couche de la Molette : dépilage	Profondeur min : affleurements. Grande couche : exploitée à partir des affleurements jusqu'à 250 m par les puits Saint-Léger (P074 et P056). Les travaux n'excèdent pas 500 m en direction. Dans la région sud, l'exploitation n'est pas descendue sous le niveau 105 à cause des feux et venues d'eau, 250 m de profondeur.	3,70 à 10 m en quatre couches
Faisceau du Parc ou Faisceau des Carrières	Le faisceau est constitué par 2 couches : • Couche Supérieure : pas d'exploitation sauf dans la région Sud (dépilage partiel par le puits du Parc) ; • Grande Couche/Couche Inférieure : dépilage par piliers abandonnés sur plus de 450 m en direction et 100 m de relevée à partir des affleurements et par les puits des Carrières (P046), Saint-Louis (P029), La Vigne (P030) et partiellement par le puits du Parc (P020). Les vieux travaux ont également été repris par les travaux plus récents.	Grande Couche/Couche Inférieure : Exploitation à partir des affleurements, jusqu'à 100 m de profondeur. Puits Notre-Dame (P082) : 350 m de profondeur	
Faisceau de la Gagère	Le faisceau comprend deux couches et n'a été exploité que dans la zone de la Gagère : • exploitation par le travers-banc du Canal, amont-pendage exploité ; • le document [26] confirme le dépilage partiel du secteur Gagère (travaux de 1942 retombent sur de vieux travaux partiellement dépilés).	Environ 30 m de profondeur maximum pour les travaux les plus récents. Pour les travaux les plus anciens, la profondeur maximale semble excéder les 40 m.	Grande couche : 2 m Petite couche : 1,20 m

Tableau 6 – Caractéristiques locales des exploitations souterraines sur Saint-Bérain [8][28][26]

➤ Concession des Fauches

Les travaux d'exploitation se sont étendus sur une surface d'une trentaine d'hectares. La Couche Supérieure, d'une puissance de 4 à 5 m et d'un pendage proche de la verticale, a été exploitée par tranches descendantes remblayées, classées dans les méthodes d'exploitation totale.

Les principales infrastructures minières souterraines sont :

- au Puits Sainte-Marie (P107) : travers-bancs aux étages 125 (32 m de longueur), 145 (30 m de longueur, dirigé vers le sud-est), 175 (130 m de longueur, orienté vers le Nord-Ouest). Les plans indiquent également des recettes aux étages 21, 43 et 230 ;
- au Puits du Breuil (P106) : travers-bancs aux étages 42, 72, 82, 107 et 142 ;
- au Puits du Manège (P105) : travers-bancs aux étages 26 et 43.

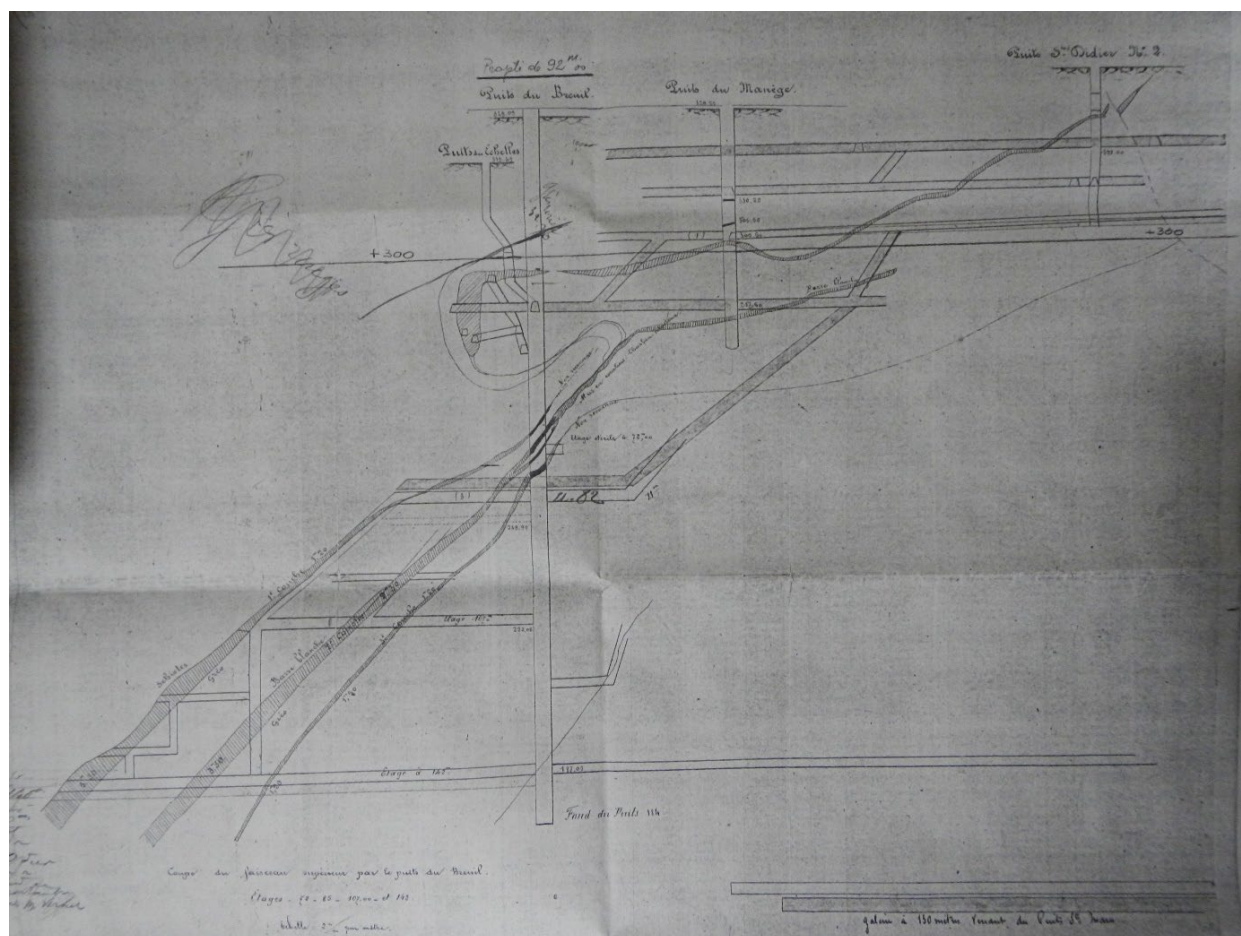


Figure 19 – Coupe illustrant le pendage des veines exploitées et la méthode d'exploitation

➤ Concession de Forges

Ce sont principalement des travaux de recherches qui ont été menés sur cette concession, par galeries et recoupes. Plusieurs puits et des galeries à l'avancement ont été réalisés dans les différentes couches. Toutefois, ces couches se sont avérées discontinues et de qualité moyenne à mauvaise et aucune réelle exploitation n'a été entreprise.

➤ Concession de Chalencey

La méthode d'exploitation du minerai de fer de la concession de Chalancey est réalisée en fonçant de nombreux puits, peu profonds (10-15 m), disposés en quinconce avec un espacement de 10 à 25 - 30 m entre chaque ouvrage [79] ou 900 m² maximum de zone exploitée par puits. Au fond de chacun de ces puits, les mineurs réalisaient des galeries rayonnantes jusqu'aux limites du champ d'exploitation voisin. À partir de ces galeries, des dépilages du minerai étaient réalisés en rabattant l'exploitation vers le puits. Toute la couche de minerai était enlevée et les mineurs remblayaient partiellement les travaux à l'aide du banc stérile présent dans la couche [79]. Les caractéristiques techniques des travaux sont précisées dans le Tableau 7.

Des exploitations en découverte sont signalées par les archives, probablement en première exploitation aux affleurements, aucune caractéristique de ces ouvrages n'a été retrouvée.

Concession/secteur	Méthode d'exploitation	Prof min/max (m)	Ouverture (m)	Puissance (m)	Dimensions des chambres (m)
Secteur de Chalancey	Puits isolés et galeries rayonnantes (10 à 30 m autour des puits). Dépilages en rabattant vers les puits : remblayage partiel des chantiers mais galeries techniques laissées vides.	8-15	3 x 1,80	1,30	3 x 3
	Travaux à ciel ouvert (aux affleurements)	Inconnu	Inconnu	-	-

Tableau 7 – Caractéristiques des exploitations de fer de Chalancey

4.3.3 Traitement

Aucune information sur le traitement du minerai n'a été répertoriée.

4.3.4 Production

➤ Concession de Saint-Bérain (et de La Dheune et Vellerot)

Les tonnages extraits sur ces concessions ne sont connus que durant 2 périodes :

- de 1813 à 1841 : 116 000 tonnes ;
- de 1914 à 1929 : 330 000 tonnes (principalement à La Dheune).

➤ Concession des Fauches

La concession ne connaît une production effective que durant 2 périodes :

- de 1856 à 1868, exploitation par la Compagnie des Mines des Fauches ;
- de 1893 à 1903, exploitation par Messieurs Vernet, Vouillon et leur société.

La production totale de la concession des Fauches est de 54 661 tonnes.

➤ Concession de Forges

Le tonnage extrait de 1905 à 1913 n'a pas atteint au total 6 500 tonnes. « *Nous n'avons pu trouver aucun renseignement sur le tonnage extrait entre 1801 et 1877 ; il est vraisemblablement peu important.* », d'après un rapport de 1926 [22].

Le rapport de 1959 [37], ajoute « *il ne semble pas que le tonnage total extrait de la concession ait dépassé 20 000 tonnes.* ».

➤ *Concession de Chalencey*

Pendant les dix premières années d'exploitation, l'extraction annuelle de minerai de fer variait entre 15 000 et 30 000 tonnes de minerai de fer. En 1847, année la plus active (*35 puits d'exploitation dont 10 en fonçage*), 31 219 tonnes de minerai sont extraites [79].

Du début à la fin de la concession pas moins de 335 000 tonnes de minerai de fer seront extraites de tous les champs d'exploitation de la concession [79]. Une autre source précise que ce tonnage a atteint près de 700 000 entre 1837 et 1859 [80].

4.4 Etat actuel du site

4.4.1 Ouvrages débouchant au jour

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges*

Durant toute la période d'exploitation des concessions Saint-Bérain, Dheune et Vellerot, des galeries, travers-bancs et descenderies ont été creusés à l'affleurement et des puits profonds ont été creusés pour reconnaître puis exploiter le gisement jusqu'à 400 m de profondeur. Au total, deux cent soixante-deux ouvrages débouchant au jour (ODJ) et douze sondages ont été répertoriés sur l'ensemble des secteurs étudiés des concessions de Fauches, Forges, Saint-Bérain, La Dheune et Vellerot (Tableau 8). Parmi les soixante-six ouvrages dont les dimensions sont connues, la profondeur des puits varie de 6 à 400 m et leur nombre de recettes est de 1 à 6.

Il est à noter qu'un puits a été matérialisé sur la concession des Fauches lors de la visite de terrain. Après analyse des archives à disposition, l'origine minière de l'ouvrage n'est pas retenue.

Secteur	Matérialisés sur le terrain	Localisés (non retrouvés sur le terrain mais dans les archives)	Non localisés (non retrouvés sur le terrain ni sur les plans)	Total
Saint-Bérain, La Dheune, Vellerot	8 galeries 4 descenderies 6 puits	41 galeries 61 descenderies 113 puits 5 sondages	1 descenderie 4 puits	49 galeries 66 descenderies 123 puits 5 sondages
Fauches	1 descenderie	1 descenderie 15 puits 7 sondages	1 puits	2 descenderies 16 puits 7 sondages
Forges	-	1 descenderie 6 puits	-	1 descenderie 6 puits
Total	8 galeries 5 descenderies 6 puits	41 galeries 63 descenderies 134 puits 12 sondages	1 descenderie 5 puits	49 galeries 69 descenderies 145 puits 12 sondages

Tableau 8 – Répartition des ouvrages par secteur/concession

Concession/secteur	Localisés	Non localisés	Total
Concession de Chalencey, Champ des Vieux Ouvrages (Foissons ?) (près du hameau de Chalencey) 1837-1843 puis 1847-1850	13 puits	3 puits	1 puits (1848) et d'anciens ouvrages dont le nombre n'est pas précisé (14 puits avérés en 1837 et 1838) 1 puits (1850)
Concession de Chalencey, Champ de la Croix 1847-1848	-	2 puits	2 puits (1848)
Concession de Chalencey, Champ des Ormeaux 1847-1848	-	2 puits	2 puits (1848)
Concession de Chalencey, Champ des Granges 1844-1848	-	9 puits	9 puits (1848)
Concession de Chalencey, Champ de la Perrière 1847-1848	-	1 puits	1 puits (1848)
Concession de Chalencey, Champ des Tilles 1844-1850	1 entrée de galerie	29 puits	1 galerie d'écoulement et 13 puits (1844) 15 puits (1848) 1 puits (1850)
Concession de Chalencey, Champ du Crey 1847-1848	1 puits	3 puits	4 puits (1848)
Concession de Chalencey, Champ des Chaumottes 1843-1848	13 puits	22 puits	35 puits dont 12 en fonçage (1848)
Concession de Chalencey, Champ Dessus 1850	-	4 puits	4 puits (1850)
Tous Secteur confondus 1849	-	10 puits	10 puits
1852	-	5 puits	5 puits
1854	-	16 puits	16 puits
1857	-	4 puits	4 puits
1858	-	7 puits	7 puits
1859	-	3 puits	3 puits
TOTAL	27 puits 1 entrée de galerie	120 puits	147 puits avérés et d'anciens ouvrages dont le nombre n'est pas précisé 1 entrée (galerie d'écoulement)

Tableau 9 – Répartition des ouvrages par secteur (Champ) dans la concession de Chalencey

➤ *Concession de Chalencey*

Au total, cent-quarante-huit ouvrages débouchant au jour (ODJ) ont été répertoriés sur l'ensemble de la concession étudiée. Il s'agit de l'entrée d'une galerie d'écoulement et de cent-quarante-sept puits mentionnés dans les archives. Aucun de ces ouvrages n'a été matérialisé lors de la phase de terrain, terrains agricoles vraisemblablement remaniés depuis 1857, seuls vingt-huit ouvrages ont pu être retrouvés sur les plans d'archives. Cent-vingt puits sont non localisés.

La répartition des ouvrages sur les différents champs d'exploitation est détaillée dans le Tableau 9.

Les diamètres des puits sont compris entre 1,80 m et 2 m. Leur profondeur est de l'ordre de 8 m minimum à 15 m maximum. Ils sont pour la plupart creusés au rocher avec un cuvelage en bois au moment de leur exploitation (« les boisages étaient récupérés à l'abandon des ouvrages avant de les remblayer »). Pour chaque puits le nombre de niveau de recettes est connu : un seul, en lien avec l'unique couche de minerai exploité.

4.4.2 Travaux de mise en sécurité

➤ Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges

Parmi les cent-quarante-cinq puits répertoriés, trente-deux ont été traités : vingt-quatre sont indiqués remblayés, un foudroyé, quatre dallés et trois sont dallés et remblayés. Par exemple, « la tête du puits du Breuil a été obturée en 2003 au moyen d'une dalle en béton armée [45], recouverte par 2 m de terre végétale environ (remodelage effectué en 2007). Son remblayage est mentionné et serait antérieur à ces travaux ». En outre, la tête des puits du Manège (P105), du Breuil (P106) et de Sainte-Marie (P107) ont été traités de manière pérenne, le détail des travaux ainsi que les notes de calculs ont été retrouvés dans les archives. En plus de ces puits traités, quatre sont mentionnés comme étant effondrés.

Sur les douze sondages, les sept réalisés sur la concession des Fauches sont indiqués comme étant détubés et remblayés. Ensuite, parmi les soixante-huit descenderies, les têtes de dix-huit d'entre elles sont indiquées remblayées et six sont éboulées dont trois avec le corps effondré. Enfin, sur les quarante-huit galeries, les têtes de sept d'entre elles sont indiquées éboulées dont une avec le corps effondré et une tête est murée.

Pour la suite, les puits des concessions de charbons sont considérés comme remblayés à l'exception des quatre puits dallés (Puits du Parc P019, de la Charbonnière P023, Saint-Léger n°1 P074 et Notre-Dame P082) où seule l'existence du scellement de la tête est mentionnée. Ces choix sont renforcés par deux constats :

- les puits Sainte-Barbe (P042) et des Carrières (P043) (Annexe 4, Photographies 1 et 2) ont été matérialisés lors de la visite de terrain avec une hauteur de vide de 4 et 7 m, respectivement. Leur profondeur étant de 18 et 87 m, respectivement, ces puits ont dû être remblayés et ont partiellement débouffé par la suite. Leur remblayage n'était pourtant pas indiqué dans les archives ;
- le puits Saint-Léger n°2 (P056) (Annexe 4, Photographie 4), profond de 156 m, est indiqué comme étant dallé dans les archives. Or, suite à la visite de terrain, l'ouvrage a été retrouvé sans dalle et une hauteur de vide d'une centaine de mètres.

➤ Concession de Chalencey

En 1837, les puits abandonnés ne sont pas « tous remblayés jusqu'au jour pendant les premières années de l'exploitation et les plans des travaux du fond ne sont pas à jour » [53]. Cependant au fil du temps, les puits seront « totalement remblayés après utilisation après avoir au préalable retiré le boisage de cuvelage de la colonne » [59]. Au cours de l'exploitation minière, les puits abandonnés ont donc probablement été remblayés. Aucune information en lien avec des travaux de mise en sécurité des ouvrages entrepris spécifiquement à l'abandon des travaux (en fin de concession) n'a été retrouvée.

4.4.3 Les désordres

➤ Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges

Les cinquante désordres mentionnés et/ou retrouvés sont de type « effondrement localisé ». Ils consistent en des fontis, en des dépressions ou en des zones chahutées (Annexe 4, Photographies 5 et 16 à 25). Leur diamètre est

en général de 2 à 5 m et peut parfois atteindre 9 m. Leur profondeur moyenne est de 1 à 2 m mais ceux ayant affecté des puits peuvent atteindre 5 à 7 m.

Un seul désordre, D39, est relaté dans les archives. Il s'agit de l'éboulement du puits du Parc, à la suite du noyage de la mine en décembre 1836 [12]. Ce désordre a été retrouvé lors des investigations de terrain, il présente un diamètre d'environ 2 m et 5 m de profondeur.

Cinquante désordres ont été observés sur le terrain, dont vingt-cinq à l'aplomb de galeries, deux à l'aplomb des descenderies et deux sur des puits. Seize désordres sont situés à l'aplomb ou en bordure de zones de travaux souterrains. Deux désordres (D48 et D49) ont également été observés à l'extérieur de la concession des Fauches. Deux désordres ont affecté des puits :

- le désordre D39 est un fontis attenant au puits du Parc (P019) (Annexe 4, Photographie 5) ;
- le puits des Carrières (P043) est actuellement remblayé entre 7 m et 96 m de profondeur. Ce puits possède trois recettes et malgré l'absence de détail sur son mode de remblaiement, il est peu probable que son comblement se soit arrêté à 7 m de la surface. Il est plus probable que les remblais aient coulé dans l'une des recettes du puits. Ce désordre (D50) a donc été défini en effondrement sur puits.

Enfin, il est à rappeler que les désordres D03, D04 et D35 ont justifié la création d'une zone potentiellement affectée par des travaux miniers, en l'absence de plan permettant d'expliquer leur survenue.

➤ Concession de Chalencey

En 1844, il est noté que « *le sol s'affaisse parfois en quelques points de la surface, mais il ne cesse pas d'être cultivable pour autant* » [54]. Ces désordres anciens ne sont pas localisés.

Lors de la phase terrain, aucun désordre n'a été observé ni matérialisé. Lors d'un entretien avec un agriculteur, principal propriétaire des terrains du secteur, celui-ci nous a indiqué que « *chaque année, au moment du labour, des « écrasés » se forment dans ses champs. Ils peuvent atteindre la taille d'une voiture* ». Cependant le propriétaire ne peut pas actuellement les localiser avec précision dans ses parcelles puisque ces désordres sont, pour lui, insignifiants.

4.4.4 Les dépôts

➤ Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges

Peu d'informations relatives aux dépôts miniers ont été retrouvées lors de la consultation des archives.

Les investigations de terrain ont permis d'identifier vingt dépôts miniers sur l'ensemble des secteurs étudiés (Tableau 10 et Annexe 4, Photographies 6 à 10). Le type de mise en place du dépôt apparaît comme un critère de distinction pour ces ouvrages. Aussi, deux configurations ont été retenues :

- configuration 1 : les dépôts sous forme de plateformes. Ils ont été identifiés dans l'axe des galeries d'exploitation principales ou à proximité d'un puits. Ces dépôts reposent sur un sol proche de l'horizontale ;
- configuration 2 : les dépôts sous forme de vers de stérile d'extraction. La plupart de ces vers est déposée dans la pente même si quelques-uns sont situés en fond de vallon dans l'axe de galeries de base. Les vers sont pratiquement toujours recouverts par la végétation. En général, elles épousent la topographie naturelle et leur épaisseur est donc relativement faible (quelques mètres).

➤ Concession de Chalencey

La concession ne comporte aucun dépôt minier, les stériles servaient probablement exclusivement à remblayer les travaux souterrains [79].

4.4.5 Les travaux de surface

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges*

Quatre secteurs de travaux à ciel ouvert sont décrits dans les archives mais seule une découverte, située au siège Saint-François a été retrouvée sur le terrain. Son front est de 10 m de hauteur mais ses pentes sont inférieures à 30° et stabilisées par la végétation. Un indice de travaux a été retrouvé, consistant en une poutrelle métallique.

Deux tranchées d'accès à des galeries ont aussi été retrouvées lors des investigations de terrain. Elles présentent des pentes faibles et végétalisées. Les deux tranchées retrouvées sont talutées mais elles ne semblent pas avoir été remblayées. La découverte ne semble pas avoir été remblayée non plus. En raison de leur faible ampleur, les trois autres zones de travaux à ciel ouvert ont aussi été considérées comme peu ou non remblayées.

➤ *Concession de Chalencey*

Aucune zone de travaux à ciel ouvert n'a été directement observée ni mentionnée dans les archives.

Id	Titre / secteur	Configuration	Commentaires	Source
Dep01	Dheune/Terril Puits Saint-Louis-Puits de La Vigne	1	Plateforme végétalisée de 2 m de hauteur. Pente 20°, constituée de stériles de creusement à granulométrie fine. Deux galeries sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep02	Vellerot/Terril Puits du Parc	1	Dépôt végétalisé de 1 à 4 m de hauteur. Pente 40-45°, constitué de stériles de creusement à granulométrie fine. Puits du Parc sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep03	Vellerot/Terril Puits de La Charbonnière	1	Dépôt végétalisé de 4 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement à granulométrie fine.	Investigations de terrain de 2020
Dep04	Dheune/Terril Descenderie 216	1	Dépôt végétalisé de 3 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement. Galerie sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep05	Dheune/Terril Descenderie des Espagnols (Siège Saint-Jean)	1	Dépôt végétalisé de 3 m de hauteur. Pente 20°, constitué de stériles de creusement. Galerie sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep06	Dheune/Terril Galerie 217	1	Dépôt végétalisé de 2 m de hauteur. Pente 20°, constitué de stériles de creusement. Galerie sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep07	Dheune/Terril Puits Clément	1	Dépôt végétalisé de 3 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep08	Dheune/Verse Nouveau Petit Puits Saint-Charles	2	Dépôt végétalisé de 20 m de hauteur. Pente 40-45°, constitué de stériles de creusement à granulométrie fine.	Investigations de terrain de 2020
Dep09	Dheune/Verse Puits Saint-Léger 2	2	Dépôt végétalisé de 30 m de hauteur. Pente 40-45°, constitué de stériles de creusement. Puits Saint-Léger 2 (P056) sous dépôt	Investigations de terrain de 2020
Dep10	Dheune/Terril Descenderie N°3	1	Dépôt végétalisé de 2 m de hauteur. Pente 20°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep11	Dheune/Terril Puits Jumeaux	1	Dépôt végétalisé de 2 m de hauteur avec une pente de 30°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep12	Dheune/Terril Puits Jumeaux 2	1	Dépôt végétalisé de 2 m de hauteur et 10 m de diamètre. Pente 30°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep13	Dheune/Terril Carrière	1	Dépôt végétalisé de 5 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement. Ouvrages sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep14	Dheune/Terril Puits de La Mouille	1	Plateforme végétalisée de 2 m de hauteur. Pente 20°, constitué de stériles de creusement. Puits de La Mouille (P041) sous dépôt.	Investigations de terrain de 2021
Dep15	Dheune/Terril Descenderie de La Mouille	1	Plateforme végétalisée constituée de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2021
Dep16	Dheune/Terril N°2 Puits Saint-Joseph	1	Dépôt végétalisé constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep17	Dheune/Terril N°2 Puits Saint-Léger 1	1	Dépôt végétalisé de 3 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep18	Dheune/Terril N°1 Puits Saint-Léger 1	1	Dépôt végétalisé de 2 m de hauteur. Pente 20°, constitué de stériles de creusement. Puits Saint-Léger 1 (P074) sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020
Dep19	Dheune/Verse Galerie	2	Dépôt végétalisé de 3 m de hauteur. Pente 30°, constitué de stériles de creusement.	Investigations de terrain de 2020
Dep20	Dheune/Verse Puits des Carrières	2	Plateforme végétalisée de 3 m de hauteur. Pente 40°, constituée de stériles de creusement. Puits des Carrières (P043) sous dépôt.	Investigations de terrain de 2020

Tableau 10 – récapitulatif des dépôts relevés par concessions

4.4.6 Vestiges d'installations de surface

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges*

Vingt-et-une installations de surface ont été recensées dans les archives dont deux ont été retrouvées sur le terrain : le chemin de la mine et le carreau du puits des carrières, tous deux situés sur la concession de Saint-Bérain-sur-Dheune. Huit installations ont été démantelées et il ne demeure plus que des ruines ou des indices des autres anciennes installations (de type bâtiments).

➤ *Concession de Chalencey*

Dans le cas de la concession de Chalencey, aucune installation de surface liée à l'exploitation du fer n'est visible.

4.4.7 Gaz de mine et feux souterrains

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot*

Le rapport de renonciation de la concession de Vellerot, [8], indique que l'exploitation au Faisceau de la Charbonnière a été abandonnée « *à cause des feux et d'abondantes venues d'eau* ».

Le rapport de 1978 sur la concession de Saint-Bérain [28], explique que les travaux au puits des Clos sont abandonnés 15 ans après le fonçage du puits « *à cause des feux* ».

Un document datant de 1943 autorise les mineurs à utiliser des lampes à flammes non protégées dans les travaux souterrains de l'exploitation de Saint-Bérain-Sur-Dheune [23]. Ce même document précise que « *les chantiers que vous exploitez actuellement n'ont pas, jusqu'ici donné lieu en général à des dégagements de grisou [...] je considère que les chantiers que vous exploitez ne sont pas susceptibles de donner lieu à des feux spontanés* ». En 1951, il est précisé que « *la présence de grisou n'a jamais été décelée* » dans le siège Saint-Antoine.

➤ *Concession des Fauches*

Le gisement est considéré comme non grisouteux. La partie non envoyée des travaux miniers souterrains est d'un volume très faible [34].

➤ *Concession de Forges*

Aucune information n'a été retrouvée.

➤ *Concession de Chalencey*

Les archives consultées ne mentionnent aucune donnée relative aux thématiques gaz de mine et/ou feux souterrains dans les travaux du site minier étudié. Le minerai de fer n'est pas sujet à ce type de phénomène.

4.4.8 Eléments relatifs à l'environnement

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot*

Il est à noter que le charbon exploité est parfois décrit comme pyriteux.

➤ *Concession des Fauches*

Un bureau d'études a réalisé des mesures et analyses d'eau d'émersion minière ainsi que dans les ruisseaux environnants de la concession des Fauches [36]. La conclusion de ce rapport est que l'impact des eaux minières est négligeable, quantitativement comme qualitativement.

➤ *Concession de Forges*

Aucune information n'a été retrouvée.

➤ *Concession de Chalencey*

Aucune donnée relative à d'éventuels impacts sur l'environnement n'a été recensée, ni dans les archives consultées ni sur le terrain.

4.5 Cartographie informative et système d'information géographique

4.5.1 Système d'information géographique

Les éléments reportés sur la carte informative sont disponibles sous la forme d'un Système d'Information Géographique (SIG) sous le logiciel QGIS (version 3.22), au système de coordonnées Lambert 93, composé des couches cartographiques suivantes :

- la BD ORTHO® de l'IGN ;
- le SCAN 25® de l'IGN ;
- les limites des communes ;
- l'emprise des travaux miniers souterrains localisés sur plan ;
- l'emprise des anciennes exploitations à ciel ouvert ;
- les ouvrages débouchant en surface (entrées de galeries, descenderies et puits) en précisant s'ils sont matérialisés ou localisés ;
- les dépôts ;
- les désordres ;
- les exhaures ;
- l'emprise des zones potentiellement affectées par des travaux miniers.

La nomenclature des objets cartographiques utilisée est :

- Pn pour les puits débouchant au jour ;
 - Gn pour les galeries débouchant au jour ;
 - Din pour les descenderies ;
 - Dn pour les désordres ;
 - Sn pour les sondages ;
 - MOn pour les travaux à ciel ouvert ;
 - Depn pour les zones de dépôt ;
- (n étant un numéro « compteur » arbitrairement choisi).

4.5.2 Géoréférencement des plans des travaux miniers

➤ *Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges*

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, etc.) ont été utilisés comme points de calage dans le but de réduire autant que possible l'incertitude de calage de chaque plan de travaux. Trente-huit plans ont été utilisés et géoréférencés (Annexe 5, Tableau 23). Les galeries principales et les travaux ont été digitalisés sur la base de ces plans. Des enveloppes de travaux, intégrant l'incertitude de localisation autour des galeries digitalisées, ont ensuite été représentées.

➤ *Concession de Chalencey*

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, etc.) ont été utilisés comme points de calage dans le but de réduire au minimum l'incertitude de calage de chaque plan de travaux. Trois plans ont ainsi été géoréférencés (Tableau 24). Les galeries principales ont été digitalisées sur la base de ces plans. Des enveloppes de travaux, intégrant l'incertitude de localisation autour des galeries digitalisées (10 m d'incertitude pour les trois plans, Tableau 24), ont ensuite été représentées. De plus, une zone de travaux avérée d'un rayon de 25 m a été ajoutée autour des puits en raison de la méthode d'exploitation de type galeries rayonnantes autour des puits (de 10 à 30 m d'extension [78] ou 900 m² maximum de zone exploitée par puits. Compte tenu du caractère « approximatif » du tracé de ces enveloppes, il est admis qu'elles tiennent compte des incertitudes de localisation des travaux (la marge correspondante est intégrée au tracé de l'enveloppe proposée).

4.5.3 Incertitudes de localisation

4.5.3.1 Incertitudes sur les ouvrages débouchant au jour et désordres

Les puits, les descenderies, les sondages et les galeries débouchant au jour sont numérotés « Pn », « Din », « Sn » et « Gn » (n étant un numéro « compteur » arbitrairement choisi), respectivement. Pour chaque ouvrage positionné, une incertitude de localisation a pu être évaluée. Cette incertitude de positionnement atteint jusqu'à 50 m pour les ouvrages positionnés à l'aide d'anciens plans miniers et est de 1 à 3 m pour les ouvrages levés au dGPS. Quant à l'incertitude globale, elle est donc comprise entre 2 et 50 m en fonction de la source (celle du levé plus celle du fond BD-ORTHO®).

Les désordres sont numérotés « Dn ». La position des désordres matérialisés (observés directement lors de visites en 2020) a été levée au dGPS. Celle des autres désordres est issue de celle des plans de travaux dont ils sont issus. Dans le premier cas, l'incertitude de localisation est de 1 à 3 m et elle est de 3 m pour le seul désordre mentionné dans les archives. Quant à l'incertitude globale, elle est donc comprise entre 2 et 4 m (celle du levé plus celle du fond BD-ORTHO®).

4.5.3.2 Zones potentiellement affectées par des travaux miniers

➤ Concession de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges

Outre les zones de travaux « bien » répertoriées sur plans d'archives et calées par rapport aux orifices débouchant au jour, des zones potentiellement affectées par les travaux miniers peuvent exister. Il est nécessaire néanmoins de disposer d'un minimum d'indices pour tracer leurs emprises. Trois zones potentiellement affectées par des travaux miniers souterrains ont été définies :

- sur la concession de Saint-Bérain, le désordre D35, allongé et à proximité des travaux, a justifié le tracé d'une zone potentiellement affectée par des travaux miniers reprenant l'allongement du désordre tout en ajoutant forfaitairement une incertitude de localisation de 10 m à ce désordre. Le désordre D35 refléterait les travaux anciens du quartier des Carrières et de la Vieille Molière, qui, dès 1779 étaient effectués par de très nombreux puits, des affleurements à une trentaine de mètres de profondeur ;
- sur la concession de Saint-Bérain, les désordres D03 et D04 ont justifié la création d'une zone potentiellement affectée par des travaux miniers souterrains, sur un secteur déjà inclus dans l'emprise de travaux avérés (puisque cette dernière intègre une incertitude de 50 m dans ce secteur). Toutefois, les travaux connus sur plan dans ce secteur sont à plus de 50 m de profondeur. Une zone potentiellement affectée par des travaux souterrains peu profonds (T19) a donc été créée pour représenter ces travaux ayant pu générer les deux désordres. Cette enveloppe a été tracée en ajoutant forfaitairement une incertitude de localisation de 10 m aux emprises des deux désordres D03 et D04 ;
- sur la concession des Forges, la Figure 16 indique l'existence de travaux souterrains reliant le puits Neuf (P002) au puits Lacarelle (P001), bien qu'il ne soit pas possible de cartographier précisément ces travaux.

Une zone potentielle de travaux a été tracée entre les deux puits à partir de la droite reliant les deux puits et en considérant une emprise de 30 m autour de cette droite, 30 m étant l'incertitude minimale des plans recalés pour la concession des Forges.

➤ *Concession de Chalencey*

Outre les zones de travaux « bien » répertoriées sur plans d'archives et calées par rapport aux orifices débouchant au jour, une zone potentiellement affectée par les travaux miniers d'environ 70 ha a été cartographiée. Les contours de cette zone sont issus du plan 3 (Tableau 24), datant de 1914, et correspondent au contour des parties grisées de ce plan. Ce plan indique de manière approximative l'étendue des travaux sur la concession. En effet, alors que cent-quarante-sept ouvrages débouchant au jour (ODJ) ont été répertoriés à partir des archives, seulement vingt-huit ont pu être retrouvés sur les plans. En l'absence de précision sur la localisation des cent-dix-neuf autres puits, il a été décidé de se baser sur ce plan pour définir une zone de travaux potentiellement affectée par des travaux miniers (pouvant englober la centaine de puits non représentés). Compte tenu du caractère « approximatif » du tracé de cette enveloppe, il est admis qu'elle tient compte des incertitudes de localisation des travaux (la marge correspondante est intégrée au tracé de l'enveloppe proposée).

4.5.3.3 Incertitudes sur l'emprise des dépôts et des mines à ciel ouvert

Les dépôts miniers sont numérotés « Depn » (n étant un numéro « compteur » arbitrairement choisi). Ils apparaissent sur la carte informative sous forme d'emprise, représentant leurs contours. L'emprise a été dessinée à partir de levés dGPS effectués sur le terrain et/ou des emprises issues de plan de mine. Le positionnement dGPS reste approximatif (il ne s'agit pas d'un levé précis au mètre près des contours), une incertitude de localisation de 1 à 3 m est attribuée, elle est intégrée au tracé des dépôts proposé en carte informative. Pour être homogène, les rares dépôts repérés sur plan ont été tracés avec une incertitude de localisation du plan. Quant à l'incertitude globale, elle est donc comprise entre 2 et 4 m (celle du levé plus celle du fond BD-ORTHO®).

Les mines à ciel ouvert sont numérotées « MOn ». Les principes cartographiques de ces zones de travaux à ciel ouvert levées sur le terrain sont identiques à ceux des zones de dépôts, pour les zones de travaux à ciel ouvert levées sur le terrain et à celles des zones de travaux souterrains, pour les zones de travaux à ciel ouvert digitalisées sur plan de mine.

4.5.3.4 Incertitudes de localisation des travaux miniers

L'incertitude finale (ou globale) sur la localisation des travaux miniers résulte de la prise en compte des incertitudes décrites dans la partie 2.2.

L'incertitude des plans est précisée dans les Tableau 23 et Tableau 24 en Annexe 5.

5 PHASE D'EVALUATION DES ALEAS

5.1 Identification des aléas retenus et écartés

Les informations rassemblées lors de la phase informative permettent d'identifier les différents aléas qui seront à retenir pour la deuxième phase de l'étude (analyse détaillée des aléas). D'après les connaissances et le retour d'expérience acquis sur des bassins similaires, les scénarios accidentels ont été examinés pour en déterminer les intensités potentielles, les prédispositions de survenance et évaluer ainsi les niveaux d'aléas qui leur incombent. Les aléas retenus sont par la suite évalués selon les guides méthodologiques en vigueur ([1], [2], [3]).

5.1.1 Aléas écartés

Compte tenu des configurations de l'exploitation, certains phénomènes ont pu être écartés et sont détaillés ci-après.

5.1.1.1 *L'aléa effondrement généralisé*

Un effondrement généralisé correspond à la rupture brutale de tout ou partie d'une exploitation souterraine, menée par méthode partielle (présence de piliers ou de massifs de maintien de l'édifice souterrain qui peuvent se dégrader avec le temps) et affectant ainsi la stabilité des terrains sur des surfaces importantes. Il se traduit par l'apparition soudaine en surface d'un effondrement de grande dimension aux bords fracturés, subverticaux, délimitant des « marches d'escalier ».

Pour ce faire, les conditions suivantes sont généralement requises :

- l'existence d'exploitation partielle au taux de défrètement élevé, de volumes de vides importants et la présence de configurations d'exploitation sensibles (piliers sous-dimensionnés, présentant un fort élancement ou exploitation multi-niveaux avec mauvaise superposition des piliers) ;
- un schéma d'exploitation homogène et uniforme ;
- un recouvrement présentant un (ou des) horizon(s) « raide(s) » capable(s) de reprendre tout ou partie du poids des terrains de surface en le reportant sur les bords fermes, ce qui soulage (temporairement) les piliers et autorise indirectement une exploitation excessive et un sous-dimensionnement des piliers.

Dans le cas des travaux souterrains de la présente étude, aucune exploitation étendue et régulière n'a été réalisée. Les trois hypothétiques secteurs qui auraient pu être exploités par chambres et piliers ne présentent pas d'homogénéité dimensionnelle et sont situés à faible profondeur. De plus, la dizaine de fontis survenus sur le secteur d'étude atteste qu'aucun banc résistant n'est présent dans le recouvrement. L'aléa effondrement généralisé pour l'ensemble des sites étudiés est exclu.

5.1.1.2 *L'aléa affaissement*

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par la rupture de quartiers miniers souterrains. Ce type de manifestation concerne essentiellement les exploitations menées à grande profondeur et sur des extensions horizontales importantes. Les désordres en surface, généralement lents et progressifs, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante importante. Ce phénomène est limité dans le temps (quelques années) lorsqu'il est volontairement provoqué par une méthode d'exploitation totale. En revanche, les désordres peuvent se produire plusieurs années ou décennies après la fermeture des mines lorsque l'exploitation est partielle.

Dans le cas présent, les exploitations souterraines présentent les caractéristiques suivantes :

- elles sont terminées depuis au moins 70 ans ;
- elles sont situées entre 0 et 350 m de profondeur ;
- elles sont organisées en quartiers hétérogènes et peu étendus (faible ratio largeur/profondeur) ;
- elles ont été menées principalement par :
 - (fer) puits et galeries rayonnantes à moins de 20 m de profondeur ;
 - (fer et houille) traçages de galeries isolées ;
 - (houille) dépilages de faisceaux remblayés ou foudroyés ;
 - (houille) galeries et piliers abandonnés.

La technique d'exploitation partielle (chambres et piliers abandonnés) est mentionnée pour deux secteurs très ponctuels, sans géométrie connue et aujourd'hui non localisés (Siège de Puits Saint-Léger et siège de Verrerie). Il est noté à plusieurs reprises que ces piliers auraient été ensuite « repris par d'autres travaux ». Un plan pourrait, par ailleurs, faire penser à une exploitation par chambres et piliers dans le secteur de Saint-Louis. Toutefois, il s'agit de travaux très peu profonds (moins de 20 m). De plus, les piliers ne sont plus forcément en place (et ont potentiellement été repris). Dans ce contexte, si des piliers venaient à subsister (ce qui n'est déjà pas évident étant donné l'ancienneté des travaux) leur rupture éventuelle se manifesterait certainement plus sous forme d'effondrements localisés que d'affaissements. Le phénomène d'affaissement peut être exclu de l'ensemble du secteur.

5.1.1.3 L'aléa mouvements de pente – écoulement

Les instabilités de pente constituent le type de désordre le plus couramment observé sur les ouvrages de dépôts ou versants, édifiés ou creusés avec ou dans des matériaux meubles, faiblement cohérents ou rocheux. Ces mouvements de pentes relèvent de la mobilisation de masses rocheuses plus ou moins volumineuses qui se détachent des parois et se propagent au pied du front. Ces instabilités regroupent deux types de phénomènes distincts selon la nature géotechnique des édifices concernés, à savoir « l'éboulement » (ou « écoulement ») pour les matériaux rocheux en place et « le(s) glissement(s) » pour les matériaux « meubles ». Les mouvements de pente de type glissement ou coulée sont des phénomènes d'instabilité généralement observés sur le flanc des dépôts miniers.

Dans le secteur d'étude, six zones de travaux à ciel ouvert ont été recensées. Les « fronts » de la seule découverte observée (siège Saint-François) ne sont pas marqués et ils sont stabilisés par la végétation. La mobilisation de masses rocheuses, plus ou moins volumineuses, qui se détacheraient des parois et se propageraient au pied du front, n'est donc pas possible. Concernant les dépôts, l'ensemble des vingt répertoriés sont également stabilisés par la végétation. Le phénomène écoulement rocheux n'a donc pas été retenu.

5.1.1.4 L'aléa tassement lié aux travaux souterrains

Le tassement correspond à la remobilisation ou la compaction de terrains de surface meubles (dépôts, versés) ou fracturés au droit de l'exploitation minière souterraine (zones remblayées peu profondes et/ou par suite d'un phénomène de fontis autofoisonné). Ces phénomènes de faible ampleur peuvent être favorisés par des perturbations externes de ces terrains (solicitations statiques ou dynamiques dues notamment à l'activité humaine ou à des variations hydriques).

Toutefois, à l'échelle des travaux étudiés, les phénomènes de tassement pourraient concerner les anciennes entrées plus ou moins effondrées et/ou comblées et proches de la surface. Ces phénomènes apparaissent difficiles à détailler vis-à-vis de l'aléa prédominant d'effondrement localisé. En effet, ces aléas concernent les mêmes secteurs miniers et s'expliquent par des mécanismes initiateurs très proches. Des phénomènes de tassements seront donc possibles au droit des « mêmes » zones de galeries et de travaux miniers que ceux concernés par les effondrements localisés. Les conséquences

en surface s'apparenteront très certainement à des mouvements verticaux de faible ampleur évidemment « englobés » par les effondrements localisés également possibles sur ces zones. Ainsi, il a été convenu de ne pas détailler l'étude des tassements sur les travaux miniers souterrains et les ouvrages remblayés (l'analyse et la cartographie des effondrements localisés étant suffisantes majorant les éventuels tassements). Dans ces conditions, l'aléa tassement sur travaux souterrains peut être écarté de la suite de l'analyse.

5.1.1.5 L'aléa inondation

Les éléments décrits au paragraphe relatif à l'hydrogéologie permettent de conclure à la stabilité des eaux suite à l'ennoyage partiel (travaux de faible extension, en zone peu pentue, arrêtés anciennement et stabilisés). Par ailleurs, aucun accident antérieur n'a été répertorié. L'aléa inondation est donc écarté.

5.1.1.6 L'aléa échauffement

Pour la concession de Chalencey, de par la nature du minerai et l'absence de dépôt, l'aléa échauffement n'est pas retenu.

Pour les concessions de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges, l'absence de terril important, leur végétalisation et les observations réalisées (aucun indice de mise à feu ancienne) conduisent à ne pas considérer l'aléa échauffement (mise en combustion des matériaux constitutifs des dépôts).

Il est à noter que, selon les documents consultés, plusieurs feux souterrains se sont produits au sein de la concession de Saint-Bérain-sur-Dheune au cours de l'exploitation (avant 1943). Aucune problématique « feux » n'a été recensée depuis l'arrêt des travaux. Dans ce contexte, l'aléa échauffement n'est pas retenu sur les dépôts, les affleurements et les travaux souterrains.

5.1.2 Phénomènes non évalués

5.1.2.1 Pollution des eaux et sols

L'exploitation d'un gisement minier peut faire redouter la présence éventuelle d'éléments indésirables tels des métaux dans les eaux et les sols à proximité immédiate des ouvrages miniers ou des dépôts observés et/ou recensés.

L'impact environnemental lié aux anciennes exploitations minières n'est pas considéré dans les études d'aléas. Il est désormais pris en compte par l'intermédiaire des Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) dans le cadre de la loi ALUR (Loi n°2014-366 du 24 mars 2014).

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'inventaire des déchets issus de l'industrie extractive réalisé sur l'ensemble du territoire métropolitain en application de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE (inventaire dit « DDIE »), le secteur a fait l'objet de deux approches complémentaires en fonction des substances considérées. Cette approche concernait principalement l'impact potentiel des dépôts miniers.

Pour ce qui concerne **la concession de fer de Chalencey**, le secteur a été jugé comme non prioritaire et écarté en phase amont de la démarche compte tenu de l'absence de dépôt et de la faible concentration en fer du minerai [4].

Pour **les concessions houillères de Saint-Bérain, de La Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges**, compte tenu de la nature du minerai exploité (charbon), un inventaire national des dépôts charbonniers a été mené en 2014 [6].

Les dépôts liés aux exploitations houillères n'ont pas été jugés prioritaires au regard des dépôts associés à l'exploitation des substances polymétalliques.

La Directive-Cadre Européenne (2000/60/CE) définit une stratégie de lutte contre la pollution des eaux et prévoit l'adoption de mesures de contrôle de la pollution. Elle comprend notamment la fixation de normes de qualité environnementales (NQE), présentées dans la directive n° 2008/105/CE du 16/12/08. Afin de compléter la démarche « DDIE » par la prise en compte globale de ces émergences minières, il est nécessaire d'intégrer tous les sites miniers présentant des émissions de ce type à une hiérarchisation nationale globale par bassin versant, dont la démarche est amorcée en 2023.

Dans l'attente et compte tenu de la présence potentielle de substances prioritaires (arsenic par exemple) ou de polluants spécifiques de l'état écologique, des analyses physico-chimiques sont préconisées en cas d'usage des eaux d'émergences minières pour les sites n'ayant fait l'objet à ce jour d'aucune analyse de ce type.

5.1.2.2 Emission de rayonnements ionisants

L'aléa lié aux émissions de rayonnements ionisants n'a pas été évalué mais est à garder en mémoire, en particulier compte tenu de la présence de formations issues de l'altération du socle. Il est à noter que cet aléa n'est pas spécifiquement minier compte tenu des substances exploitées (pas d'exploitation de minerai d'uranium). L'évaluation de l'aléa émission de rayonnements ionisants n'entre, par ailleurs, pas dans le cadre des missions de GEODERIS.

5.1.3 Les aléas retenus

Les phénomènes potentiels retenus sont l'effondrement localisé sur travaux et ouvrages, le tassement lié aux dépôts et aux travaux de surface mis en évidence, le glissement superficiel aux niveaux des dépôts avec une hauteur importante et le gaz de mine.

5.1.3.1 L'effondrement localisé

L'effondrement localisé se traduit en surface par l'ouverture d'un cratère généralement circulaire. Ils peuvent se produire à l'aplomb de trois types de travaux miniers :

Les puits

L'effondrement localisé est généré par le débouillage ou coulissage des remblais au sein de la colonne du puits et/ou la rupture de la tête de puits. La combinaison des deux phénomènes est à envisager sur l'ensemble des puits miniers des exploitations étudiées (houille et fer) en l'absence de données détaillées des modes de traitement de ces ouvrages et en raison de l'existence du désordre D39 survenu sur un puits (P019). Dans ces conditions, les effondrements localisés sur puits ne peuvent pas être écartés et seront analysés plus avant.

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

Pour la concession de Chalencey, les travaux miniers pour le fer consistaient à des puits de faibles profondeurs (15 m maximum) au fond desquels se situaient des chambres modestes (3 m x 3 m) remblayées mais connectées par des galeries techniques non remblayées. Des désordres de type « effondrement localisé » ou « flashes », bien que mineurs, surviennent dans ce secteur d'après des témoignages. L'aléa effondrement localisé est donc retenu pour analyse.

Sur les concessions de Saint-Bérain, La Dheune, Vellerot, les Fauches et les Forges, des travaux ont été réalisés pour exploiter la houille depuis la surface jusqu'à environ 350 mètres de profondeur. Plusieurs configurations de travaux existent :

- les galeries isolées (de recherche ou de traçage) ;
- les zones exploitées ayant laissé des vides résiduels : par dépilages non remblayés (tailles chassantes, tranches horizontales, exploitations pentées) ou chambres et piliers abandonnés ;
- les zones exploitées supposées ne laisser aucun vide notable (exception de certaines galeries d'infrastructure) : tailles chassantes remblayées, tranches horizontales remblayées ;
- les vieux travaux, dont les méthodes d'exploitation ne sont pas connues.

Pour les secteurs de galeries, la présence de vides à faible profondeur ne pouvant pas être exclue, une chute de toit et une montée de voûte sont possibles. L'aléa effondrement localisé est donc retenu pour analyse. Par ailleurs, vingt-cinq désordres de ce type ont été retrouvés sur site.

Pour les secteurs d'exploitation, le remblayage n'est connu que pour les travaux suivants : les travaux du puits Durure, le siège de Molière / Sainte-Thérèse et le siège de Saint-François. Les secteurs qui ne sont pas indiqués comme étant remblayés seront donc considérés comme pouvant contenir des vides résiduels francs. Lorsqu'ils sont situés à faible profondeur, leur fermeture accidentelle peut générer des phénomènes d'effondrement localisé classique (fontis par remontées de voute) ou d'effondrement de pilier-couronne (par rupture en cisaillement du toit des chambres d'exploitation). Au moins douze désordres sont survenus à l'aplomb de ce type de chantiers.

5.1.3.2 Le tassement

Le phénomène de tassement se manifeste en surface par des mouvements différentiels d'amplitudes verticales d'ordre centimétrique à décimétrique. Les tassements sont des phénomènes d'extension généralement limités. Comparés aux effondrements localisés, ils présentent, en général, moins de danger aux biens et aucun aux personnes.

Les dépôts

Le tassement correspond ici à la remobilisation ou la recompaction de terrains constitués par des stériles d'exploitation. Ces phénomènes, de faible ampleur, peuvent être favorisés par des perturbations externes, sollicitations statiques ou dynamiques, dues notamment à l'activité humaine (passage de véhicules, construction, etc.). Généralement, ces tassements sont observés en parties sommitales et planes des dépôts et concernent des matériaux « simplement déversés » sans information précise sur le mode de versement. Vingt dépôts de cette nature sont recensés ici. L'aléa tassement a donc été retenu pour les dépôts.

Les travaux de surface

Les découvertes, les tranchées et la mine à ciel ouvert ont soit été remblayées partiellement soit été laissées ouvertes. La non-garantie de la compaction mécanique des matériaux de remblaiement peut entraîner à terme un phénomène de tassement. L'aléa tassement a donc été retenu pour les travaux de surface.

5.1.3.3 L'aléa mouvements de pente – glissement

Les instabilités de pente constituent le type de désordre le plus couramment observé sur les ouvrages de dépôts ou versants, édifiés ou creusés avec ou dans des matériaux meubles, faiblement cohérents ou rocheux. Ces mouvements de pentes relèvent de la mobilisation de masses rocheuses plus ou moins volumineuses qui se détachent des parois et se propagent au pied du front. Ces instabilités regroupent deux types de phénomènes distincts selon la nature géotechnique des édifices concernés, à savoir

« l'éboulement » (ou « écroulement ») pour les matériaux rocheux en place et « le(s) glissement(s) » pour les matériaux « meubles ». Les mouvements de pente de type glissement ou coulée sont des phénomènes d'instabilité généralement observés sur le flanc des dépôts miniers.

Les glissements superficiels sont des phénomènes généralement lents et mettant en jeu des volumes de matériaux restreints (quelques dizaines de mètres cubes). Ils prennent principalement la forme de glissements pelliculaires ou de rigoles de ravinement, parfois profondes, avec, pour conséquence, l'épandage de matériaux en pied. Si les éboulis ne sont pas remaniés, la configuration redevient stable et l'instabilité cesse. Si ce type de phénomène induit fréquemment des nuisances paysagères, il est relativement rare que des risques pour les personnes et les biens en résultent directement, tant en pied qu'en crête de talus.

Concernant notre zone d'étude, tous les travaux à ciel ouvert encore observés sont creusés en terrains indurés et donc peu sujets aux glissements. Par ailleurs, vingt dépôts ont été recensés sur le secteur d'étude. Ces dépôts sont de tailles modestes et ils présentent des flancs végétalisés et des pentes faibles, à l'exception des dépôts Dep08 et Dep09. Le phénomène glissement a donc été retenu pour analyse.

5.1.3.4 Gaz de mine

D'après les données et les témoignages collectés dans les archives sur les gaz de mines, l'ensemble des exploitations de l'étude n'était pas considéré comme grisouteux. Les volumes de réservoir potentiel sont très faibles si l'on considère l'exploitation pour fer (chantiers isolés répartis autour des puits) ainsi que pour la concession des Fauches (zones potentiellement émettrices très restreintes (quelques centaines de mètres cubes)) et des Forges (uniquement travaux de recherches).

Les travaux des concessions de Saint-Bérain et dans une moindre mesure de Vellerot sont susceptibles de présenter des vides significatifs, et l'atmosphère des travaux miniers est susceptible de contenir des mélanges modifiés par rapport à l'air ambiant (faible teneur en oxygène et excès de dioxyde de carbone). Ainsi, même si la situation hydrogéologique est stabilisée, nous ne pouvons pas complètement exclure à l'aplomb des secteurs exploités dénoyés d'ampleur significative un aléa émission de gaz de mine.

Rappelons que les travaux d'ampleur négligeable et non pris en compte dans l'évaluation d'un aléa émission de gaz de mine sont susceptibles, comme toute cavité souterraine non ventilée, 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 [5] 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.

5.2 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

5.2.1 Description et origine du phénomène

Un effondrement localisé correspond à une rupture des terrains qui ne concerne qu'une zone d'extension limitée à quelques mètres en surface. L'apparition des effondrements localisés en surface est brutale et n'est généralement pas accompagnée d'indices précurseurs visibles.

Le phénomène d'effondrement localisé peut être causé par l'instabilité locale d'une cavité souterraine. Cette instabilité peut se propager au travers des couches situées au-dessus et créer de cette manière un cratère en surface (phénomène de fontis). Les matériaux impliqués sont donc déplacés et

déstructurés de manière importante. Les effondrements localisés peuvent être ainsi classés en fonction des excavations à l'origine de leur apparition (galerie, intersection de galerie, chantiers, puits, pilier couronne, etc.) susceptibles de montrer des stabilités contrastées suivant leurs caractéristiques. Selon les mécanismes initiateurs, il est distingué, dans le cas présent :

- l'effondrement localisé relatif aux galeries isolées ou panneaux exploités (par éboulement de toit ou d'une voûte de galerie ou rupture d'un pilier) (Figure 20) ;
- l'effondrement localisé consécutif au débouffrage d'un puits et/ou à la rupture de sa tête (Figure 20).

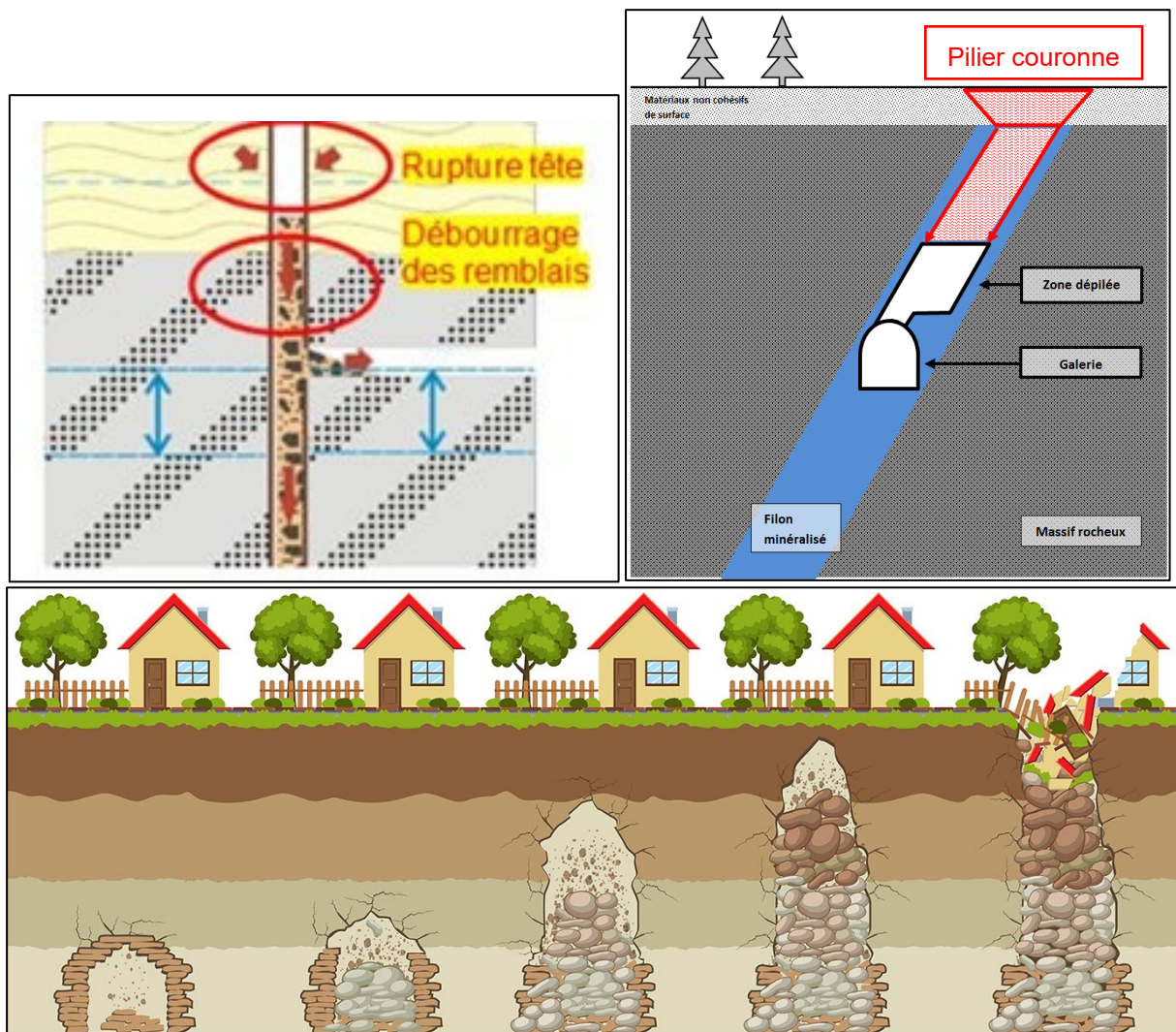


Figure 20 – Schéma d'apparition du phénomène d'effondrement localisé lié à un puits (en haut à gauche), lié à une rupture de pilier couronne (en haut à droite) et lié à une galerie (en bas)

Pour analyser la progression du phénomène, et surtout son apparition en surface, deux conditions doivent être analysées :

- la stabilité des cavités intermédiaires se créant lors de la remontée du phénomène ;
- la possibilité d'un autocomblement de la cavité du fait du foisonnement de la roche, augmentant ainsi le volume présent initialement en place.

En général, pour la majorité des massifs, l'altération et la fracturation augmentent lorsque l'on se rapproche de la surface. La stabilité d'une excavation de dimension équivalente augmente avec la profondeur. Toutefois, la présence de couches compétentes ou ayant des propriétés spécifiques peut stopper la propagation de l'effondrement.

Le foisonnement des matériaux géologiques est un phénomène connu. Il n'est cependant pas mesuré de manière systématique et il n'existe aucun standard reconnu pour sa détermination. Le phénomène d'autocomblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais il est admis que la probabilité d'apparition d'un fontis en surface diminue (à cavité de dimension égale) avec la profondeur de la cavité. Pour les galeries isolées de dimensions habituelles (de 6 à 12 m² de section), les retours d'expérience permettent d'affiner la limite d'apparition du fontis en surface, qui se situe autour de 50 m de profondeur pour la cavité initiale. En revanche, des cavités de plus grandes dimensions, comme des chantiers non remblayés par exemple, peuvent créer des fontis même si elles sont situées à plus grande profondeur.

S'il existe des approches d'évaluation basées sur l'évaluation naturaliste des coefficients de foisonnement, elles doivent également s'appuyer sur l'observation d'un nombre suffisant d'instabilités, survenues dans les mêmes conditions géomécaniques pour pouvoir être validées.

Outre le guide méthodologique des aléas miniers [2], l'évaluation de l'aléa « effondrement localisé » s'appuie également sur des guides techniques réalisés spécifiquement pour ce type de phénomène et sur la base des retours d'expérience.

L'effondrement localisé peut également être généré par le débouillage ou coulissage des remblais au sein de la colonne du puits et/ou rupture de la tête de puits.

5.2.2 Aléa effondrement localisé lié aux puits

Les effondrements localisés liés aux puits peuvent être associés à deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais au sein de la colonne d'un puits (ou cheminée) et/ou la rupture de la tête du puits.

Dans le premier mécanisme, le remblai mis au sein de la colonne peut évoluer par compaction naturelle, remaniement en présence d'eau ou encore comblement des vides résiduels de l'ouvrage. En fonction de la vitesse du mouvement, les termes de tassement ou de coulissage sont évoqués. Mais le mécanisme le plus brutal est le débouillage soudain du matériau qui migre dans les recettes ou infrastructures connectées au puits et non obturées. La rupture d'anciens planchers peut également conduire au débouillage brutal de remblais sus-jacents.

Dans le second mécanisme, le phénomène en cause est soit la rupture des terrains de surface en tête de l'ouvrage soit la rupture du revêtement ou de la structure de maintien ou de fermeture mise en place en partie sommitale en tête de l'ouvrage. Cela concerne les puits dont la partie sommitale n'est pas remblayée ou a subi un mouvement de matériau de remblai (débouillage).

5.2.2.1 Evaluation de la prédisposition

Les facteurs de prédisposition retenus pour le débouillage sont :

- le manque de contrôle lors du remblayage, qui ne permet pas de savoir si la colonne du puits est réellement comblée sur toute la hauteur ;
- la profondeur du puits, et par conséquent la capacité à la présence de vide dans la colonne, qu'il soit déjà présent ou consécutif à un débouillage ;
- le nombre de recettes, c'est-à-dire de galeries communiquant avec la colonne de puits et où, potentiellement, les remblais peuvent migrer. Un nombre élevé de recettes (quatre ou cinq), sans précision de traitement spécial (obturation) avant le remblayage est un facteur pénalisant ;
- le niveau piézométrique, qui est un facteur aggravant s'il n'est pas stabilisé. En effet, la remontée de l'eau dans la colonne de puits peut faciliter les écoulements de matériau dans les recettes et modifier l'organisation des remblais en déstabilisant des voûtes stables avant l'arrivée de l'eau.

Les facteurs de prédisposition retenus pour la rupture de tête de puits sont :

- la nature du revêtement. Un revêtement en bois sera plus sensible qu'un revêtement maçonné ;
- le traitement de la tête de puits. La pose d'un bouchon de béton autoportant constitue une solution pérenne pour éviter une rupture de tête contrairement à la pose d'une dalle en béton ;
- les éventuelles dépressions observées à l'emplacement des puits ;
- la nature des terrains.

La phase informative a permis de positionner cent-dix-neuf puits sur la zone de Saint-Bérain, quinze sur la concession des Fauches, six sur la concession de Forges et vingt-sept sur la zone de Chalencey. Parmi les quatre-vingt-treize ouvrages dont la profondeur est connue, celle-ci varie de 6 à au moins 400 m et le nombre de recettes est compris entre un et six. Trente-deux puits ont été traités : vingt-quatre sont indiqués remblayés, un foudroyé, quatre dallés, et trois sont dallés et remblayés. En plus de ces puits, quatre de ces puits sont indiqués effondrés. En outre, pour la majorité des puits du secteur étudié, la nature de leur revêtement n'est pas connue. Pour l'ensemble de ces puits (sans revêtement ou de revêtement inconnu), la prédisposition à la rupture de la tête de puits est définie comme équivalente à la prédisposition au vide [2]. Il est également supposé que le niveau d'eau dans les ouvrages est stabilisé.

Conformément au guide [2], les niveaux de prédisposition au vide suivants ont été retenus :

- six puits non remblayés ou supposés comme tels : les puits du Parc ancien (P019), de la Charbonnière (P023), Saint-Léger n°1 et 2 (P056 et P074) et de Notre-Dame (P082). Pour ces cinq puits, le niveau de prédisposition au vide **très sensible** a été retenu ;
- trois puits remblayés anciennement ou supposés remblayés avec une profondeur supérieure à 150 m et un nombre de recette inconnu ou supérieur à un : les puits des Clos (P079), de la Molière (P081) et des Lochères (P094). Pour ces trois puits, le niveau de prédisposition au vide **très sensible** a été retenu ;
- trois puits dont le traitement de la tête de puits a été réalisé de manière pérenne : les puits du Manège (P105), du Breuil (P106) et de Sainte-Marie (P107). Pour ces trois puits, le niveau de prédisposition au vide **nulle** a été retenu ;
- onze puits remblayés anciennement ou supposés remblayés avec une profondeur comprise entre 50 et 150 m et un nombre de recette inconnu ou supérieur à un : les puits de la Machine (P002), de la Vigne (P030), de Saint-Joseph (P040), des Carrières (P043), de Saint-Félix (P059), jumeaux (P072 et P073), de Saint-Charles (grand, P075), de la Citadelle (P090), du Nord (P091) et P003. Pour ces onze puits, le niveau de prédisposition au vide **sensible** a été retenu ;
- six puits remblayés anciennement ou supposés remblayés avec une profondeur inférieure à 50 m et un nombre de recette supérieur ou égal à deux : les puits de Lacarelle (P001), de l'étang (P017), Durure (P095), n°2 de la Gagère (P096), Mouly (P099) et de Saint-Didier n°2 (P102). Pour ces six puits, le niveau de prédisposition au vide **sensible** a été retenu ;
- quatre puits borgnes ou avec une seule recette, remblayés anciennement ou supposés remblayés avec une profondeur comprise entre 50 et 150 m : les puits du Parc nouveau (P020), des quatre bras (P021), de Saint-Louis (P029) et de la Gargouille (P111). Pour ces quatre puits, le niveau de prédisposition au vide **peu sensible** a été retenu ;
- pour tous les autres puits des concessions de charbon, localisés comme non localisés, le niveau de prédisposition au vide **peu sensible** a été retenu ;
- pour tous les puits de la concession de Chalencey, localisés comme non localisés, supposés remblayés et peu profonds (<20 m) avec une seule recette, la prédisposition au vide est considérée comme **peu sensible**.

5.2.2.2 Evaluation de l'intensité

L'intensité du phénomène d'effondrement localisé est définie à partir des dimensions du cratère susceptible d'apparaître au jour. Ce cratère est calculé à partir du diamètre initial du puits et de son évasement en surface, formé par éboulement des terrains superficiels. Elle est donnée par la formule suivante :

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

avec :

R_{puits} : rayon du puits

h_c : épaisseur de terrains non cohésifs

α : angle de talus naturel des terrains non cohésifs de surface retenu forfaitairement à 45°

Le guide méthodologique d'évaluation des aléas miniers [1] propose des indications de classe d'intensité :

- intensité limitée pour des diamètres < 5 m ;
- intensité modérée des diamètres compris entre 5 m et 10 m ;
- intensité élevée des diamètres > 10 m.

Les puits sont supposés remblayés intégralement, à l'exception des puits du Parc (P019), de la Charbonnière (P023), Saint-Léger n°1 et 2 (P056 et P074) et de Notre-Dame (P082). Le scénario privilégié pour l'évaluation de l'intensité d'un effondrement localisé lié à un puits est un débouillage de ce dernier avec migration des remblais dans une ou plusieurs recettes et une rupture de tête de puits. En supposant que les puits aient été entièrement remblayés, des débouillages sur 4 et 7 m ont été observés aux puits Sainte-Barbe (P042) et de la Carrière (P043). Par conséquent, de manière forfaitaire et sécuritaire, une hauteur de vide potentiel de 10 m est considérée pour les puits remblayés. En tenant compte de cette hauteur de vide potentiel, les calculs de rayon d'effondrement ont été réalisés pour les différents diamètres de puits existants sur la concession de Saint-Bérain (de 1 m à 4 m de diamètre). Il ressort que le diamètre des effondrements localisés sera compris entre 4 et 11 m. Dans le cas le plus défavorable où le diamètre du puits est compris entre 3,5 et 4 m, le diamètre d'effondrement est forfaitairement retenu à 10 m, au lieu d'un diamètre compris entre 10 et 11 m. Pour les puits dont le diamètre n'est pas connu, le diamètre d'effondrement est forfaitairement retenu à 10 m. Ainsi, l'intensité du phénomène pour les puits remblayés est soit **limitée** pour les puits dont le diamètre est compris entre 1 et 1,5 m, soit **modérée** pour les autres [1].

Pour les puits vides, non remblayés ou après un éventuel coulisage des remblais, le volume disponible sera trop important pour être comblé par le volume mobilisé. Le diamètre maximal de l'effondrement localisé correspondra à la stabilisation des terrains déconsolidés en surface, représentant environ 5 m d'épaisseur. La marge d'influence sera donc de : $r = 5 \times \tan 45^\circ = 5$ m. Les puits de la Charbonnière et Saint-Léger n°2 ont un diamètre de 4 m, le diamètre est de 3,5 m pour le puits Notre-Dame et il est inconnu pour les puits du Parc et Saint-Léger n°1. Aux 5 m liés aux terrains déconsolidés, il faut donc ajouter 2 m correspondant au rayon du puits (valeur retenue arbitrairement pour les puits du Parc et Saint-Léger n°1). L'intensité du phénomène sera donc **élevée**.

Critères	Diamètre maximal de l'effondrement localisé	Intensité
Puits remblayés	4 à 10 m	Limitée à Modérée
Puits non remblayés	14 m	Élevée

Tableau 11 – Définition du niveau de d'intensité des effondrements localisés sur puits

5.2.2.3 Evaluation du niveau de l'aléa

Par croisement de la prédisposition et de l'intensité, le niveau d'aléa effondrement localisé est résumé dans le Tableau 12 :

	Caractéristiques	Puits concernés	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
Houille	Puits non remblayés ou supposés comme tels	P019, P023, P056, P074 et P082	Très sensible	Elevée	Fort
	Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur > 150 m et un nombre de recette inconnu ou > 1	P079, P081 et P094	Très sensible	Modérée	Fort
	Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur comprise entre 50 et 150 m et un nombre de recette inconnu ou > 1	P002, P003, P030, P040, P043, P059, P072, P073, P075, P090 et P091	Sensible	Modérée	Moyen
	Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur < 50 m et un nombre de recette ≥ 2	P001, P017, P095, P096, P099 et P102	Sensible	Modérée	Moyen
	Le traitement de la tête de puits a été réalisé de manière pérenne	P105, P106 et P107	Nulle	Modérée	-
	-	Les puits restants, localisés comme non localisés	Peu sensible	Modérée	Faible
Fer	Puits avec une profondeur < 20 m et supposé remblayé	P142 à P168, puits non localisés	Peu sensible	Modérée	Faible

Tableau 12 – Niveaux d'aléa de type effondrement localisé sur puits

5.2.3 Aléa effondrement localisé lié aux zones de travaux souterrains ou aux galeries isolées

La présence de galeries d'accès en travers-bancs, de galeries de reconnaissance, de galeries d'infrastructure ou de galeries principales laissées ouvertes et, la plupart du temps, sans confortement peut provoquer, en cas d'éboulement, des phénomènes d'effondrement localisé ou fontis par remontées de voûte progressive depuis le toit des cavités souterraines vers la surface. Si l'espace disponible au sein de la galerie est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par « auto-comblement », la voûte peut alors atteindre la surface. L'apparition de ce type de désordre en surface dépend des caractéristiques des travaux et de la nature du recouvrement.

Au moins trente-six effondrements sont liés à ce type de mécanisme sur le secteur de Saint-Bérain, à l'aplomb d'anciennes galeries et de travaux situés à moins de 50 m de profondeur (Tableau 13).

Nombre de désordres	Ouvrage / travaux concernés		Profondeur
21	Galeries		< 30m
9	Travaux		
3 (D17, D18, D19)	Galeries	Quartier Saint-Léon (Grande couche ou Bois Perrot 3)	Entre 30 et 50 m
3 (D20, D21 et D42)	Travaux		

Tableau 13 – Répartition du nombre de désordres en fonction de la profondeur des ouvrages concernés

5.2.3.1 *Evaluation de la prédisposition*

Pour évaluer la prédisposition d'apparition du phénomène d'effondrement localisé lié aux zones de travaux souterrains ou aux galeries isolées, il convient de prendre en compte les facteurs suivants :

- les caractéristiques des galeries (dimensions, pendage notamment) ;
- la présence de vide à faible profondeur ;
- la nature des terrains encaissants et du recouvrement (nature, fracturation, etc.) ;
- les phénomènes déjà observés en surface.

Sur l'ensemble des sites miniers étudiés, ces vides correspondent à des galeries d'accès aux travaux, à des galeries d'exploitation et de recherche (souvent peu développées), et à des travaux non remblayés/foudroyés. En outre, le remblayage des travaux n'est mentionné dans les documents d'archives que pour le secteur du puits Durure (jusqu'à 27 m de profondeur), le siège de Molière / Sainte-Thérèse et le siège de Saint-François. Malgré ce remblayage, plusieurs désordres ont affecté ces secteurs (D07, D08 et D09), attestant d'un remblayage non-systématique des galeries, ou encore partiel, ou aussi d'un coulisage des remblais dans les travaux. La nature des terrains encaissants et de recouvrement est de type argiles et silts, avec de fins bancs de grès plus ou moins altérés. Pour les travaux de la concession de Chalencey, les galeries rayonnantes ont été remblayées avec les stériles d'exploitation.

La hauteur limite de remontée d'un potentiel phénomène d'effondrement localisé varie et a été évaluée par un calcul volumétrique⁶ probabiliste (3000 simulations) de montée de cloche (Figure 21) au-dessus d'une galerie. Le modèle de calcul utilisé prend en compte les paramètres suivants :

- les caractéristiques géométriques des galeries isolées exploitées (vides résiduels liés aux galeries et descenderies : hauteur et largeur moyenne de 2 m). D'expérience, un rayon de fontis compris entre 80 % et 100 % de la moitié de la largeur maximale a été retenu ;
- le coefficient de foisonnement des matériaux (capacité/apptitude des terrains à augmenter leur volume après remaniement) : 1,30 à 1,40, valeurs représentatives d'argiles, de silts et de grès (GTR⁷) ;
- l'angle de talus naturel (pente à l'équilibre des matériaux éboulés) : 35° à 45° (valeurs représentatives pour des terrains rocheux plus ou moins fracturés).

Par approche sécuritaire et du fait de l'absence de données précises sur l'ensemble des galeries des exploitations, aucun remblayage n'a été pris en compte. Les simulations réalisées en faisant varier les paramètres dans les gammes de valeurs listées ci-dessus, représentatifs du contexte minier et géologique du secteur, conduisent à :

- l'absence d'auto-comblement pour la remontée de fontis à moins de 10 m de profondeur ;
- une hauteur maximale de remontée de fontis de 24 m.

Ces valeurs corroborent les hauteurs maximales de remontée de fontis observées sur le terrain, les fontis observés n'ayant affecté quasiment que des travaux situés à moins de 30 m de profondeur. Les exploitations de fer ne sont pas pentées, ce qui n'est pas le cas des exploitations de charbon. En effet, pour les exploitations de charbon, les travaux miniers étaient pentés en général entre 10 et 20°, jusqu'à 30-35° pour certains quartiers dont celui de Saint-Léon, et de manière exceptionnelle et localisée jusqu'à 40-45° (quartier de Saint-Léon également). Un second calcul a donc été réalisé afin de tenir compte du pendage des travaux miniers. Ce calcul se base sur les dimensions des galeries, le rayon de fontis et le coefficient de foisonnement (détaillés ci-dessus), ainsi que sur le pendage des travaux et l'emprise horizontale de la galerie. Les galeries concernées ont une emprise horizontale de maximale évaluée à 80 m, valeur retenue pour le calcul de remontée de fontis sur galeries pentées. En retenant une valeur

⁶ Voir Évaluation du risque d'apparition d'un fontis en surface, C. Didier et R. Salmon, INERIS JNGG, 2004.

⁷ Guide des Terrassements Routier. LCPC – SETRA, 2000.

de pendage de 35°, les résultats du calcul indiquent que les fontis remontent en surface jusqu'à 51 m au-dessus des galeries. Ces résultats sont cohérents avec les observations de désordre à la verticale de travaux situés entre 30 et 50 m de profondeur au quartier Saint-Léon.

Ainsi, considérant aussi bien les observations de terrain que les résultats des différents calculs, une prédisposition à l'effondrement localisé de niveau **sensible** est retenue pour les travaux situés entre la surface et 30 m de profondeur. Une prédisposition à ce phénomène de niveau **peu sensible** est retenue pour les travaux miniers situés entre 30 et 50 m de profondeur, à l'exception du quartier Saint-Léon pour lequel un niveau de prédisposition **sensible** est retenu. Les prédispositions aux effondrements localisés sur galeries et travaux sont synthétisées dans le Tableau 14.

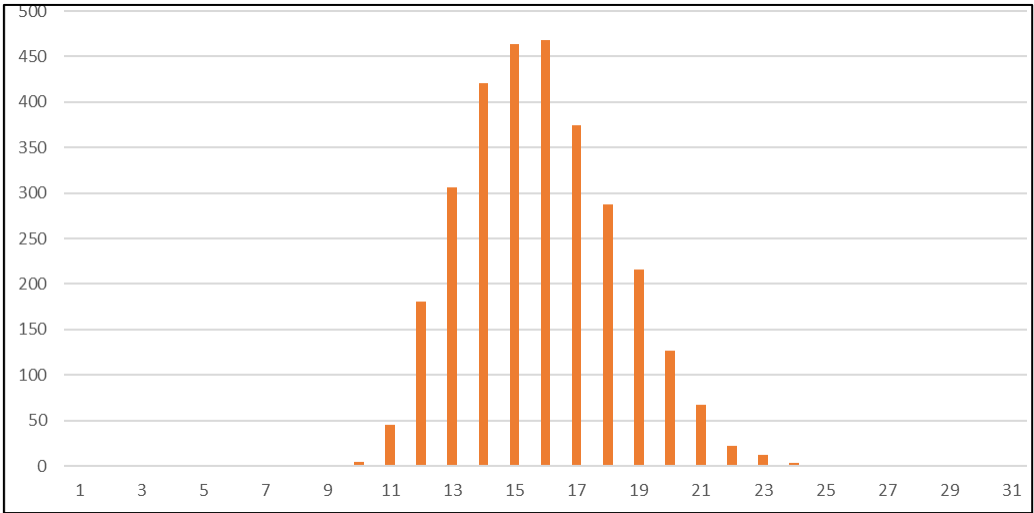


Figure 21 – Répartition des 3000 simulations (ordonnée) pour l'évaluation des hauteurs de remontée de fontis (abscisse) sans prise en compte du pendage

Secteurs concernés		Profondeur	Prédisposition
Houille	Tous sauf Quartier Saint-Léon	<30 m	Sensible
		Entre 30 et 50 m	Peu sensible
		>50 m	Nulle
	Quartier Saint-Léon	<50 m	Sensible
		>50 m	Nulle
Fer	Galeries rayonnantes remblayées autour des puits (< 20 m)	< 20 m	Sensible

Tableau 14 – Prédisposition de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries et aux travaux en fonction de leur profondeur

Pour les zones potentiellement affectées par des travaux miniers, aussi bien pour les travaux de houille que de fer, la nature de ces zones et leur tracé ne permettent pas de définir les secteurs en deçà et au-delà de la profondeur limite. En outre, la présence de galeries n'est que supposée, conduisant à limiter forfaitairement la prédisposition au niveau **peu sensible** tout au plus.

5.2.3.2 Evaluation de l'intensité

Par nature, les effondrements localisés sont soudains et peuvent affecter des zones plus ou moins étendues en surface au droit des galeries avec des bords plus ou moins subverticaux.

L'intensité du phénomène d'effondrement localisé est définie à partir des dimensions du cratère susceptible d'apparaître au jour. Ce cratère est issu de l'évasement d'une colonne vide formée autour de la galerie par éboulement des terrains. La dimension de la section de cette colonne est directement liée à la largeur de la galerie ainsi qu'à la nature et à la qualité des matériaux de surface.

Différents types de travaux pouvant laisser des vides résiduels localisés ont été identifiés sur le secteur d'étude :

- les galeries, qui ont une largeur moyenne de 2 m ;
- les dépilages (tailles chassantes, tranches horizontales, exploitations pentées) plus ou moins remblayés et dans lesquels des vides résiduels peuvent persister ;
- les vieux travaux, sans détail sur la technique utilisée, partiellement remblayés ou non remblayés.

Les faisceaux exploités sont de tailles modestes : de 1 à 3 m de puissance pour les différents faisceaux, sauf la grande couche de Saint-Léger, qui peut atteindre 10 m de puissance. De même, pour le fer, la couche ne dépasse pas 1,3 m de puissance. L'expérience montre que pour des vides de faibles dimensions et des galeries isolées les fontis en surface sont, le plus souvent, de l'ordre de 2 à 5 m de diamètre (les deux tiers des fontis d'après le guide d'évaluation des aléas [1]). Ces dimensions ont été vérifiées pour 42 des 50 désordres recensés, qui ont une largeur de moins de 5 m. L'intensité du phénomène peut donc être qualifiée de **limitée**.

Toutefois, huit désordres ont une largeur comprise entre 5 et 10 m. Ceci peut s'expliquer par une épaisseur de terrains déconsolidés plus forte dans les secteurs concernés, par des caractéristiques d'exploitation différentes ou encore par la puissance du filon exploitée. L'intensité du phénomène peut donc être qualifiée de **modérée** dans ces secteurs concernés par des désordres de plus de 5 m.

L'intensité du phénomène d'effondrement localisé des différents secteurs a été définie en fonction des secteurs exploités, les valeurs retenues sont synthétisées dans le Tableau 15.

Secteurs concernés	Désordres de plus de 5 m de diamètre	Intensité
Saint-Léger	D46, D24	Modérée
Saint-François	D09	Modérée
Saint-Jean et des Espagnols	D47	Modérée
Saint-Léon	D42	Modérée
Autres quartiers	Aucun	Limitée

Tableau 15 – Intensité du phénomène d'effondrement localisé des différents secteurs

Remarques : Certains effondrements localisés recensés sur galeries et travaux présentent des longueurs supérieures à 10 m (D06, D15, D19, D38, D10 et D35) (Annexe 4, Photographie 16). Ces désordres sont situés à l'aplomb de galeries situées à faible profondeur (sauf D35 où une zone de travaux supposée a été représentée en l'absence de travaux ou d'ouvrage connu à proximité) et sont globalement orientés nord-sud alors que les veines sont orientées est-ouest. La largeur limitée de ces désordres en rapport à leur longueur importante semble traduire soit un foudroyage de la galerie, soit une évolution d'un fontis (ou de plusieurs) dans l'axe de la galerie. L'intensité de l'aléa de type effondrement localisé lié à ces fontis n'a pas été qualifiée de forte pour ces secteurs du fait des largeurs limitées des désordres.

5.2.3.3 Evaluation du niveau d'aléa

La caractérisation de l'aléa lié aux effondrements localisés repose sur le croisement de l'intensité prévisible du phénomène avec la prédisposition d'une configuration donnée à ce que ce type de phénomène se produise. Les niveaux retenus sont synthétisés dans le Tableau 16.

	Secteurs concernés	Profondeur	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
Houille	Tous, sauf les quartiers Saint-Léon, Saint-Léger, Saint-François et Saint-Jean et des Espagnols.	<30 m	Sensible	Limitée	Faible
		Entre 30 et 50 m	Peu sensible		Faible
	Quartiers Saint-Léger, Saint-François et Saint-Jean et des Espagnols.	<30 m	Sensible	Modérée	Moyen
		Entre 30 et 50 m	Peu sensible		Faible
	Quartier Saint-Léon	<50 m	Sensible	Modérée	Moyen
Fer	Galeries rayonnantes remblayées autour des puits (< 20 m)	< 20 m	Sensible	Limitée	Faible

Tableau 16 – Niveaux d'aléas de type effondrement localisé liés aux travaux souterrains ou aux galeries isolées

5.3 Evaluation de l'aléa tassement sur dépôts et travaux de surface

Dans le cas présent, le phénomène de tassement concerne vingt dépôts, les trois découvertes, les deux tranchées et la mine à ciel ouvert cartographiés.

5.3.1 Evaluation de la prédisposition

Les principaux facteurs de prédisposition aux tassements sont :

- l'épaisseur des matériaux déposés ;
- la nature et la granulométrie des matériaux déposés ;
- la méthode de mise en place (avec ou sans compactage).

Aucun cas de tassement lié à ce mécanisme n'a été porté à notre connaissance sur la zone d'étude. Cependant, en général, l'absence de bâtiment, d'infrastructure ou d'activité humaine, de surcharge ponctuelle au droit de ces zones, ne permet pas l'observation ou le suivi de ce type de phénomène. Bien qu'aucun tassement de dépôt et de travaux de surface n'ait été recensé ici (aucun suivi particulier n'a par ailleurs été réalisé), ce phénomène ne peut pas être totalement exclu notamment par suite de modifications des conditions hydrauliques ou par surcharge ponctuelle. A l'exception des dépôts Dep08 et Dep09, les autres dépôts sont peu épais (4 m maximum) et végétalisés. Les découvertes, les tranchées et la mine à ciel ouvert sont, quant à elles, localisées et peu profondes, de l'ordre de 10 m maximum. Dans ces conditions, une prédisposition **peu sensible** aux tassements sera retenue.

5.3.2 Evaluation de l'intensité

Les conséquences redoutées de ces phénomènes résultent principalement du fait que la surface peut être affectée par des tassements différentiels qui sont susceptibles d'engendrer des effets sur les bâtiments et les infrastructures, et généralement pas à mettre en danger les populations (conséquences assez similaires au phénomène naturel de retrait-gonflement de certains sols argileux).

En présence de tassements différentiels, c'est principalement l'amplitude verticale des mouvements qui conditionne l'intensité du phénomène prévisible. L'amplitude de ces tassements différentiels est difficile à prévoir précisément, elle devrait demeurer ici limitée à un ordre de grandeur centimétrique tout au plus. En outre, les dépôts et les découvertes ainsi que la mine à ciel ouvert et les tranchées, recensés sont confondus avec les terrains naturels et boisés. Une intensité **limitée** est forfaitairement attribuée à ces tassements pour les dépôts et les travaux de surface.

5.3.3 Evaluation du niveau d'aléa

Faute de données plus détaillées, un aléa tassement de niveau **faible** est forfaitairement défini, croisement d'une prédisposition peu sensible avec une intensité limitée, sur les dépôts et les travaux de surface mis en évidence.

5.4 Evaluation de l'aléa mouvements de pente – glissement

Les mouvements de pente, qu'ils soient superficiels ou profonds (glissements, ravinements), constituent le type de désordre le plus couramment observé le long des flancs des ouvrages de dépôts. Par exemple, en cas de grattages en pied ou de modifications de la géométrie du terril, la stabilité de celui-ci peut être remise en cause.

Des glissements superficiels peuvent être envisagés sur l'ensemble des talus des terrils, à l'exception des terrils de très faible hauteur, de moins de 10 m.

5.4.1 Evaluation de la prédisposition

Des mouvements superficiels peuvent être envisagés sur l'ensemble des flancs des dépôts recensés sur les sites miniers étudiés. Il est à noter qu'aucun phénomène de ce type n'a été recensé ni observé sur les sites étudiés. Leur probabilité d'occurrence dépend de la pente, de la nature des matériaux qui constituent les talus, de la végétalisation et peut être aggravée par des mises en charge hydrauliques locales et éventuellement par des phénomènes d'érosion.

Les dépôts Dep08 et Dep09 sont des verses qui mesurent respectivement 20 et 30 m de hauteur et présentent des pentes atteignant 45°. Toutefois, leurs pentes sont relativement végétalisées et ils ne présentent pas de signe de glissement. Ainsi, une prédisposition **peu sensible** au phénomène de glissement superficiel est retenue pour ce dépôt.

Pour les autres dépôts, de taille plus modeste, et en outre relativement plats et végétalisés, une prédisposition **nulle** est définie

5.4.2 Evaluation de l'intensité

Le volume de matériau susceptible d'être mis en mouvement influe sur l'intensité des mouvements de pente. Les deux dépôts observés sont peu élevés (20 à 30 m) et partiellement végétalisés. Dans ce contexte, les glissements potentiels seront certainement limités : entre ravinements et glissements superficiels, mobilisant plusieurs dizaines de mètres cubes tout au plus, soit une intensité **limitée** [1].

5.4.3 Evaluation du niveau d'aléa

Au niveau des dépôts Dep08 et Dep09 est défini un aléa glissement de niveau **faible**, croisement d'une prédisposition peu sensible avec une intensité limitée. Aucun aléa de type glissement n'est défini pour les autres dépôts.

5.5 Evaluation de l'aléa émission de gaz de mine

5.5.1 Critères d'évaluation

L'aléa « émission de gaz de mine » est un des phénomènes pris en compte dans le cadre du décret en Conseil d'Etat n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l'évaluation des aléas miniers. Le guide méthodologique correspondant à l'évaluation de cet aléa a été publié fin 2015 [7] et les principes repris dans le guide [1].

Pour retenir cet aléa, il est nécessaire de réunir trois éléments principaux :

- la **présence d'un volume de vides résiduels suffisamment important** pour constituer un réservoir ;
- la **présence au sein des travaux d'un mélange dangereux** ;
- une **possibilité d'émission en surface en quantité significative**.

Nous savons que dans le cas présent, la présence de travaux dénoyés potentiellement significatifs était envisageable au niveau des travaux miniers de Saint-Bérain, compte tenu des tonnages exploités (production de plusieurs centaines de milliers de tonnes). Plus précisément et eu égard à la possibilité de zones dénoyées significatives (>10 000 m³ selon [7]), seul le secteur de Vellerot (puits du Parc au puits Charbonnière) et le siège Saint-Antoine/puits léger et Jumeaux sont concernés.

Les données disponibles concernant les volumes exploités et leur répartition par rapport au niveau d'eau ne permettent pas d'effectuer une simulation fiable des volumes concernés.

Nous n'avons aucune mesure des gaz dans l'atmosphère minier, mais par similitude avec des gisements équivalents, on ne peut exclure la présence de mélanges présentant des effets irréversibles, avec des teneurs en oxygène pouvant descendre à 11 % environ et des teneurs en dioxyde de carbone pouvant atteindre 10 % (Tableau 17).

Les gisements n'ont jamais été déclarés comme grisouteux et aucun incident lié à la présence de méthane n'a été recensé. Nous considérerons par la suite que le méthane, s'il est présent, est à des teneurs largement inférieures à la LIE (Limite Inférieure d'Explosivité), soit 5 %.

	Effets faibles et réversibles	Effets irréversibles	Effets létaux
Oxygène ^{9, 10, 11} (%)	19 > Teneur > 16	16 ≥ Teneur > 11	Teneur ≤ 11
Dioxyde de carbone ^{10, 11} (%)	1 < Teneur < 5	5 ≤ Teneur < 10	Teneur ≥ 10
Monoxyde de carbone ^{10, 12, 12} (ppm)	50 < Teneur < 800	800 ≤ Teneur < 3200	Teneur ≥ 3200
Sulfure d'hydrogène ^{10, 12, 13} (ppm)	5 < Teneur < 80	80 ≤ Teneur < 370	Teneur ≥ 370

Tableau 17 – Critères retenus pour quantifier les teneurs limites entraînant des impacts sur l'homme [7]

Concernant les moteurs d'émission vers la surface, la remontée des eaux est déjà effectuée et la **situation hydrogéologique des sites est stabilisée**.

Aucun élément ne permet d'envisager une désorption du massif. Les plus puissants moteurs d'émission de gaz sont donc absents.

Toutefois, les **dénivelées à l'aplomb de chaque réservoir** (jusqu'à 50 m), ne permettent pas d'exclure tout phénomène de tirage thermique.

Généralement, les parties hautes du réservoir minier sont majoritairement en dépression (aspirantes) l'été et les parties basses en surpression (soufflantes) ; l'hiver cette situation s'inverse.

Les émissions potentielles **sont cependant considérées comme très faibles à faibles**, au vu de la fermeture généralisée des ouvrages débouchant au jour, qui limite la possibilité de mise en place de flux importants, et des faibles dénivelés.

	Puissance du phénomène					
	Très faible à faible		Moyenne	Forte à très forte		
	Etendue de la surpression potentielle du réservoir souterrain (Pa)					
	0	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵ et plus
Désorption de gaz du massif rocheux						
Effet de piston lié à l'engorgement des vides post miniers						
Variation de la pression barométrique						
Tirage thermique						
Stratification gravitaire						
Effet du vent						
Réaction géochimiques						

Tableau 18 – Ordre de grandeur de la surpression de gaz dans les vides post miniers souterrains pouvant être engendrée par les différents phénomènes [7]

Compte tenu de ces éléments, **les critères sont réunis pour justifier une évaluation de l'aléa émission de gaz de mine** (présence de réservoirs significatifs, d'un mélange potentiellement dangereux et d'une possibilité de migration vers la surface).

5.5.2 Intensité du phénomène

La qualité du mélange gazeux attendu correspond à des effets irréversibles, avec un flux très faible à faible. L'intensité correspondante est donc limitée (Tableau 19 et Tableau 20).

Il est à rappeler que le méthane, considéré comme potentiellement présent à des teneurs inférieures à la LIE (5 %) correspondrait à une intensité au maximum limitée.

Classes d'intensité Classement et appellations préconisés pour la qualification de l'aléa (2015)	Classes d'intensité Classement et appellations du Guide PPRM (INERIS, 2006)	Caractéristiques de l'émission de gaz au niveau des vides miniers
Nulle	-	Absence de gaz inflammables. Teneurs en gaz asphyxiants ou toxiques ne dépassent pas les Teneurs Limites définies par la Réglementation en vigueur (TLR).
Limitée	Très faible à faible	Emission contenant : - soit des gaz inflammables, à des teneurs inférieures à la Limite Inférieure d'Explosibilité (LIE), - soit des gaz asphyxiants ou toxiques, à des teneurs dépassant les TLR mais ne pouvant entraîner qu'un effet faible et réversible.
Modérée	Modérée	Emission faible à moyenne contenant : - soit des gaz inflammables, à des teneurs supérieures ou égales à la LIE : - soit des gaz asphyxiants ou toxiques, à des teneurs pouvant entraîner un effet irréversible : ou : Emission faible contenant des gaz asphyxiants ou toxiques, à des teneurs pouvant entraîner un effet léthal.
Elevée	Elevée	Emission importante contenant des gaz : - soit des gaz inflammables, à des teneurs supérieures ou égales à la LIE, - soit asphyxiants ou toxiques, à des teneurs pouvant entraîner un effet irréversible. ou : Emission moyenne contenant des gaz asphyxiants ou toxiques, à des teneurs pouvant entraîner un effet léthal.
	Très élevée	Emission importante contenant des gaz asphyxiants ou toxiques, à des teneurs élevées pouvant entraîner immédiatement un effet léthal

Tableau 19 – Classes d'intensité du phénomène « émission de gaz de mine » et critères du classement [7]

Emission Teneurs	Faible	Moyenne	Importante
Gaz inflammables = 0 Gaz toxiques $\leq$ TLR Oxygène $\geq$ TLR	Intensité nulle	Intensité nulle	Intensité nulle
0 < Gaz inflammables < LIE TLR < Gaz toxiques < SEI TLR > Oxygène > SEI	Intensité limitée	Intensité limitée	Intensité limitée
Gaz inflammables $\geq$ LIE SEI $\geq$ Gaz toxiques > SEL SEI $\leq$ Oxygène < SEL	Intensité modérée	Intensité modérée	Intensité élevée
Gaz toxiques $\geq$ SEL Oxygène $\leq$ SEL	Intensité modérée	Intensité élevée	Intensité élevée

TLR : Teneurs Limites définies par la Réglementation en vigueur
SEI : Seuil d'Effets Irréversibles
SEL : Seuil d'Effets Létaux
LIE : Limite Inférieure d'Explosibilité

Tableau 20 – Qualification de l'intensité par la combinaison des teneurs en gaz avec les différents niveaux de leur émission potentielle [7]

Une intensité **nulle** est retenue **en dehors des emprises des réservoirs gazeux significatifs**. Ces réservoirs significatifs sont : les travaux de Saint-Bérain, le secteur de Vellerot (puits du Parc et puits de la Charbonnière), les sièges de Saint-Antoine, des puits Jumeaux et Saint-Léger.

5.5.3 Evaluation de la prédisposition

Les principaux facteurs à prendre en compte pour évaluer la prédisposition à l'émission de gaz de mine sont les suivants :

- **l'épaisseur et la résistance aéraulique globale** des terrains de recouvrement. Moins les terrains de recouvrement sont épais, plus l'émission de gaz vers la surface est facilitée ;
- **l'influence de l'exploitation** sur les propriétés aérauliques des terrains de recouvrement. Les travaux ont généralement été menés par défilage, exploitation par tailles plus ou moins remblayées ou traçage et nous n'avons pas différencié spécifiquement les secteurs ;

	Epaisseur de recouvrement au-dessus de la zone d'influence de l'exploitation (m)		
Zones non défilées	> 10	10 à 30	> 30 m
Zones défilées	> 20	20 à 60	> 60 m
Prédisposition	Très sensible à sensible	Peu sensible	Nulle

Tableau 21 – Exemple de critères d'évaluation de la prédisposition proposés pour le bassin ferrifère lorrain [7]

- **l'existence de formations géologiques particulières**, pouvant augmenter la résistance aéraulique du recouvrement (couches à très faible perméabilité, nappes perchées, etc.). A l'échelle du secteur exploité de la concession de Saint-Bérain, la géologie est relativement homogène, en particulier à l'aplomb des travaux miniers peu profonds pour houille et non ennoyés. Dans ces conditions, nous n'avons pas considéré plusieurs configurations ;
- l'existence de formations géologiques ou de discontinuités très perméables, pouvant constituer des drains préférentiels pour le gaz. Les failles pourraient être considérées comme drains préférentiels, mais leur cartographie est très imprécise pour être utilisable, et l'altération argileuse limite leur rôle potentiel en surface ;
- les **instabilités géomécaniques des terrains de recouvrement** : l'existence d'un aléa effondrement localisé est de nature à faciliter l'émission de gaz vers la surface ;
- les **ouvrages débouchant au jour** : ils sont susceptibles de constituer des drains à travers la couverture et de faciliter ainsi l'émission de gaz vers la surface (lorsqu'ils sont reliés à un réservoir potentiel dénoyé). L'évaluation de la prédisposition dépend alors des facteurs de migration du gaz à travers la colonne de l'ouvrage (dépendante du mode de mise en sécurité) et du risque géotechnique (débourrage de puits, fontis sur galerie).

5.5.3.1 Ouvrages débouchant au jour

Pour les puits qui sont considérés comme remblayés (avec ou sans dalle), la prédisposition est considérée comme sensible. Seuls les puits vides (P056) ou supposés non remblayés (P019, P023 et P74) sont considérés comme très sensibles.

Pour les galeries, en dehors des ouvrages ouverts classés en prédisposition très sensible, la prédisposition sera considérée comme sensible.

5.5.3.2 Les travaux souterrains

Si les émissions vers la surface depuis les travaux sont ralenties par la couverture géologique et l'altération argileuse des terrains, elles sont par contre favorisées par la survenue éventuelle de désordre de type effondrement localisé.

Il est à noter que seuls les travaux souterrains appartenant à un réservoir gazeux ont été pris en considération pour l'évaluation.

Au vu de la prédisposition sensible attribuée aux ouvrages miniers, une prédisposition peu sensible a été attribuée à l'aplomb des travaux miniers reliés à des réservoirs significatifs et retenus en aléa effondrement localisé. Il n'a pas été fait de distinction entre les zones classées en aléa effondrement localisé faible et moyen, l'écart de profondeur ne permettant pas de justifier d'un réel impact sur les possibilités de migration de gaz vers la surface. Il est à noter qu'en l'absence de données précises quant au niveau d'eau dans chaque quartier, nous avons considéré de manière sécuritaire que toutes les zones d'aléa effondrement localisé liées aux travaux miniers souterrains étaient hors d'eau.

5.5.4 Evaluation de l'aléa

Au final, en dehors des puits Saint Léger n°2 (P056, ouvert), Saint Léger 1 (P074), des Charbonnières (P023) et du Parc ancien (P019) affectés d'un aléa de niveau moyen, les autres ouvrages sont affectés d'un aléa de niveau faible (prédisposition sensible et intensité limitée). Les zones de travaux souterrains affectées d'un aléa effondrement localisé sont quant à elles affectées d'un aléa émission de gaz de mine faible (prédisposition peu sensible et intensité limitée).

Il est à rappeler que seuls les travaux du siège Saint Antoine/Puits Saint-Léger et Jumeaux et de Vellerot (ainsi que ceux qui sont potentiellement reliés) sont concernés, ainsi que les ouvrages potentiellement reliés aux zones dénoyées de ces secteurs.

5.6 Cartographie des aléas

L'aléa est un concept spatial, il est évalué en tout point du secteur étudié et a donc vocation à être cartographié de manière à faire ressortir les secteurs les plus sensibles au développement des phénomènes redoutés.

Cette cartographie doit nécessairement et théoriquement prendre en compte :

- l'extension latérale possible des désordres initiés au sein des travaux miniers, des dépôts et des ouvrages, notée E. L'expérience montre, en effet, que les phénomènes redoutés ne se limitent pas à l'aplomb strict, en surface, des secteurs souterrains « sensibles » ou aux limites exactes de dépôts et des ODJ 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, incertitude des dGPS), notée I.

Le fond utilisé pour le report cartographique est la BD ORTHO® de l'IGN, correspondant à la photographie aérienne informatisée, orthorectifiée et géoréférencée de la zone d'étude. Une incertitude de 1 m est considérée pour l'utilisation de la BD ORTHO® de l'IGN utilisée comme fond topographique.

Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa, à la précision des levés et des reports cartographiques, telles que définies dans les paragraphes suivants respectivement à chaque aléa, sont intégrées aux zonages figurés sur les cartes d'aléas présentées en Annexe 7.

5.6.1 Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux galeries isolées et aux zones de travaux

Les marges de la zone d'aléa relative à un effondrement localisé, de type fontis, initié au toit d'une galerie isolée ou d'une zone de travaux sur sa portion située entre la surface et une profondeur seuil sont définies à partir du tracé des galeries issues du calage des plans miniers ou de levés réalisés sur site en tenant compte de :

- l'incertitude globale de localisation des galeries, issue de celle 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®). Les valeurs de cette marge varient de 3 à 80 m en fonction du document. Elle n'est plus que de **2 à 3 m** lorsque le contour des ouvrages est identifié sur site et localisé par dGPS ;
- une marge d'influence :
 - pour les galeries classiques et les travaux partiellement remblayés, le volume résiduel de vides disponibles n'est probablement pas considérable. En outre, les fontis observés ont des diamètres limités et le plus souvent dans la gamme 0-5 m. Une marge d'influence forfaitaire de 2 m de part et d'autre des travaux a été retenue, ce qui est sécuritaire par rapport aux diamètres limités de fontis ;
 - pour les effondrements localisés des secteurs affectés par des désordres d'intensité modérée, les volumes mis en jeu sont notablement plus importants. Dans ces situations, une marge d'influence forfaitaire égale à 4 m autour des limites des chantiers est adoptée.

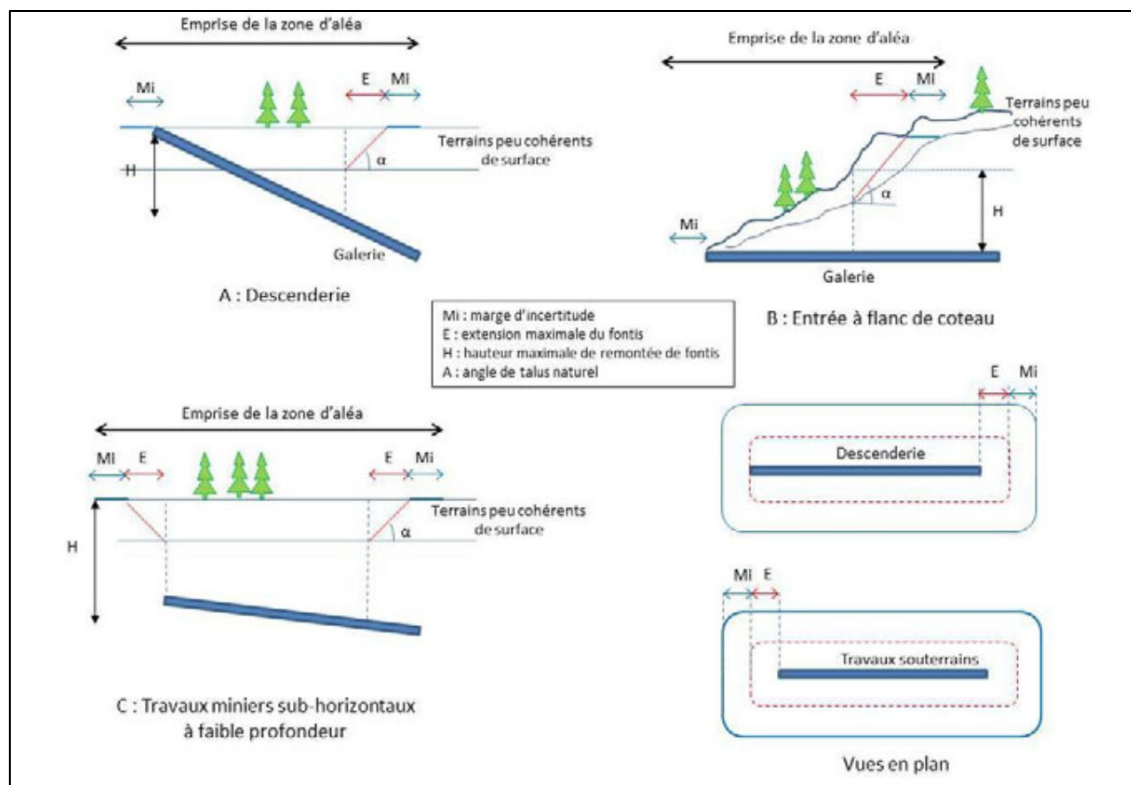


Figure 22 – Cartographie de l'aléa effondrement localisé (en vert) lié à une galerie souterraine [2]

5.6.2 Cartographie de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

Pour les puits, la zone d'aléa est circulaire. Le rayon de la zone d'aléa est défini à partir du centre du puits de la façon suivante [3] :

$$R = R_{\text{puits}} + R_{\text{influence}} + R_{\text{incertitude de localisation}}$$

avec :

R_{puits} , le rayon du puits, compris entre 0,5 m et 2 m

$R_{influence}$ (ou E), la marge d'influence relative à l'extension latérale du cône d'effondrement, calculée par rapport à l'épaisseur hc des terrains peu cohérents de surface et l'angle de talus naturel α soit

$$E = hc \times \cotan(\alpha)$$

$R_{incertitude\ de\ localisation}$, l'incertitude globale de positionnement.

Toutefois, dans le cas présent, l'analyse réalisée sur les effondrements localisés liés au puits a limité le diamètre attendu de ces phénomènes à 10 m pour les puits remblayés et à 14 m pour les puits non remblayés ; aussi les rayons respectifs seront compris entre $l + 2$ m et $l + 7$ m.

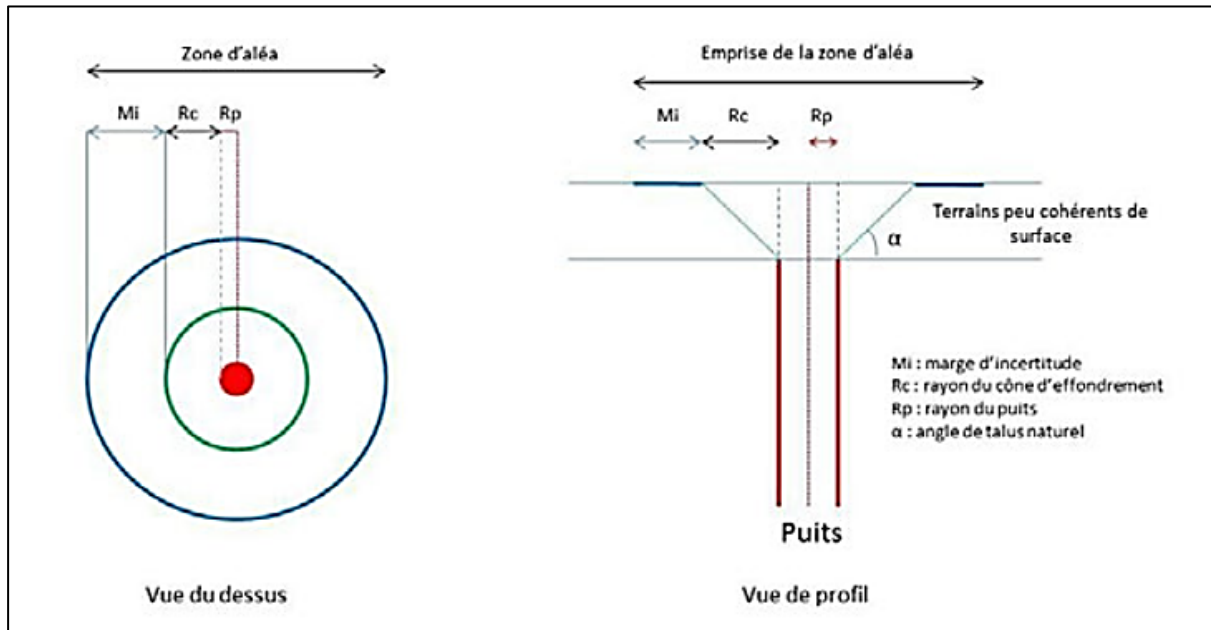


Figure 23 – Schéma caractérisant les modalités de tracé de l'aléa effondrement localisé associé à un puits (non applicable dans le cas d'un recouvrement marneux) [2]

5.6.3 Cartographie de l'aléa tassement sur dépôts et travaux de surface

La zone d'aléa relative aux tassements tient compte d'une seule marge. Cette marge est liée à l'incertitude de position correspondant à l'emprise des matériaux déposés. En effet, les tassements se manifestant au droit exact des dépôts ou exploitations à ciel ouvert, il n'y a pas de marge d'extension latérale pour ces phénomènes.

5.6.4 Cartographie de l'aléa glissement

La cartographie de l'aléa mouvements de pente liés aux dépôts, concerne l'emprise exacte des pentes du dépôt à laquelle s'ajoutent l'incertitude de localisation et la marge d'influence. Les mouvements de pente de matériaux meubles (glissements superficiels) se développent sur les talus pentés des dépôts en verse. Étant donné les hauteurs des dépôts concernés (30 m maximum) et leur végétalisation, les marges d'influence à l'aval et à l'amont des verses 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.

5.6.5 Cartographie de l'aléa émission de gaz de mine

La cartographie reprend les contours de l'aléa effondrement localisé sur les secteurs concernés.

6 CONCLUSION

La présente analyse a conduit à la définition des aléas liés aux anciennes exploitations minières sur les communes de Barizey, Charresey, Chatel-Moron, Couches, Écuisses, Essertenne, Jambles, Le Breuil, Marcilly-les-Buxy, Morey, Perreuil, Saint-Bérain-sur-Dheune, Saint-Firmin, Sainte-Hélène, Saint-Jean-de-Trézy, Saint-Julien-sur-Dheune, Saint-Léger-sur-Dheune, Saint-Mard-de-Vaux, Saint-Martin-d'Auxy, Saint-Micaud, Saint-Pierre-de-Varennes, Saint-Privé, Torcy, Villeneuve-en-Montagne.

Les communes de Torcy, Ecuisses et Le Breuil sont impactées par l'étude des aléas miniers du bassin de Montchanin [50]. La commune du Breuil est la seule de ces trois communes concernées par l'affichage des aléas définis dans le cadre de la présente étude. Les aléas issus de l'étude de Montchanin seront intégrés à la cartographie restituée pour cette commune.

Les travaux miniers étudiés concernent principalement le charbon et dans une moindre mesure, le fer. Le charbon a été exploité de la fin du XVIII^{ème} siècle jusqu'à l'entre-deux guerres à différents endroits et à différentes profondeurs du secteur étudié. La qualité du minerai était hautement variable, et par endroit le gisement a fait l'objet de simples travaux de recherches. Le minerai a principalement été extrait par défilage et par travaux à ciel ouvert dans les secteurs où il était affleurant. Pour la concession de fer de Chalencey, débuté en 1837 et arrêté en 1859 à cause de la mauvaise qualité de la ressource, le minerai a été extrait à partir de nombreux puits au bout desquels des galeries rayonnantes étaient creusées.

En complément des travaux matérialisés sur les anciens plans géoréférencés et compte tenu des désordres observés lors de la visite de terrain, quatre zones potentiellement exploitées ont été tracées dans les secteurs étudiés.

L'essentiel des aléas concernent des terrains forestiers ou agricoles. Toutefois, plusieurs habitations sont concernées par des aléas effondrement localisé de niveau faible et par l'aléa émission de gaz de mine faible. En outre, dans la commune de Saint-Bérain-sur-Dheune, deux habitations sont concernées par des aléas effondrement localisé sur puits de niveau moyen.

Les différents niveaux d'aléa retenus et définis pour les quatre phénomènes : effondrements localisés (sur puits et sur galeries/travaux), émission de gaz de mine, glissements et tassements sur dépôts et travaux de surface sont synthétisés par type d'ouvrage minier dans le Tableau 22. Tout autre type d'aléa minier a été écarté de la liste des phénomènes possibles.

Phénomène attendu	Détails des sites/travaux/configurations		Profondeur	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
Effondrement localisé de type fontis	Houille	Tous sauf les quartiers Saint-Léon, Saint-Léger, Saint-François et Saint-Jean et des Espagnols.	<30 m	Sensible	Limitée	Faible
			Entre 30 et 50 m	Peu sensible		Faible
		Saint-Léger, Saint-François et Saint-Jean et des Espagnols.	<30 m	Sensible	Modérée	Moyen
			Entre 30 et 50 m	Peu sensible		Faible
		Quartier Saint-Léon	<50 m	Sensible	Modérée	Moyen

Phénomène attendu	Détails des sites/travaux/configurations		Profondeur	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
	Fer	Galeries rayonnantes autour des puits	< 20 m	Sensible	Limitée	Faible
Effondrement localisé lié aux puits	Houille	Puits non remblayés ou supposés comme tels (P019, P023, P056, P074 et P082)	-	Très sensible	Elevée	Fort
		Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur > 150 m et un nombre de recette inconnu ou > 1 (P079, P081 et P094)	>150 m	Très sensible	Modérée	Fort
		Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur comprise entre 50 et 150 m et un nombre de recette inconnu ou > 1 (P002, P003, P030, P040, P043, P059, P072, P073, P075, P090 et P091)	50 à 150 m	Sensible	Modérée	Moyen
		Puits remblayé anciennement ou supposé remblayé avec une profondeur < 50 m et un nombre de recette ≥ 2 (P001, P017, P095, P096, P099 et P102)	<50 m	Sensible	Modérée	Moyen
		Le traitement de la tête de puits a été réalisée de manière pérenne (P105, P106 et P107)	-	Nulle	Modérée	-
		Puits restants, localisés comme non localisés	-	Peu sensible	Modérée	Faible
	Fer	Puits avec une profondeur < 20 m et supposé remblayé (P142 à P168, puits non localisés)	<20	Peu sensible	Modérée	Faible
Effondrement localisé sur zones potentiellement affectées par des travaux miniers			<50 m	Peu sensible	Limitée	Faible

Phénomène attendu	Détails des sites/travaux/configurations	Profondeur	Prédisposition	Intensité	Niveau d'aléa
Mouvement de pente sur dépôts (glissement)	Dep09 et Dep08		Peu sensible	Modérée	Faible
Tassement (dépôts et travaux à ciel ouvert remblayés)	Tous les travaux à ciel ouvert et tous les dépôts		Sensible	Limitée	Faible
Emission gaz de mine	Puits vides ou supposés non remblayés : P056, P074, P023 et P019		Très sensible	Limitée	Moyen
	Quartiers du Parc et de la Charbonnière, Quartier des Puits Jumeaux et de Saint-Léger		Sensible	Limitée	Faible

Tableau 22 – Synthèse des aléas mouvements de terrains retenus, analysés et cartographiés

7 BIBLIOGRAPHIE

7.1 Documents de référence

- [1] Guide d'évaluation des aléas miniers, document Ineris référencé INERIS-DRS-17-164640-01944A.
- [2] Guide pratique pour l'homogénéisation des études détaillées des aléas miniers - Volet effondrement localisé – Version 2, document GEODERIS référencé 2019/306DE–19NAT51010.
- [3] 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.
- [4] Inventaire des dépôts issus des exploitations minières (métalliques et charbonnières) selon l'article 20 de la directive 2006/21/CE. Méthodologie générale d'inventaire / Méthodologie de classification. Volet environnemental, document GEODERIS référencé N2011/011DE, 2011.
- [5] Phénomènes d'émission de gaz de mine. Préconisations de gestion en zone à risque potentiel, document GEODERIS référencé 2019/189DEbis, 2019.
- [6] Inventaire des dépôts miniers issus des exploitations charbonnières. Rapport GEODERIS N2013/042DE_bis-13NAT2440, 2014.
- [7] 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.

7.2 Archives pour les exploitations de houille

7.2.1 Documents des archives Nationales

- [8] Renonciation à la concession de mines de houille de Saint-Bérain, La Dheune et Vellerot, 1911, 19771398-37_IND1501.
- [9] Procès-verbal de visite de l'ingénieur adjoint T.P.E., fermeture des divers orifices, 1932 et 1929, Saint-Bérain, 19771398-37_IND1501 (photo1197).
- [10] Mémoire des travaux faits depuis l'institution des concessions, 12 janvier 1922, Saint-Bérain, 19771398-37_IND1501.

- [11] Demande en concession des mines de houille de Saint-Bérain-sur-Dheune et de Vellerot, 1921, 19771398-37_IND1501.
- [12] Demande en concession de la mine de houille de Saint-Bérain-sur-Dheune, 1920, 19771398-37_IND1501.
- [13] Travaux effectués sur le côté ouest du bassin de Saint-Léger et Saint-Bérain-sur-Dheune, 1920, 19771398-37_IND1501.
- [14] Recherches du Bois Perrot, Saint-Léger-sur-Dheune, Procès-verbal de visite, 1919, 19771398-38_IND1502.
- [15] Note sur la reprise des travaux Saint-Louis, non datée, Saint-Bérain, 19771398-38_IND1502.
- [16] Demande en concession de mines de houille à Saint-Léger-sur-Dheune et Saint-Bérain-sur-Dheune, 1917, 19771398-38_IND1502.
- [17] Suspension de l'activité de l'Union Minière de la Dheune, 1953, Saint-Bérain, 19771398-85_IND1549.
- [18] Rapport de l'ingénieur des mines, 1947, Saint-Bérain, 19771398-85_IND1549.
- [19] Rapport de l'ingénieur des mines, demande de permis d'exploitation présentée par M. Bonte, 1944, Saint-Bérain, 19771398-85_IND1549.
- [20] Rapport de l'ingénieur des mines, demande de renouvellement du permis d'exploitation, 1948, Saint-Bérain, 19771398-85_IND1549.
- [21] Demande en autorisation de transfert de la concession des mines de houille de Forges, 15 janvier 1925, F/14/18460, photo 2147.
- [22] Rapport de l'ingénieur des mines, concession des mines de houille de Forges, F/14/18460, photos 2152 à 2156.

7.2.2 Documents des archives Départementales de la Côte d'Or et de la Saône-et-Loire

- [23] Lettre concernant l'éclairage des travaux du fond des petites exploitations houillères de Saône-et-Loire, Avril 1943, Saint-Bérain, AD Côte d'Or, Carton 2025W27.
- [24] Demande de permis d'exploitation présentée par M. BONTE, gérant de l'Union Minière de la Dheune, S.A.R.L. ayant son siège social à Saint-Léger-sur-Dheune, 5 juillet 1945, Saint-Bérain, AD Côte d'Or, Carton 2025W27, photos 4716 à 4733.
- [25] Rapport de l'ingénieur T.P.E. (Mines), Ouverture des travaux, 3 septembre 1945, Saint-Bérain, AD Côte d'Or, Carton 2025W27, photos 4760 à 4779.
- [26] Rapport de l'ingénieur T.P.E. (Mines), Abandon des travaux de la Gagère, Entreprise Hardy, 1^{er} mai 1945, Saint-Bérain, AD Côte d'Or, Carton 2025W27, photos 4780 à 4785.
- [27] Plusieurs Rapports de l'ingénieur T.P.E. (mines), Abandon des Sièges Saint-François, Saint-Jean, Sainte-Thérèse, Saint-Bérain, AD Côte d'Or, Carton 2025W27, Pochette Abandon des Travaux, photos 4822 à 4854.
- [28] Rapport de M. BRANCHET, « Concession de Saint-Bérain-sur-Dheune », 23 novembre 1978, AD Côte d'or, Pochette Rapports « intéressants », photo 4902 à 4919.
- [29] Rapport de l'ingénieur des mines, Fermeture des mines de Saint-Bérain-Sur-Dheune, Concession de La Dheune et de Vellerot), AD Côte d'Or, Carton 2025W28, photos 5032 à 5040.
- [30] Demande en renonciation formée par la Société des Mines de Blanzay, Rapport de l'ingénieur des mines, Inexploitation de la concession, 23 février 1909, Saint-Bérain, AD Saône-et-Loire, Carton S1161, photos 5343 à 5363.

- [31] Demande en concession de la mine de Forges, Rapport de l'ingénieur ordinaire, 30 octobre 1857, AD Saône-et-Loire, Carton S1170, photos 5408 à 5418.
- [32] Rapport de l'Ingénieur Ordinaire, Demande en concession de la mine de Forges, AD Saône-et-Loire, Carton 1170, photos 5438 à 5441.
- [33] Ensemble de correspondances, 1906 et 1907, AD Côte d'or, Carton 2025W28, Pochette « Concession de Saint-Bérain – Renoncée 27/1/1911 », photos 5054 à 5058.

7.2.3 Documents d'archives DREAL

- [34] Dossier de Demande de Renonciation au titre minier de la concession des Fauches, Octobre 2007, Charbonnage de France, Carton « Fauches DADT ».
- [35] Procédure relative à l'arrêt des travaux miniers de la concession minière des Fauches, Procès-verbal de récolement, courrier DRIRE « Dijon, le 2 juillet 2007 » + Dossiers techniques, « Modification du recouvrement sur la dalle de fermeture du Puits du Breuil », par Charbonnage de France, Carton « Fauches DADT ».
- [36] Étude hydrogéologique des anciens travaux miniers de la concession des Fauches (Saône-et-Loire), Juin 2003, Bureau d'études CESAME, annexe au DADT de la concession des Fauches, Carton « Fauches DADT ».
- [37] Rapport de l'ingénieur T.P.E. (mines) du 9 juin 1959, Concession de Forges, Pochette « Forges ».
- [38] Extrait du J.O. du 24 juillet 1960, arrêté du 5 juillet 1960, Forges, Pochette « Forges ».
- [39] Décret, du 12 janvier 1922, portant institution de la concession des mines de houille de Vellerot (Saône-et-Loire) », Pochette « Vellerot ».

7.2.4 Documents du BRGM ou du SGR

- [40] Synthèse géologique sur les ressources charbonnières de la Bourgogne, C. REMOND, 1982, Rapport 81SGN422BOU.
- [41] Notice de la carte géologique de la France à 1/50000, secteur de « Le Creusot » (552), 1989.
- [42] Notice de la carte géologique de la France à 1/50000, secteur de « Montceau-les-Mines » (578).
- [43] Site internet INFOTERRE, BRGM.
- [44] Site Infoterre, Banque de données du sous-sol, Identifiant BSS001MZSH.
- [45] Site Infoterre, Banque de données du sous-sol, Identifiant BSS001LWYZ.
- [46] Dossier technique : Modification du recouvrement sur la dalle de fermeture du Puits du Breuil, Carton CdF_FAUCHES_Vt34-1_FermetureBreuil.

7.2.5 Documents Ineris

- [47] Bassin houiller de Blanzay - Concessions des Fauches : Analyse des effets en surface des travaux miniers souterrains et du risque résiduel d'émission de gaz de mine.
- [48] Bassin houiller de Blanzay (Saône-et-Loire) – Concession de Montchanin et Longpendu – Evaluation et cartographie des aléas liés aux mouvements de terrain. Ineris DRS-10-111518-05222A.

7.2.6 Autres Documents

- [49] Site internet, « Histoire de Montceau-Les-Mines » (<http://montceaulesmines.e-monsite.com/>), onglet « les Houillères de Blanzay » et « concession des Fauches ».

- [50] Annales des mines ou recueil de mémoires sur l'exploitation des mines – Troisième série, Tome III, 1833 (<https://books.google.fr>).
- [51] Bassin houiller de Blanzky, concession des Fauches. Analyse des effets en surface des travaux miniers souterrains et du risque résiduel d'émission de gaz de mine. Charbonnages de France, Direction Technique Centre Midi. Rapport INERIS DRS-04-43846/R02bis.
- [52] Site internet, « Alluvions de l'Ouche, de la Dheune, de la Vouge et du Meuzin », https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/sites/sierrm/files/content/waterbody_hydrogeological_documents/MEsoutV2/FRDG388.pdf.

7.3 Archives pour les exploitations de fer

7.3.1 Documents des archives Nationales

- [53] Procès-verbal de visite des mines, année 1843, rapport 10-12-1843, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430695.
- [54] Procès-verbal de la visite faite à la mine de fer de Chalencey, commune de Couches, Canton de même nom, Arrondissement d'Autun, par l'Ingénieur du département le 13-08-1844, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430692-1430694.
- [55] Procès-verbal de la visite faite à la mine de fer de Chalencey, commune et canton de Couches, Arrondissement d'Autun, par l'Ingénieur du département le 21-07-1845, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430688-1430691.
- [56] Mine de fer de Chalencey, commune et canton de Couches, Arrondissement d'Autun, Procès-verbal de la visite faite par l'Ingénieur en chef du département le 04-01-1848, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430685-1430687.
- [57] Mine de Chalencey, commune de Couches, canton de Couches, Arrondissement d'Autun, Procès-verbal de la visite faite par l'élève Ingénieur des Mines le 24-06-1848, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430682-1430684.
- [58] Département de Saône et Loire, Procès-verbaux de visites de mines, exercice 1849, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430718-1430719.
- [59] Saône et Loire, Mine de fer de Chalencey, Procès-verbal de visites année 1849, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430720-1430723.
- [60] Mines du département de Saône et Loire, Procès-verbaux de visites, exercice 1850, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430715-1430717.
- [61] Procès-verbal de la visite faite par l'Ingénieur Ordinaire des Mines du sous-arrondissement de Chalon-Sur-Saône aux mines de fer de Chalencey et Mazenay, communes de Couches et de Saint-Sernin, département de Saône et Loire le 27-05-1851, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430712-1430714.
- [62] Mines de fer de Chalencey et Mazenay, communes de Couches et de Saint-Sernin, arrondissement d'Autun, Procès-verbal de la visite faite par l'Ingénieur Ordinaire des Mines le 02-07-1852, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430711.
- [63] Procès-verbal de la visite faite par l'Ingénieur Ordinaire des Mines à la mine de fer de Chalencey, commune de Couches, arrondissement d'Autun le 08-04-1853, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430710.
- [64] Procès-verbal de visite à la mine de fer de Chalencey, commune de Couches, arrondissement d'Autun le 19-06-1854, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430709.
- [65] Procès-verbal de visite de l'Ingénieur des Mines Chalon-Sur-Saône le 26-11-1855, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430707-1430708.

- [66] Rapport général sur les mines du département de Saône et Loire pendant l'année 1855, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430704-1430706.
- [67] Mine de fer de Chalencey, visite des mines exercice 1856, 04-07-1856, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430703.
- [68] Procès-verbal de visite, Mine de fer de Chalencey, commune de Couches, 16-07-1857, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430701-1430702.
- [69] Procès-verbal de visite, Mine de fer de Chalencey, commune de Couches, 20-06-1858, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430699-1430700.
- [70] Procès-verbal de visite, Mine de Chalencey, commune de Couches-Les-Mines, 30-06-1859, Cartons F14-3859-3860, Photographies 1430697-1430698.
- [71] Procès-verbal de visite, Mine de fer de Chalencey, commune de Couches-Les-Mines, 18-02-1860, Cartons F14-3859-3860, Photographie 1430696.

7.3.2 Documents des archives Départementales

- [72] Décret Impérial qui autorise la Compagnie du Creusot de réunir la concession des mines de fer de Change à celles de Mazenay et Chalencey, 24-03-1858, Carton 14Sa34, Photographies DSCN5227-5229.
- [73] Lettre et plan des travaux miniers de la concession de Chalencey adressés au préfet par la Compagnie du Creusot, 18-07-1838, Carton S1171, Photographies DSCN5501-5513.
- [74] Mine de Chalencey, projet d'une galerie d'écoulement pouvant dessécher tous les travaux du Champ de Tilles, 30-12-1844, Carton S1171, Photographies DSCN5457-5465.
- [75] Mine de Chalencey, projet d'une galerie d'écoulement pouvant dessécher tous les travaux du Champ de Tilles, 15-11-1844, Carton S1171, Photographies DSCN5466-5481.
- [76] Décret Présidentiel autorisant la réunion de concessions de minerai de fer, 1877, Carton S1171, Photographies DSCN5435-5537.
- [77] Décret Présidentiel de renonciation des concessions de minerai de fer de Chalencey, de Mazenay et de Change, 20-08-1921, Carton S1171, Photographies DSCN526-5527.

7.3.3 Documents d'archives DREAL

- [78] Plan de la mine de fer de Chalencey, certifié conforme au plan annexé à l'ordonnance du 17 juillet 1837 enregistrée sous le numéro 3015.

7.3.4 Documents du BRGM ou du SGR

- [79] Point BSS001LWYN (05527XX4002/GT), Rapport de l'Ingénieur en chef des Mines du sous arrondissement de Chalon-sur-Saône, octobre 1919.
- [80] Carte géologique de la France au 1/50000^{ème}, numéro 552 Le Creusot, 1989, BRGM.

7.3.5 Autres Documents

- [81] Site internet de l'IGN (<http://ign.fr>).
- [82] <https://www.mairie-couches.fr/documents/portal738/mines-de-chalencey.pdf>.
- [83] Annuaire des mines et minerais métalliques, site internet de la bibliothèque nationale de France (Gallica).

8 LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Terminologie / Glossaire
Annexe 2	Liste des archives consultées
Annexe 3	Aperçus des plans de mine représentatifs complémentaires
Annexe 4	Reportage photographique
Annexe 5	Liste des plans géoréférencés
Annexe 6	Cartes informatives
Annexe 7	Cartes des aléas « mouvements de terrain »

Annexe 1 : Terminologie / Glossaire

Extrait du Guide Général des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles (PPR), du guide PPRM et de la circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels

Aérage

Ventilation des cavages par circulation libre ou forcée de l'air grâce à l'aération mise en œuvre.

Affaissement progressif

Type d'instabilité pouvant survenir au-dessus d'une exploitation par chambres et piliers ou par défilage. Il se traduit par la formation en surface d'une cuvette de quelques dizaines à quelques centaines de mètres de diamètre. Au centre de la cuvette, les terrains descendent verticalement. Sur les bords, les terrains se mettent en pente avec un étirement sur les bords extérieurs (ouverture de fractures, fentes de tension) et un raccourcissement sur les bords intérieurs (apparition de bourrelets, fractures de compression, etc.).

Aléa

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

Banc

Niveau de roche de même grain, couleur, aspect, dureté, etc. (épaisseur allant du décimètre à plusieurs mètres).

BD ORTHO

Orthophotographie numérique (photographie numérique aérienne corrigée pour être superposable à une carte). La précision de ce support cartographique est estimée à 1 m.

BD TOPO

La BD TOPO, pour Base de Données TOPOgraphiques, est une base de données plutôt qu'une représentation graphique (cartographie) du territoire. Les voies de circulation sont notamment représentées par leur axe, ce qui amoindrit la lisibilité (la voirie est habituellement mise en évidence). La base de données offre une description exhaustive des thèmes qui la composent avec une précision métrique. L'exactitude des données en plan est comprise entre 1,5 m et 5 m. La base comprend notamment les voies de circulation ferrées et routières, les bâtiments, l'altimétrie, l'hydrographie, etc.

Bure

Puits qui relie deux étages de la mine et qui ne débouche pas en surface.

Chambres et piliers

C'est une méthode d'exploitation minière qui consiste à réaliser un creusement entrecroisé délimitant de proche en proche, des massifs résiduels de plus en plus petits ; principe dont l'usage a consacré l'appellation de « méthode par chambres et piliers » correspondant respectivement aux tronçons de galeries et aux massifs résiduels. Elle laisse subsister des vides au fond.

Chantier

Désigne tout emplacement de la mine où s'effectue une opération d'exploitation.

Comblement

Remplissage d'une cavité au moyen de matériaux d'apport.

Concession

Périmètre dans lequel un industriel est autorisé à rechercher et exploiter une ressource naturelle relevant du code minier (charbon, minerai de fer, bauxite, potasse, sel, etc.).

Couche

Dépôt sédimentaire de nature homogène. Selon sa composition (présence de métaux, de charbon, etc.), elle peut être exploitée.

Découverte

Morts terrains ou stériles enlevés au-dessus de la masse exploitable pour ouvrir une exploitation à ciel ouvert.

Dépilage

Reprise d'exploitation d'un pilier de masse pour réduire sa section en vue d'un foudroyage ultérieur ou d'une reprise à ciel ouvert d'un ancien cavage. Ce terme est parfois utilisé pour désigner une exploitation totale. Dans le cas d'une exploitation filonienne, ce terme correspond à l'enlèvement du minerai.

Descenderie

Galerie inclinée servant d'accès au gisement ou reliant deux niveaux différents dans la mine.

Désordres

Expression des effets directs et indirects d'un phénomène naturel sur l'intégrité et le fonctionnement des milieux. Ils sont caractérisés par différents indicateurs :

- physiques : désordres hydrauliques (érosion de berges), géologiques, etc. ;
- socio-économiques : dysfonctionnements liés aux atteintes des services publics (eau potable, électricité, gaz, hôpitaux, etc.) ;
- humains : population isolée, etc.

Effondrement brutal

Dans certains cas, la ruine de l'édifice minier ne se fait pas progressivement mais on observe l'effondrement en bloc de l'ensemble des terrains compris entre le fond et la surface.

L'effondrement de la surface se produit alors de manière dynamique, en quelques secondes.

Une forte secousse sismique est ressentie. Les bords de la zone affectée sont plus abrupts que dans le cas de la cuvette d'affaissement, des crevasses ouvertes y apparaissent.

Pour qu'un effondrement brutal se produise, deux conditions au moins doivent être remplies :

- les travaux du fond doivent être très fragiles (fort taux de défruitement, piliers élancés) : ceci constitue le critère géométrique ;
- un banc épais et résistant doit exister dans le recouvrement. La rupture de ce banc qui protégeait les piliers du poids des terrains déclenche le processus d'effondrement. Ceci constitue le critère géologique.

Effondrement localisé

C'est l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension horizontale varie généralement de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre.

Les dimensions de l'effondrement localisé dépendent de l'importance du vide et de la nature des terrains qui le séparent de la surface. Selon le mécanisme initiateur de l'effondrement localisé, on peut distinguer le fontis, l'effondrement de tête de puits, l'effondrement par rupture de piliers isolés, etc.

Encaissant

Désigne la roche dans laquelle le gisement s'est mis en place.

Ennoyage

Lorsque l'activité minière s'arrête définitivement dans les mines maintenues à sec par pompage, les travaux miniers sont progressivement noyés par les différentes arrivées d'eaux d'infiltrations qui étaient jusqu'alors pompées.

Eponte

Surface séparant le minerai du stérile. Par extension, terrains stériles au contact du minerai.

Etage

Correspond aux différents niveaux d'exploitation de la mine reliés aux puits.

Exhaure

Lors de l'exploitation minière, les eaux d'infiltrations sont évacuées par gravité ou collectées aux points les plus bas des travaux et rejetées à la surface. Ces rejets d'eaux s'appellent l'exhaure.

Faïlle

Cassure de terrain avec déplacement relatif des parties séparées. En pratique, ce terme désigne le plus souvent des accidents verticaux ou à pendage fort.

Fendue ou descenderie

Voie inclinée permettant l'accès au gisement depuis la surface.

Filon

Remplissage d'une fracture recoupant des roches de nature variée (roches encaissantes). Le matériel de ce remplissage peut avoir été déposé par des circulations de fluides hydrothermaux (filons hydrothermaux) ou être de nature magmatique ou sédimentaire.

L'épaisseur d'un filon peut varier de quelques centimètres à quelques mètres.

Fontis

Effondrement localisé qui résulte de l'effondrement du toit d'une cavité souterraine peu profonde.

Foudroyage

Opération consistant à laisser s'affaïsser les matériaux du toit, lors de l'enlèvement du soutènement

Front de masse ou front de taille

Limite de la masse exploitée constituée par de la roche crue.

Galeries de service (ou de subsurface)

Galeries techniques à faible profondeur (moins de 50 m) mettant en liaison un puits avec un autre accès pour remplir différents services : permettre au personnel de descendre au fond par des échelles ou à un niveau de recette non encombré par l'extraction, lier un compartiment de retour d'air à un foyer d'aérage extérieur, évacuer les eaux du fond vers des aqueducs de dimensions inférieures à elle ou inversement alimenter le fond en eau à partir de tels aqueducs, etc.

Géoréférencement, géolocalisation

Action d'attribuer à un lieu sur une carte ou dans une base de données une position dans un système de coordonnées (altitude, longitude, latitude).

Gisement

Désigne le lieu où sont concentrées des substances exploitables (minerai) en quantité suffisante pour être extraites. Le gisement comprend généralement des zones minéralisées et des zones stériles.

Intensité d'un phénomène

Expression d'un phénomène, évaluée ou mesurée par ses paramètres physiques.

L'intensité du phénomène caractérise l'ampleur des désordres attendus en surface en cas de déclenchement d'un évènement redouté (par exemple le diamètre attendu d'un fontis).

Mur

Eponte située au-dessous du minéral.

Nivellement

Ensemble des opérations consistant à mesurer des différences de niveaux pour déterminer des altitudes.

Pendage

Angle du plan moyen du gisement avec l'horizontale.

Phénomène

Manifestation en surface résultant d'une instabilité effective. Dans le cadre des mouvements de terrain, il peut s'agir de l'affaissement, de l'effondrement localisé (fontis), de l'effondrement en masse ou généralisé, du tassement, du glissement, etc. Ne pas confondre avec risque.

Pilier

Volume de minéral non abattu et participant au soutènement du chantier.

Puissance

Epaisseur d'une couche de minéral ; distance perpendiculaire aux épontes (entre toit et mur).

Puits

Voie de pénétration dans le gisement, verticale, partant de la surface, comportant des accrochages, donnant accès à différents étages d'une mine et permettant de les desservir. Un puits assure normalement la totalité ou plusieurs des services suivants : extraction, circulation du personnel, transport du matériel, descente du remblai, aérage (entrée ou retour d'air), exhaure, etc.

Pour l'aérage des travaux, deux puits étaient foncés à proximité l'un de l'autre, l'un servait à l'entrée de l'air frais, l'autre au retour d'air. Pour renforcer l'aérage naturel, le puits de retour d'air était généralement raccordé à un ventilateur situé à la surface. Le puits d'entrée d'air était dévolu à l'extraction et au transport du personnel tandis que le puits de retour d'air servait à la descente du matériel.

Pour les études d'aléas miniers, il convient de distinguer :

- puits matérialisé : puits qui a effectivement été retrouvé en surface et dont les coordonnées ont pu être relevées au GPS ;
- puits localisé : puits qui n'a pas été retrouvé sur le terrain mais dont les coordonnées sont connues (archives ou exploitant) et comportant une incertitude de positionnement ;
- puits non localisé : puits répertorié dans les archives qui n'a pas été retrouvé sur le terrain et qui n'a aucune coordonnée connue ;
- puits d'exhaure ou d'épuisement : puits dont le rôle consistait à évacuer l'eau pompée dans la mine.

Prédisposition

Qualification d'un site à partir de l'évaluation et la pondération des paramètres favorables au déclenchement d'un mécanisme d'instabilité et à la survenance d'un phénomène pour une période de temps donnée.

Recette

Lieu où se trouvent les dispositifs assurant la manutention des produits et du matériel et la circulation du personnel aux abords du puits, à chaque niveau.

Recouvrement

Désigne les terrains présents au-dessus d'une exploitation souterraine

Remblayage

Action manuelle, pneumatique ou hydraulique de combler les vides laissés par l'exploitation par apport de matériaux

Risque minier

Notion technique, économique et sociale, définie par le croisement d'un aléa minier et d'enjeux humains, économiques ou environnementaux (*définition extraite de la circulaire du 6 janvier 2012 relative à la prévention des risques miniers résiduels*).

Sol

Désigne le plancher de la galerie dans les configurations de travaux pentés (exploitations filoniennes)

Stériles

Terrains inexploitablement ou morts terrains dégagés pour permettre l'exploitation à ciel ouvert.

Taille

Chantier d'exploitation.

Taux de défructement

Rapport surfacique de la part de minerai abattu sur celui en place initialement. Il s'exprime en pourcentage.

Titre Minier

Désigne tout droit ou titre, de recherche (de prospection) ou d'exploitation délivré conformément au code minier. Le titre minier est accordé pour un type d'élément donné ainsi que pour une période donnée et sur un périmètre donné.

Toit

Partie supérieure d'une galerie. Dans les exploitations pentées, il s'agit de l'éponte située au-dessus du minerai.

Traçage

Creusement d'une galerie dans un gisement minier, en vue de sa reconnaissance ou de son exploitation ultérieure.

Travers-banc

Galerie de mine principale dans le stérile pour rejoindre la veine (en recoupant les bancs).

Topographie

Techniques de la mesure puis de la représentation sur un plan ou une carte des formes et détails visibles sur le terrain, qu'ils soient naturels (notamment le relief) ou artificiels (comme les bâtiments, les routes, etc.).

Veine

Terme employé pour désigner la couche de charbon.

Verse

Tas de stériles provenant de l'exploitation et du traitement du minerai (synonyme de halde ou teruil).

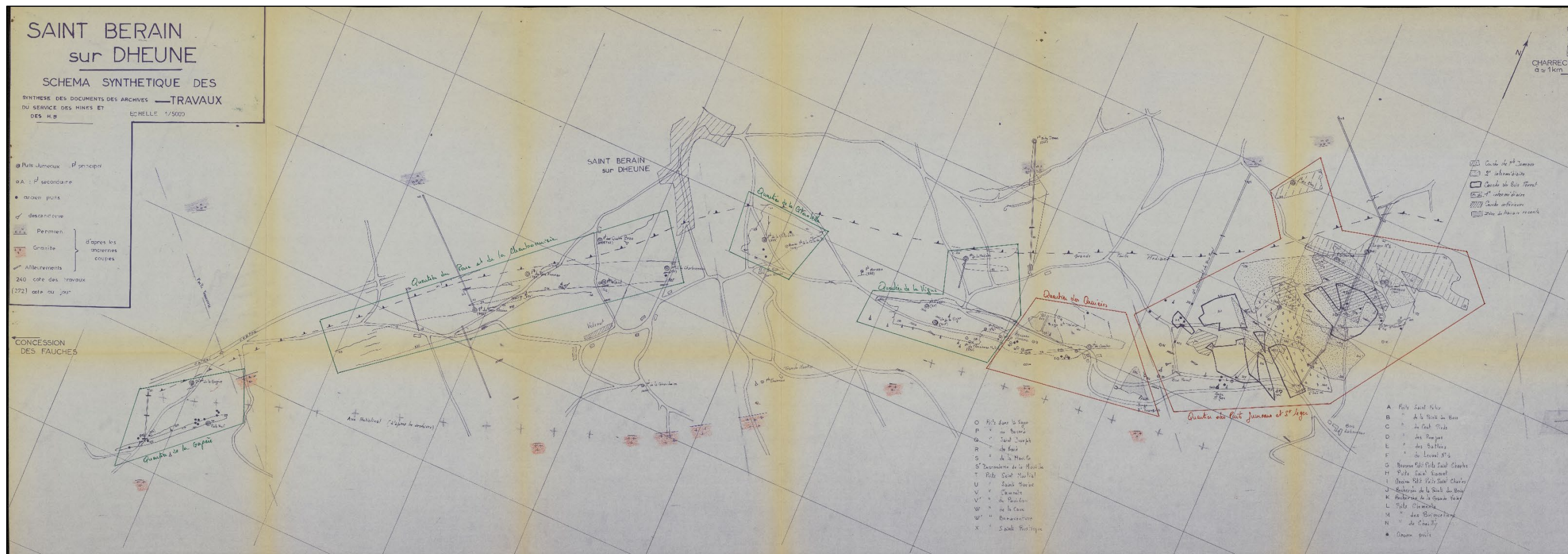
Voie

Terme désignant une galerie.

Annexe 2 : Liste des archives consultées

Lieu d'archivage	Référence archives	Titres / Secteurs / Quartier minier	Descriptif sommaire
AD Côte d'or	13 et 14 S24, 21J59, 1799W 20 à 28, 2025W 27 et 28	Chalencey, Saint-Bérain, Dheune, Vellerot	Plan d'exploitation, PV, descriptifs travaux
AD Saône-et-Loire	S1161, S1170 et S1171	Saint-Bérain, Forges et Chalencey	Décret, plan de surface, article de journaux, demande de concession, rapport d'expertise
DREAL BFC	-	Dheune, Fauches, Forges, Vellerot et Chalencey	DADT Fauches, décrets, PV
Archives Nationales	19771398-37, 38, 78 et 85 ; F14-3859, 3860, 3876, 3900, 3901, 3902, 7873, 7874, 8010, 8341, 8344, 8345, 18460, 18573, 18663, 18710 et 19022	Saint-Bérain, Chalencey, Fauches, Forges, Vellerot, Dheune	Plan d'exploitation, PV, descriptifs travaux
BRGM	CdF Fauches	Fauches	Plan, coupes, sondages
Académie François Bourdon	-	Chalencey, Dheune, Fauches et Saint-Bérain	Liste de documents

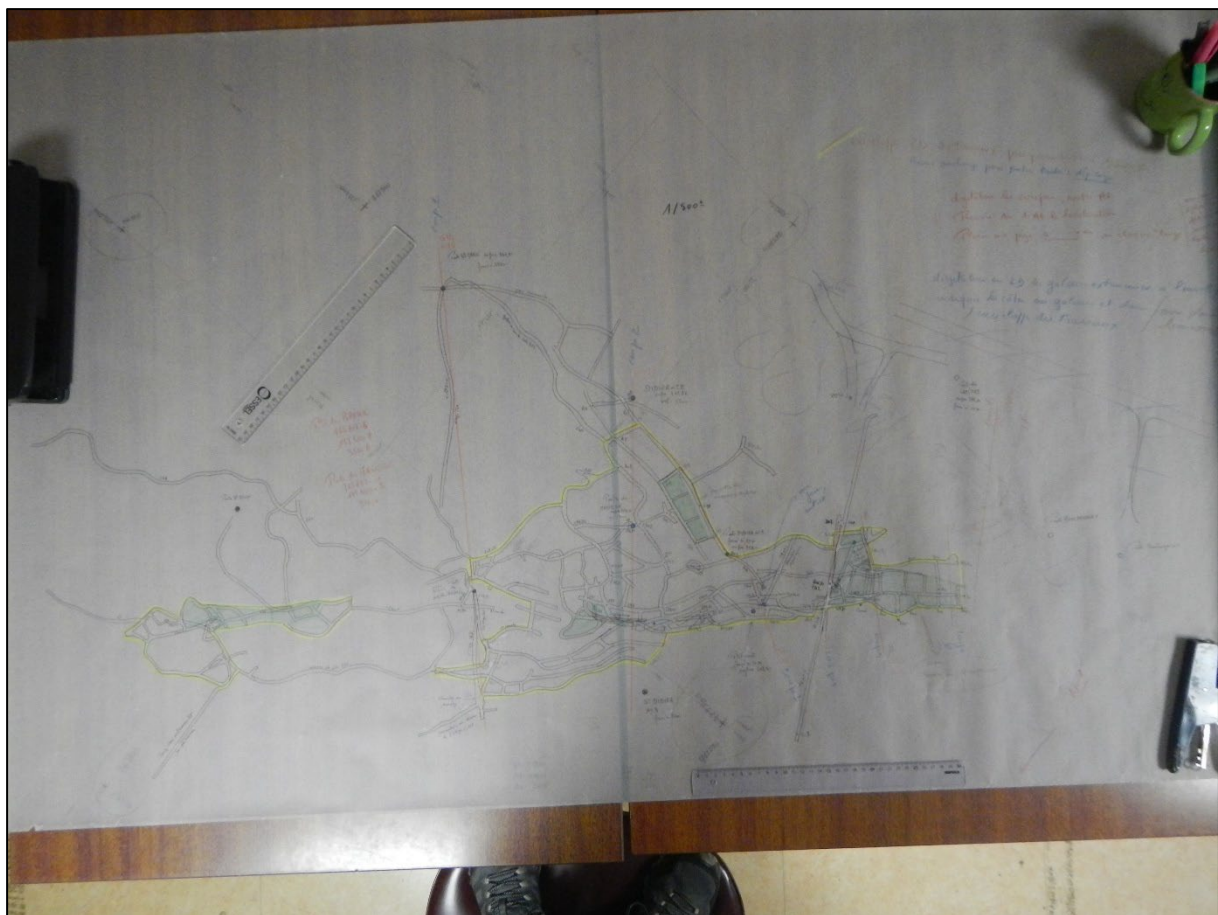
Annexe 3 : Aperçus des plans de mine représentatifs complémentaires



Plan 1 – Plan général des quartiers exploités de la concession de Saint-Bérain, de Vellerot et de Dheune



Plan 2 – Plan des travaux miniers aux sièges Sainte-Thérèse, Saint-François, Saint-Léon, Saint-Pierre, Saint-Jean et des Espagnols, et de Saint-Antoine (Quartier des Puits Jumeaux et de Saint-Léger)



Plan 3 – Cartographie des travaux souterrains dans la concession des Fauches

Annexe 4 : Reportage photographique



1. Vue du puits P045



2. Vue du puits P046



3. Vue du puits P026



4. Vue du puits P059



5. Vue du puits P022 avec le désordre D39



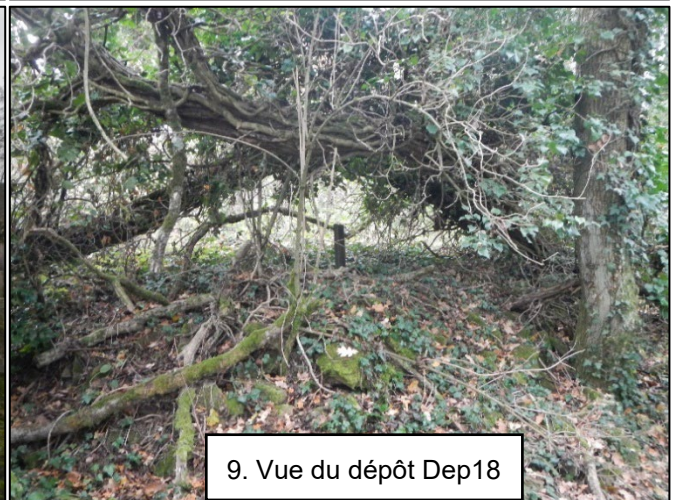
6. Vue du dépôt Dep08



7. Vue du dépôt Dep09



8. Vue du dépôt Dep01



9. Vue du dépôt Dep18



10. Vue du dépôt Dep17



11. Vue de la galerie G32



12. Vue de la descenderie Di13



13. Vue de la galerie G01



14. Vue de la descenderie Di39



15. Vue de la descenderie Di40



16. Vue du désordre D38



17. Vue du désordre D12



18. Vue des désordres D24 et D25



19. Vue des désordres D22 et D23



20. Vue du désordre D27



21. Vue du désordre D26



22. Vue du désordre D28



23. Vue du désordre D40



24. Vue du désordre D32



25. Vue du désordre D33

Annexe 5 : Liste des plans géoréférencés

Tableau 23 – Plans utilisés pour les concessions de Saint-Bérain, de la Dheune, de Vellerot, des Fauches et de Forges

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
Forges_1	Plan d'une demande en concession d'un terrain houiller sur les communes de Saint-Micaud, Saint-Martin d'Auxy, Saint-Privé et Marcilly	FORGES	Localisation Puits Lacarelle, Puits Neuf, puits abandonnés et sondages sur fond topo	Sans échelle	Non daté	GEODERIS	-	SCAN	BOU_71SM0012_Planloc01	6 points / Helmert	Forges_1_Helmert	Points calage : Croisement route. Le plan n'a pas de déformation, routes décalées d'environ 25 m des routes Scan25 (fond ayant 25 m incertitude).	50 m
Forges_2	Plan d'une demande en concession d'un terrain houiller sur les communes de Saint-Micaud, Saint-Martin d'Auxy, Saint-Privé et Marcilly	FORGES	Localisation Puits Lacarelle, Puits Neuf, puits abandonnés et sondages sur fond topo	1/10 000	25 août 1861	Archives Départementales de Saône et Loire	S1170	Photo	DSCN5428 à DSCN5437	4 points / Helmert	Forges_2_Helmert	Points calage : Croisement route. Le plan n'a pas de déformation, routes décalées d'environ 30 m des routes Ortho (fond ayant 1 m incertitude).	30 m
Forges_3	Croquis des travaux de la mine de Forges	FORGES	Plan des travaux au Puits Lacarelle, Puits d'aérage	2mm pour 1m	9 août 1846	GEODERIS	-	SCAN	BOU_71SM0012_Planmine01 BOU_71SM0012_Planmine02	3 points / Helmert	Forges_3_HelmertB	Points calage : Puits Lacarelle utilisé en point de référence puis calcul de 2 points. Calcul avec Nord hypothétique et 13 mm->10 m Incertitude identique au puits Lacarelle.	30 m
Forges_4	Cadastre Saint-Martin d'Auxin, Section C	FORGES	Position des puits (Puits Lucy, d'après M. le Maire) /baraquement sur fond cadastral	-	1847	Mairie Saint-martin d'Auxy	-	Photo	DSCN5894	3 points / Helmert	Forges_4_Helmert	Points calage : limite parcelle cadastrale.	15 m
Vellerot_1	-	VELLEROT	Limites de concessions et position des écluses. Indication travaux par 2 petits traits	Sans échelle	Non daté	Archives Nationales	19771398-37_IND1501	Photo	DSCN1240 à DSCN1241	4 points / Helmert	Vellerot_1_Helmert	Points calage : Croisement routes sur Scan25. Routes décalées d'environ 25 m des routes Scan25 (fond ayant 25 m incertitude).	50m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
StBerain_1	Schéma synthétique des travaux	SAINT BERAÏN	Puits Vigne, Puits Bocard, Puits Saint-Joseph, Puits du Nord, Puits de la Mouille, descenderie de la Mouille, Puits Saint-Martial, Puits Sainte-Barbe, Puits du Pavillon, Puits de la Cave, Puits Bonaventure, Puits Sainte-Rustique, Puits Saint-Félix, Puits de la Pointe du Bois, Puits de Cent Pieds, Puits des pompes, Puits des Battées, Puits du Levant N°1, Nouveau Petit Puits Saint-Charles, Puits Saint-Vincent, Ancien petit Puits Saint-Charles, Recherche de la Pointe du Bois, Recherche de la Grande Veine, Puits Clements, Puits des Briquetiers, Puits de Chailly, Ancien Puits	1/5000	Non daté	Archives Départementales Côte d'Or	2025 W 27	Photo + Scan	DSCN4933 à DSCN4979 + SCAN "FRAD021_0 02025W_002 7_00001"	17 points / Helmert	StBerain_1_Helmert	Points calage : Croisement routes sur Ortho + ouvrages vu relevés dGPS et ouvrages faible incertitude. Ouvrages relevés au dGPS décalés de 50 m par rapport au plan.	50 m
StBerain_2	Exploitation de Monsieur Hardy à la Gagère	SAINT BERAÏN	Travaux/Ouvrages/Surface sur fond cadastral	1/1000	13 avril 1945	Archives Nationales	19771398-85_IND15 49	Photo	DSCN1560	6 points / Helmert	StBerain_2_Helmert	Points calage : parcelles cadastrales et TB gagère retrouvé sur terrain.	5 m
StBerain_3	Plan d'ensemble des travaux	SAINT BERAÏN	Siège Sainte-Thérèse, Saint-François, Régnier Couches 2 et 3, Saint-Jean, Saint-Léon, Saint-Pierre, Bois Perrot, Espagnols, Saint-Antoine	1/1000	Février 1953	Archives Départementales Côte-d'Or	2025 W 27	Photo + Scan	DSCN4876 à DSCN4898 + SCAN "FRAD021_0 02025W_002 7_00002"	8 points / Helmert	StBerain_3_Helmert	Points calage : Route sur fond Ortho + éléments relevés sur le terrain (découvertes, désordres, bâtiments, puits St-Léger 2). Décalage de 10 m des éléments relevés sur le terrain/Carroyage de 103 m de côté au lieu de 100 m.	10 m
StBerain_4	Extrait du plan cadastral de la commune de Saint-Léger sur Dheune - Lieu-dit Les Fourneaux	SAINT BERAÏN	Localisation Puits Saint-Léger sur fond cadastral	1/2500	20 octobre 1880	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5293 à DSCN5296	4 points / Helmert	StBerain_4_Helmert	Points calage : Routes et parcelles 1820 BD Parcellaire.	5 m
StBerain_5	Plan à l'appui de la demande en autorisation pour l'établissement d'un nouveau puits A sur un terrain A amodié à cet effet par la compagnie de Saint-Bérain	SAINT BERAÏN	Localisation nouveau puits et anciens puits sur fond parcelles cadastrales	1/1000	23 octobre 1854	GEODERIS	-	Photo	BOU-71SM0033-Planloc01-a	4 points / Helmert	StBerain_5_Helmert	Points calage : Routes et parcelles 1820 BD Parcellaire.	5 m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
StBerain_6	Demande en autorisation pour le fonçage du puits des Carrières	SAINT BERAÏN	Localisation Puits des Carrières, Puits du Nord, Descenderie, Galerie d'écoulement, Puits Saint-Joseph, Puits de la Mouille, ancien puits, Puits Sainte-Barbe sur fond parcelles cadastrales	1/1000	14 juillet 1855	Archives Départementales de Saône et Loire + GEODERIS	S1161 + GEODE-RIS	Photo + Scan	BOU-71SM0033-Planmine01	4 points / Helmert	StBerain_6_Helmert	Points calage : Routes et parcelles 1820 BD Parcellaire.	3 m
StBerain_7	Plan des terrains et bâtiments avoisinant le nouveau puits dit Puits Saint-Louis	SAINT BERAÏN	Localisation Puits Saint-Louis et Puits de la Vigne sur fond cadastral	1 mm pour 1 m	25 août 1856	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5297 à DSCN5304	3 points / Helmert	StBerain_7_Helmert	Points calage : levés dGPS (bâti, route) + puits st louis.	3 m
StBerain_8	Plan annexé à la demande en autorisation du creusement d'un nouveau puits	SAINT BERAÏN	Localisation nouveau Puits (Puits du Parc) sur fond parcelles cadastrales	1/2500	7 juillet 1864	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5373 à DSCN5376	4 points / Helmert	StBerain_8_Helmert	Points calage : Routes et bâtiments sur BD parcellaire.	5 m
StBerain_SectionB	Section B du cadastre 1820 de Saint-Bérain sur Dheune	SAINT BERAÏN	Localisation Puits du Nord	-	1829	Archives Départementales de Saône et Loire	Archives Internet-Cadastre scanné	Scan téléchargé	AD071_StBerain_SectionB	3 points / Helmert	StBerain_SectionB_Helmert	Points calage : Routes avec Scan 25.	
StBerain_9	Demandes en concession de Saint-Bérain Sur Dheune, Travaux actuels de la région de Saint-Léger	SAINT BERAÏN	Puits et descenderies sur parcelles cadastrales	1/1000	Non daté	Archives Nationales	19771398-38_IND15 02	Photo	DSCN1434 à DSCN1441	3 points / Helmert	StBerain_9_Helmert_non prio	Points calage : Route sur BD parcellaire.	3 m
StBerain_10	Plan des travaux du Puits de la Charbonnière	SAINT BERAÏN	Plan des travaux - Détail Puits de la Charbonnière, Puits des Quatre Bras	0,002 pour mètre	Non daté	Archives Nationales	F-14-8344	Photo	DSCN1973	3 points / Helmert	StBerain_10_Helmert	Points calage : Puits Charbonnière retrouvé sur terrain + 2 bâtiments rue des 4 Bras.	5 m
StBerain_11	Plan des ouvrages du Puits de la Mouille	SAINT BERAÏN	Travaux - Détail Puits de la Mouille, Puits du Nord, Descenderie, Descenderie du Puits du Nord, Puits Saint-Joseph, Puits du Bocard	0,002m pour 1m	22 février 1831	Archives Départementales Côte d'Or	21 J 59	Photo	DSCN5210	5 points / Helmert	StBerain_11_Helmert	Points calage : Puits de la Mouille, Puits St Joseph et descenderies du plan StBerain_6_Helmert Décalage de 3 à 5 m avec plan StBerain_6 (qui a 3 m d'incertitude).	8 m
StBerain_12	Plan des travaux du Puits Saint-Louis dans la couche de la Vigne	SAINT BERAÏN	Travaux - Détails Puits Saint-Louis, Descenderie de la Vigne, Puits de la Vigne, Puits dans la Vigne, Puits du Pavillon, Puits Sainte-Bonaventure, Puits de la Cave, Puits du Bocard, Descenderies	1/1000	27 août 1895	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5315	7 points / Helmert	StBerain_12_Helmert	Points calage : Puits St Louis, puits bocard Routes, 2 Bâtiments.	10 m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
StBerain_13	Plan des travaux du Puits Saint-Léger 1 dans la 1 ^{ère} couche intermédiaire	SAINT BERAÏN	Travaux - Détails Puits Saint-Léger 1, Puits Saint-Léger 2, Puits Jumeaux + Limites "appauvrissement en charbon"	1/1000	18 mars 1895	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5314	4 points / Helmert	StBerain_13_Helmert	Points calage : puits St Léger 1 et puits St Léger 2 + 2 points sur StBerain_3_Helmert Ouvrages décalés de 5 m des Puits St Léger 1 et 2 (3m incertitude). Incertitude égale au Plan3 (10m).	10 m
StBerain_14	Plan pour extension de demande en concession de mines	SAINT BERAÏN	Position Puits Saint-Louis, Puits du Parc, Puits Solnas, Puits Jumeaux, Anciens puits Galeries de recherches.	1/10 000	1er février 1910	Archives Nationales	19771398-38_IND15 02	Photo	DSCN1332	5 points / Helmert	StBerain_14_Helmert	Points calage : Routes. Ouvrages relevés sur terrain ou plan décalés de 5 m à 90 m. Emprise du puits Solnas de 14 m de diamètre. Routes peu décalées.	50 m
StBerain_15	Travaux de la Gagère	SAINT BERAÏN	Gagère Travaux antérieurs à 1900, travaux de 1900, travaux après 1900 Travaux/Ouvrages/Surface Puits 1, Puits Bête 1, Puits 2, Puits Bête 2	1/1000	Non daté	Archives Nationales	19771398-37_IND15 01	Photo	DSCN1272	4 points / Helmert	StBerain_15_Helmert	Points calage : parcelles cadastrales. TB gagère retrouvé sur terrain peu décalé.	5 m
StBerain_16	Grande Couche des arrières. Plan des travaux exécutés depuis le 12 janvier 1922	VELLEROT	Grande couche des carrières. Travaux/Ouvrages/Surface Puits du Parc, Puits Mouly	1/1000	Non daté (après 1922)	Archives Nationales	19771398-37_IND15 01	Photo	DSCN1202	3 points / Helmert	StBerain_16_Helmert	Points calage : parcelles et habitations. Peu de décalage avec éléments retrouvés sur le terrain (puits du parc, exhauve ocre) et habitations.	5 m
StBerain_17	Plan des travaux exécutés dans la Grande Couche des Carrières depuis le 12 janvier 1922	DHEUNE	Grande couche des carrières. Travaux/Ouvrages/Surface/ Affleurement Puits des Carrières	1/1000	Non daté (après 1922)	Archives Nationales	19771398-37_IND15 01	Photo	DSCN1216	6 points / Helmert	StBerain_17_Helmert	Points calage : habitations, routes et puits Carrière levé au dGPS. Décalage route et habitation de 5 m max.	5 m
StBerain_18	Plan d'ensemble des travaux	SAINT BERAÏN	Travaux/Ouvrages/Surface Sièges : Saint-Louis, Molière, Vieille Verrerie, Saint-François, Saint-Jean, Saint-Antoine. Nombreux ouvrages	1/1000	25 novembre 1947	Archives Nationales	19771398-85_IND15 49	Photo	DSCN1523	9 points / Helmert	StBerain_18_Helmert	Points calage : Puits St Louis, routes et ouvrages travaux présents sur Plan12. Décalage de moins de 5 m avec route et éléments du Plan12 + Carroyage non déformé d'environ 100 m.	5 m
StBerain_19	Plan d'ensemble des travaux	SAINT BERAÏN	Travaux/Ouvrages/Surface Sièges : Saint-Louis, Molière, Vieille Verrerie, Saint-François, Saint-Jean, Saint-Antoine. Nombreux ouvrages	1/1000	25 novembre 1947	Archives Nationales	19771398-85_IND15 49	Photo	DSCN1524	7 points / Helmert	StBerain_19_Helmert	Points calage : routes, ouvrages du Plan18 et éléments levés au dGPS. Peu de décalage avec les routes mais plan déformé (plis) et éléments décalés d'environ 10 m à l'ouest du plan.	10 m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
StBerain_20	Carte géologique et zones de vieux travaux importants	SAINT BERAÏN	Localisation à la main : Recherche des 4 vents, galerie de la Dheune, Puits de l'Etang, Puits du Canal, Puits de recherche, Puits de la Giraudière, Puits de Charost, Puits Morveau, Puits de la Citadelle, Puits du Parc, Ancien puits du Parc, Puits de Charbonnière, Puits de la Vigne, Puits de la Molière, Puits des Carrières, Puits Saint-Léger 2, Puits Saint-Léger 1, Puits Jumeaux, Puits des Clos	1/2500 0	Non daté	Archives Départementales Côte d'Or	2025 W 27	Photo	DSCN4923	5 points / Helmert	StBerain_20_Helmert	Points calage : routes sur fond orthophotoplan. Décalage des routes et des zones de travaux gagère de 80 m max.	50 m
StBerain_21	Etablissement d'un puits en B	SAINT BERAÏN	Localisation nouveau Puits sur fond parcelles cadastrales (d'après rapport, fonçage autorisé au point B, parcelle 144, section A)	1/1000	30 avril 1858	Archives Départementales de Saône et Loire	S1161	Photo	DSCN5261	5 points / Helmert	StBerain_21_Helmert	Points calage : angle parcelles cadastrales (confirmé via calage Cadastre Section A de 1812).	5 m
StBerain_22	Siège Sainte-Thérèse	SAINT BERAÏN	Travaux au siège Sainte-Thérèse	1/1000	21 juin 1948	Archives Départementales Côte d'Or	2025 W 27	Photo	DSCN4850	4 points / Helmert	StBerain_22_Helmert	Points calage : éléments relevés au dGPS sur le terrain + travaux du Plan19. Décalage avec les éléments relevés au dGPS de 5 m.	5 m
StBerain_23	Mine de Saint-Bérain, Plan d'aérage	SAINT BERAÏN	Plan aérage - Détail Puits de la Charbonnière + Descenderies	1/2000	20 avril 1898	Archives Nationales	F-14-8345	Photo	DSCN1986	5 points / Helmert	StBerain_23_Helmert	Points calage : galeries du plan StBerain_10_Helmert. Incertitude identique au plan10.	5 m
StBerain_24	Mine de Saint-Bérain, Plan	SAINT BERAÏN	Coupe + Plan schématique Travaux/Ouvrages/Surface/Géologie Couches St Léger, Intermédiaire, Charbonnière (Bois Perrot), Carrières (Parc, Vigne), Gagère	1/1000	26 août 1892	Archives Nationales	F-14-8344	Photo	DSCN1957	14 points / Helmert	StBerain_24_Helmert	Points calage : ouvrages vus et relevés au dGPS lors de la visite de terrain Décalage de 30 m en moyenne avec les éléments relevés sur le terrain et ouvrages à faible incertitude	30 m
StBerain_25	Mines de Saint-Bérain et de Saint-Léger sur Dheune Plan général d'une partie de la surface houillère de la concession	SAINT BERAÏN	Puits Affleurements Vieux ou anciens puits abandonnés	1/10 000	Non daté	Archives Nationales	F-14-7873	Photo	DSCN2077	12 points / Helmert	StBerain_25_Helmert	Points calage : Routes (ortho) + ouvrages avec faible incertitude. Globalement, les routes sont bien calées (entre 20 et 80 m) mais les ouvrages connus et de faible incertitude peuvent être décalés de 200 m.	> 100 m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
Fauches_1	Plan des contraintes minières - Charbonnages de France	FAUCHES	Localisation des ouvrages, travaux et limites de concession des Fauches	1/5000	Juillet 2004	DREAL	Carton Fauches	Scan	CDF_FAUCHES_CONTRAINTES_20041110T0937	8 points / Helmert	Fauches_1_Helmert	Points calage : parcelles cadastrales Routes plan-ortho décalées de 5 m. Ouvrages non visibles : 15 m de rayon d'incertitude Ouvrages connus : 7 m de rayon d'incertitude.	7 à 15 m
Fauches_2	Plan d'ensemble des concessions des Fauches et Longpendu	FAUCHES	Localisation de puits : LONGPENDU - Puits Longpendu, Puits Ste Barbe, Puits Voisottes, Puits Louise. FAUCHES - Puits Sainte-Marie, Puits du Breuil, Puits Saint-Eloi, Puits Saint-Julien, Galerie Bonde, Puits n°1, Puits n°2	1 mm pour 10 m	Non daté	BRGM Orléans	CdF_LesFauches_Vt 7/1	Photo	DSCN5713	9 points / Helmert	Fauches_2_Helmert	Points calage : Routes sur fond orthophotoplan + carreau mine. Décalage de 50 m entre les routes/éléments vus sur le terrain et le plan calé.	50 m
Fauches_3	Plan d'ensemble de la concession des Fauches	FAUCHES	Travaux + Ouvrages. LONGPENDU : Puits Montaigu 1 et 2 FAUCHES : Puits des limites, Puits Didier 2, Puits Didier 3, Puits Sainte-Marie, Puits du Breuil, Puits Saint-Julien, Puits Neuf de Julien, TB de Morande, Puits de Montaubry 1, Puits de Montaubry 2	1/5000	12 septembre 1917	BRGM Orléans	CdF_LesFauches_Vt 7/1	Photo	DSCN5723	12 points / Helmert	Fauches_3_Helmert	Points calage : Routes et éléments du carreau de mine. Routes et éléments décalés de 15 m.	15 m
Fauches_4	Plan d'ensemble de la concession des Fauches	FAUCHES	Travaux + Ouvrages. LONGPENDU : Puits Montaigu 1 et 2 FAUCHES : Puits des limites, Puits Didier 2, Puits Didier 3, Puits Ste Marie, Puits du Breuil, Puits St Julien, Puits Neuf de Julien, TB de Morande, Puits de Montaubry 1, Puits de Montaubry 2	1/5000	12 septembre 1917	BRGM Orléans	CdF_LesFauches_Vt 7/1	Photo	DSCN5725	6 points / Helmert	Fauches_4_Helmert	Points calage : parcelles cadastrales et routes sur orthophotoplan Routes et parcelles décalées en moyenne de 30 m.	30 m
Fauches_5	Houillère des Fauches	FAUCHES	Localisation des travaux aux Puits Sainte-Marie, Puits du Manège, Puits des Échelles, Puits du Breuil, Puits Saint-Eloi, Puits St Didier	0,001 par mètre	19 août 1858	GEODERIS	-	Scan	BOU_71SM0068_Planmine01	3 points / Helmert	Fauches_5_Helmert	Points calage : puits Manège, Marie, Breuil, localisés à 7 m près via DADT.	7 m
Fauches_6	Plan des travaux exécutés au Puits du Breuil	FAUCHES	Travaux - Détail Puits du Breuil, Puits du Manège, Puits Saint-Didier, Puits Saint-Didier n°2	0,002 pour mètre		BRGM Orléans	CdF_LesFauches_Vt 1/1	Photo	DSCN5793	4 points / Helmert	Fauches_6_Helmert	Points calage : puits Manège, Breuil et St Didier 2 et 3 localisés à 7 m près via DADT et Fauches_5_Helmert.	7 m

Identifiant	Titre	Concession	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Format (scan/photo)	Nom Fichier non calé	Points Calage	Nom Fichier Calé	Observation Calage	Incertitude globale Plan
Fauches_7	-	FAUCHES	Calque de travail - Travaux des Fauches + Ouvrages Puits Saint-Eloy, Puits du Breuil, Puits Saint-Didier 1-2-3, Puits du Manège, Petit Puits, Puits Sainte-Marie, Puits des Limites	1/500	Non daté	BRGM Orléans	CdF_LesFauches_Vt 8/1	Photo	DSCN5731	5 points / Helmert	Fauches_7_Helmert	Points calage : puits Manège, Marie, Breuil et St Didier + route.	7 m

ID	Titre	Secteur / Quartier minier	Descriptif	Échelle	Date	Lieu d'archivage	Référence archives	Géoréf. (O/N)	Format (scan/photo)	Incertitude globale (m)
1	Plan de la mine de fer de Chalencey, certifié conforme au plan annexé à l'ordonnance du 17 juillet 1837 enregistrée sous le numéro 3015.	Secteurs des Chaumottes et de Foissons	Plan des puits de la concession de Chalencey	-	1837	DREAL	Point BSS002FBRK-09681X4003/GT, T318035	O	photo	10 m pour l'ensemble du plan
2	Mine de Chalencey, projet d'une galerie d'écoulement	Secteur des Tilles	Plan des puits et d'une galerie d'écoulement	-	1844	AD Saône et Loire	Carton S1171, Photographies DSCN5457-5465	O	photo	10 m pour l'ensemble du plan
3	Rapport de l'Ingénieur en chef des Mines du sous arrondissement de Chalon-sur-Saône, octobre 1919. Mines de fer de Chalencey. Plan général de la concession et de l'exploitation.	Secteur de Chalencey	Plan des ouvrages miniers et des secteurs exploités	1/2500	1914	Infoterre BSS, BRGM	Point BSS001LWYN (05527XX4002/GT)	O	photo	10 m pour l'ensemble du plan

Tableau 24 – Plans utilisés pour la concession de Chalencey

Annexe 6 : Cartes informatives

(Hors texte)

Carte informative central-Est

Communes de Saint-Bérain-sur-Dheune, Barizey, Chatel-Moron, Jambles et Saint-Hélène (71)

Légende :

Limites administratives

Concession

Pemis d'exploitation

Commune

Désordres

Désordre d'origine minière

Dépôts

Halde - Terril - Verse

Ouvrages

Puits matérialisé

Puits localisé

Galerie matérialisée

Galerie localisée

Descenderie matérialisée

Descenderie localisée

Installations

Installation minière de surface

Eaux minières

Exhaure

Emprise d'exploitation

Travaux localisés suite à EDA

Zone potentiellement exploitée d'après EDA

Travaux de surface

Découverte - Mine à ciel ouvert

Tranchée - Grattage

Travaux souterrains

Galerie - Bure - Travers-banc

Déplage

Travaux miniers indifférenciés

Echelles :

Secteur : 1/100000

Localisation : 1/40000

ZOOM : 1/3000

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-238FC22050

08/2023

Annexe 5

Carte informative secteur Nord

Communes de Couches, Saint-Jean-de-Trezy, Saint-Pierre-de-Varennes et Saint-Firmin (71)

Légende :

Limites administratives

Commune

Ouvrages

Puits localisé

Emprise d'exploitation

Travaux localisés suite à EDA

Zone potentiellement exploitée d'après EDA

Travaux souterrains

Galerie - Bure - Travers-banc

Travaux miniers indifférenciés

Echelles :

Secteur : 1/125000

Localisation : 1/30000

ZOOM : 1/5000

GEODERIS

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 5

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

08/2023

This topographic map displays the northern sector of the study area. It features administrative boundaries for the communes of Couches, Saint-Jean-de-Trezy, Saint-Pierre-de-Varennes, and Saint-Firmin. Mining areas are highlighted in yellow, including Chalancey, Dheune, Vellerot, Saint-Berain, Fauches (Les), and Forges. A scale bar indicates distances up to 10 km.

This aerial photograph shows a detailed view of the mining area, which is highlighted with a yellow hatched pattern. Numerous numbered points (P147, P148, P149, P150, P151, P152, P141, P154, P162, P163, P164, P165, P166, P157, P158, P142, P143, P144, P145) are marked on the map. A scale bar indicates distances up to 200 m.

This topographic map shows the entire study area, including the communes of Couches, Saint-Jean-de-Trezy, Saint-Pierre-de-Varennes, and Saint-Firmin. A red box labeled 'ZOOM' indicates the area shown in the aerial photograph. A scale bar indicates distances up to 4 km.

0 2 4 km

Communes d'Essertenne, Morey, Perreuil et Villeneuve-en-Montagne (71)

Limites administratives

Installations

Désordres

 Désordre d'origine minière

Emprise d'exploitation

 Travaux localisés suite à EDA

Ouvrages

- Puits localisé

 Galerie matérialisée

 Galerie localisée

◆ Descenderie localisée

 Forage - Sondage de recherche localisé

Travaux souterrains

☐ Galerie - Bure - Travers-banc

 Travaux miniers indifférenciés

Echelles :

Secteur : 1/150000

Localisation : 1/30000

ZOOM 1, 2 et 3 : 1/2500

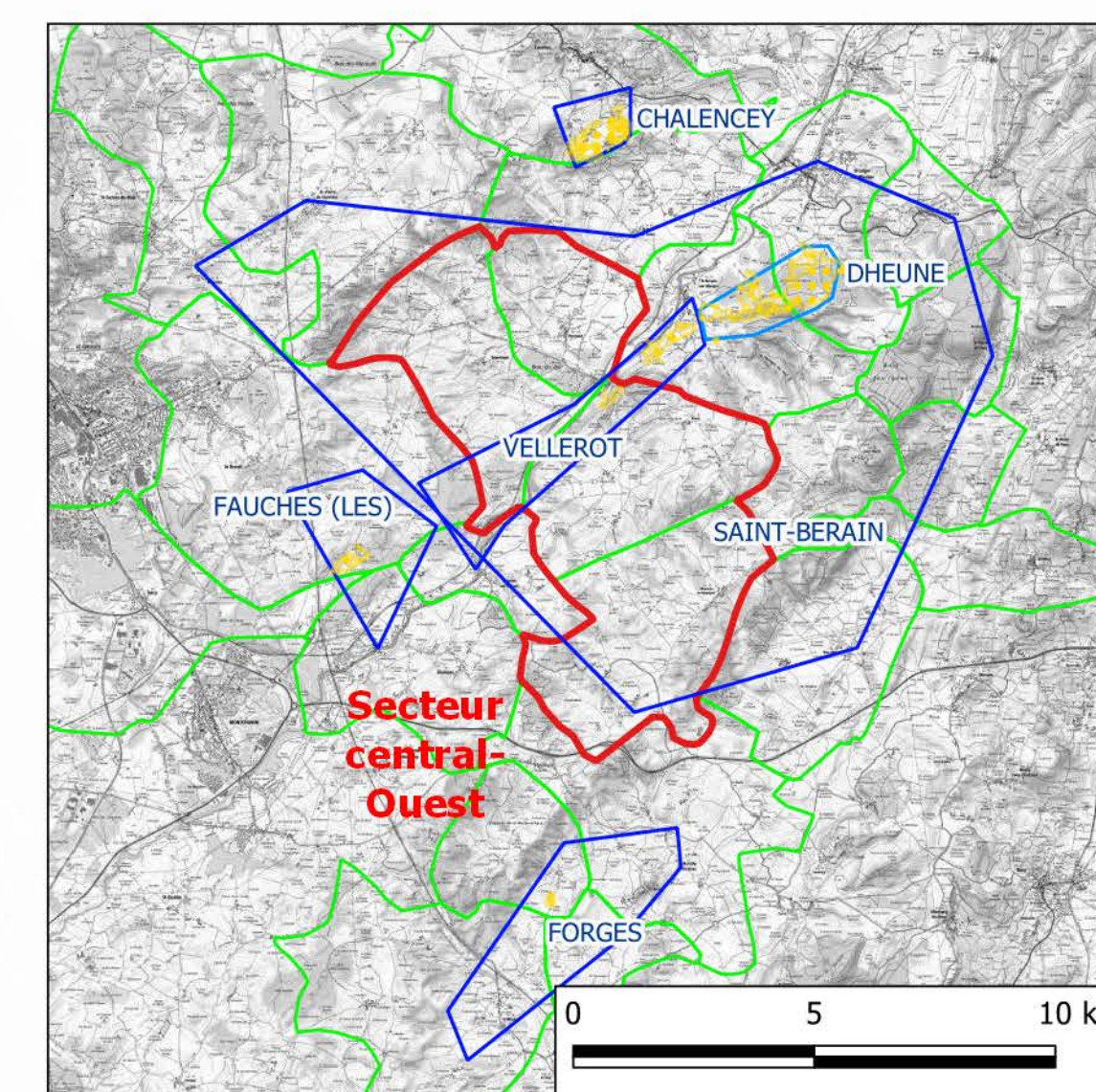
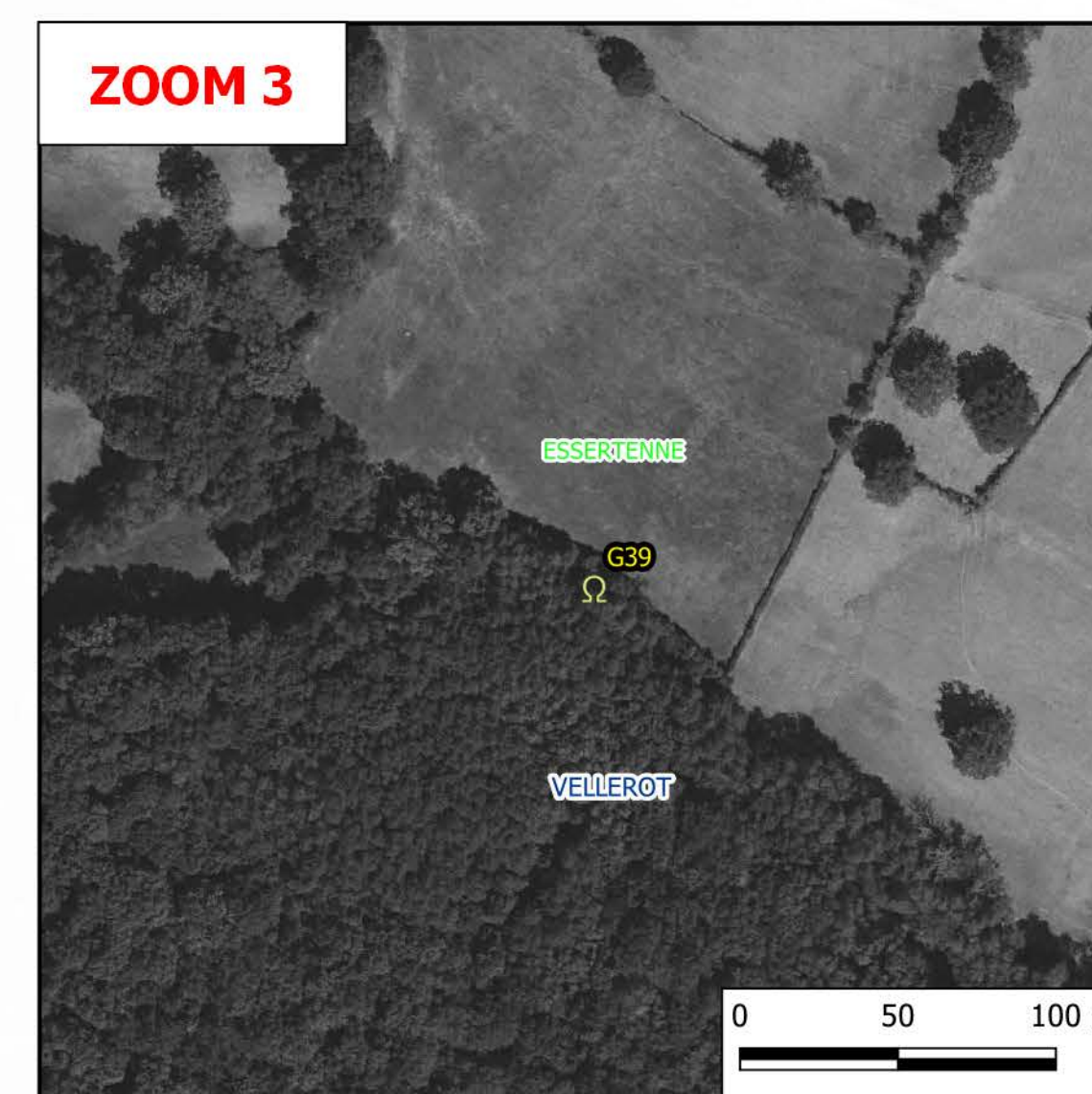
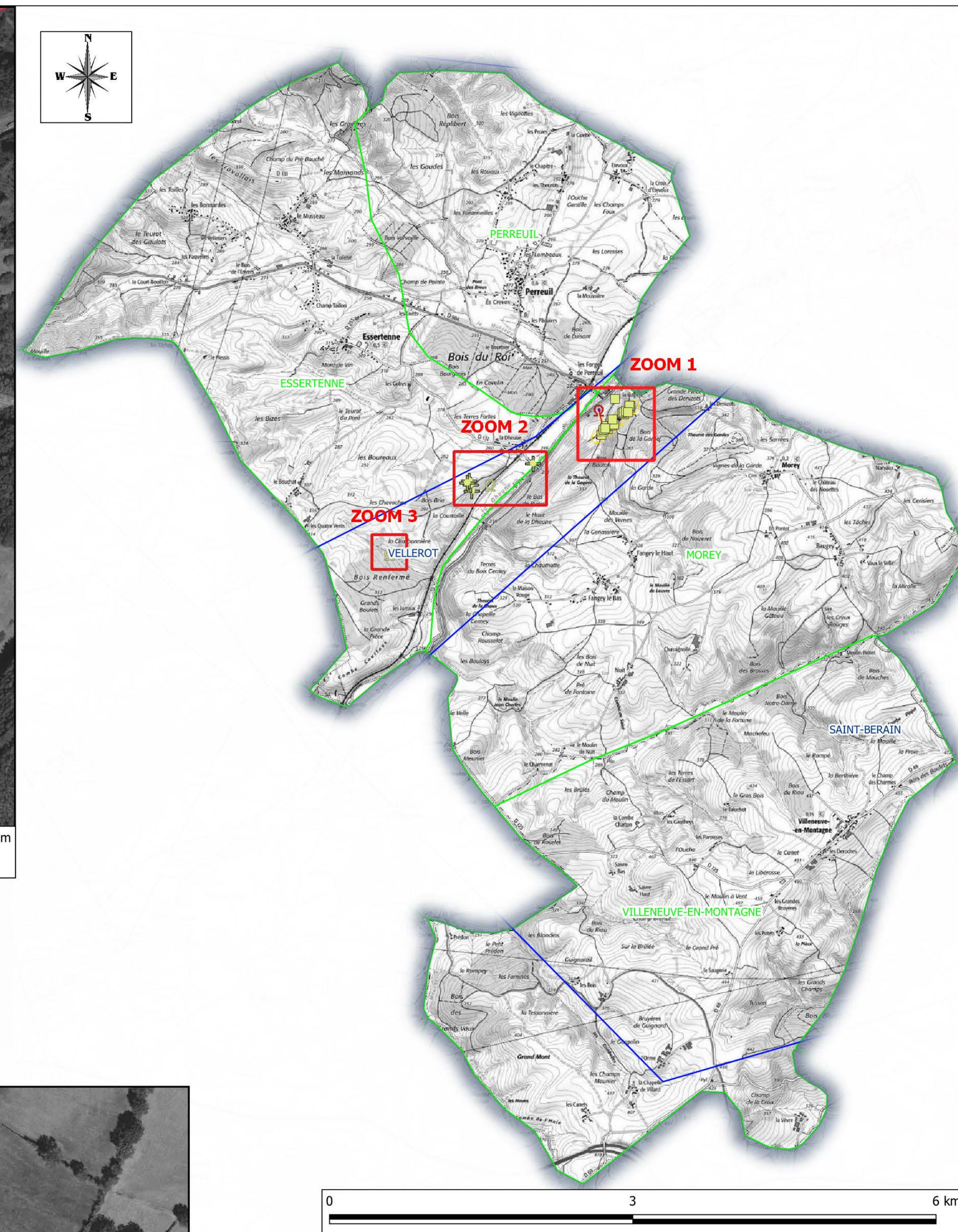
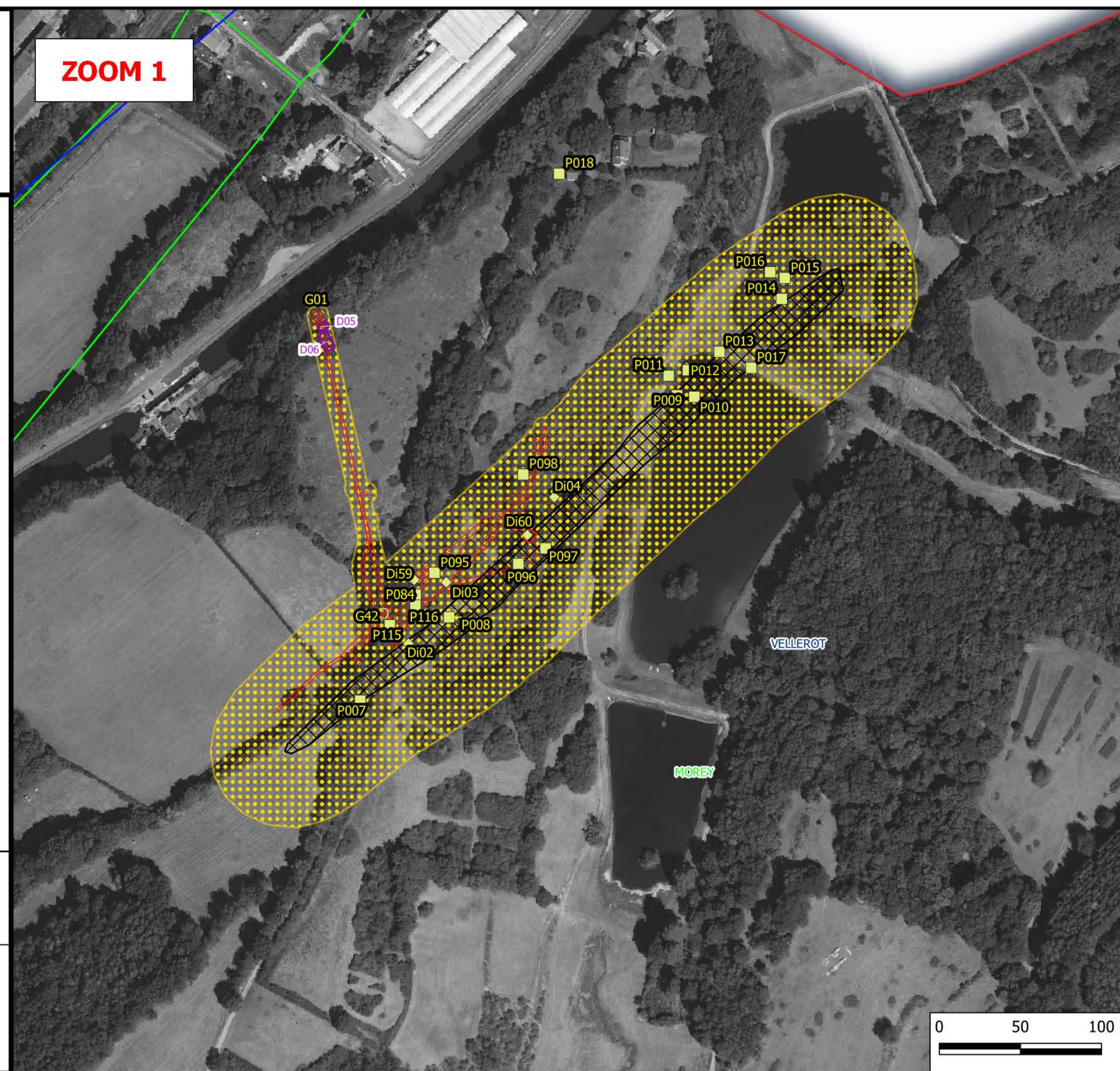
Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

Annexe 5

08/2023



Carte informative secteur Ouest

Communes du Breuil, Torcy, Ecuisses et Saint-Julien-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

Communes

Concession

Désordres

Désordre d'origine minière

Installation

Installation minière de surface

Eaux minières

Exhaure

Ouvrages

Puits matérialisé

Puits localisé

Descenderie matérialisée

Forage - sondage de recherche localisé

Emprise d'exploitation

Travaux localisés suite à EDA

Travaux souterrains

Galerie - Bure - Travers-banc

Travaux miniers indifférenciés

Echelles :

Secteur : 1/150000

Localisation : 1/40000

ZOOM 1, 2, 3 et 4 : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS

Annexe 5

08/2023

This topographic map shows the geographical context of the study area. The communes of Le Breuil, Torcy, Ecuisses, and Saint-Julien-sur-Dheune are outlined in green. The 'Secteur Ouest' is highlighted in red. Four specific areas are marked with red boxes and labeled ZOOM 1, ZOOM 2, ZOOM 3, and ZOOM 4. A scale bar at the bottom indicates distances up to 6 km.

Aerial photograph ZOOM 1 showing the area around Le Breuil and Torcy. A scale bar at the bottom indicates distances up to 100 m.

Aerial photograph ZOOM 2 showing the area around Torcy and Ecuisses. A scale bar at the bottom indicates distances up to 100 m.

Aerial photograph ZOOM 3 showing the area around Fauches (les) and Torcy. A scale bar at the bottom indicates distances up to 100 m.

Topographic map of the sector Ouest showing the communes of Chaleney, Dheune, Vellerot, Saint-Berain, Fauches (les), Forges, and Torcy. A scale bar at the bottom indicates distances up to 10 km.

Aerial photograph ZOOM 4 showing the area around Le Breuil and Fauches (les). A scale bar at the bottom indicates distances up to 100 m.

Carte informative secteur Est

Communes de Saint-Léger-sur-Dheune, Charrecey et Saint-Mard-de-Vaux (71)

Légende :

Limites administratives

Concession

Permis d'exploitation

Commune

Désordres

Désordre d'origine minière

Dépôts

Halde - Terril - Verse

Ouvrages

Puits matérialisé

Puits localisé

Galerie matérialisée

Galerie localisée

Descenderie matérialisée

Descenderie localisée

Installations

Installation minière de surface

Installation minière de surface ou souterraine

Emprise d'exploitation

Travaux localisés suite à EDA

Travaux de surface

Découverte

Indice de travaux

Travaux souterrains

Galerie - Bure - Travers-banc

Dépilage

Travaux miniers indifférenciés

Echelles :

Secteur : 1/150000

Localisation : 1/30000

ZOOM : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 5

08/2023

GEODERIS

Secteur Est

CHALENCEY

FAUCHES (LES)

VELLEROT

DHEUNE

SAINT-BERAIN

FORGES

0 5 10 km

ZOOM

0 100 200 m

ZOOM

0 1 2 km

Carte informative secteur Sud

Communes de Saint-Martin-d'Auxy, Marcilly-les-Buxy, Saint-Micaud et Saint-Privé (71)

Légende :

Limites administratives

- Commune
- Concession

Ouvrages

- Puits localisé
- Descenderie localisée

Emprise d'exploitation

- Travaux localisés suite à EDA
- Zone potentiellement exploitée d'après EDA

Travaux souterrains

- Galerie - Bure - Travers-banc

Echelles :

Secteur : 1/200000
Localisation : 1/30000
ZOOM 1 et 2 : 1/2500

Fonds cartographiques :

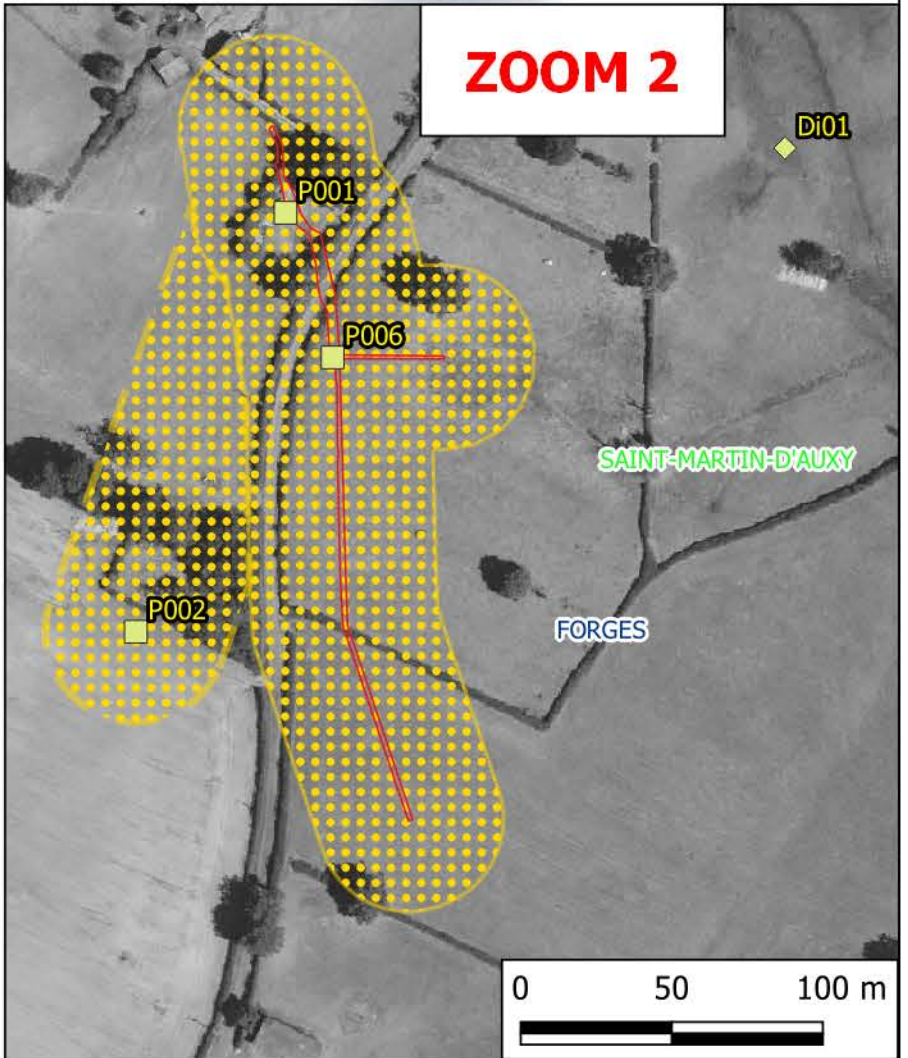
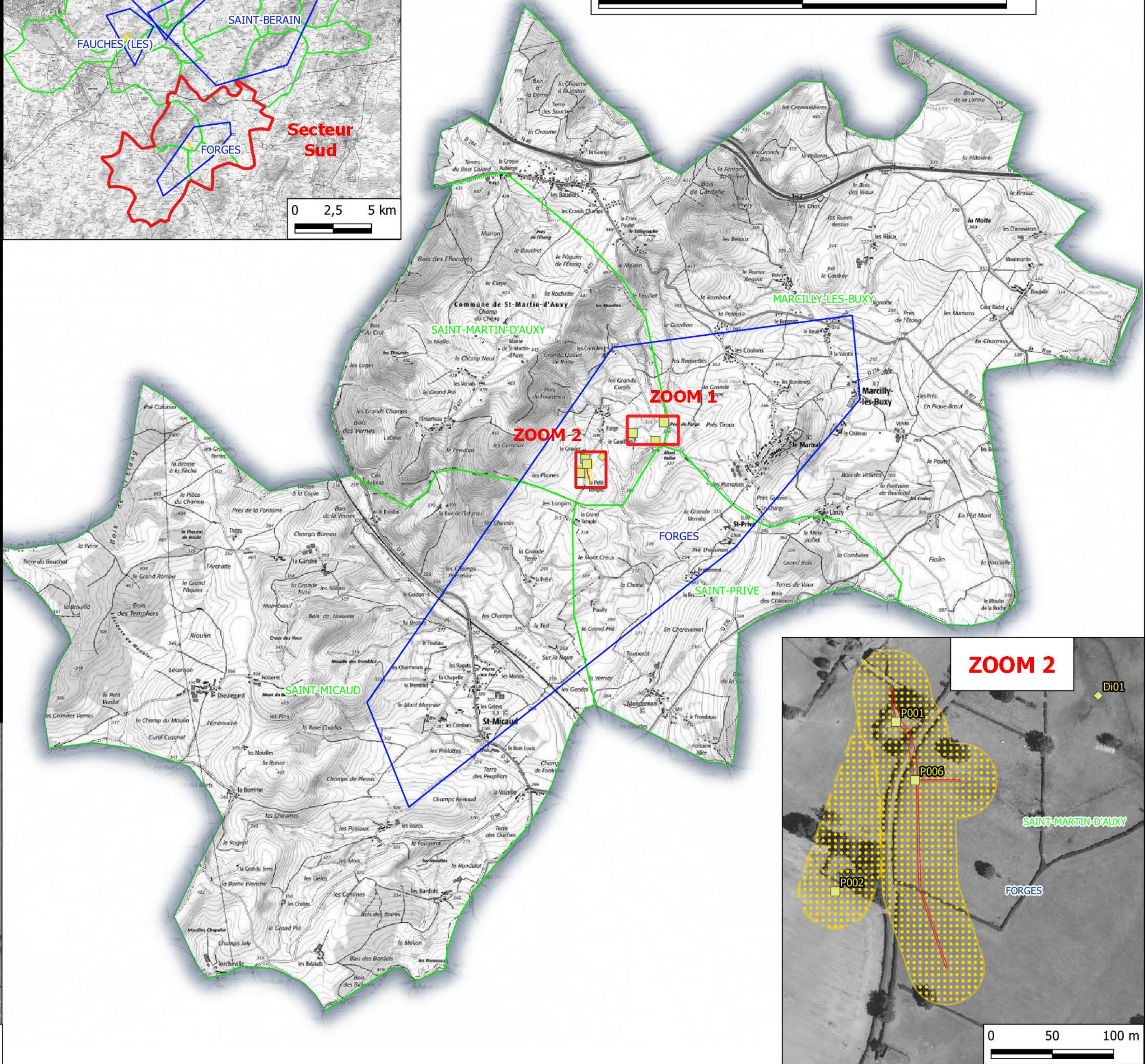
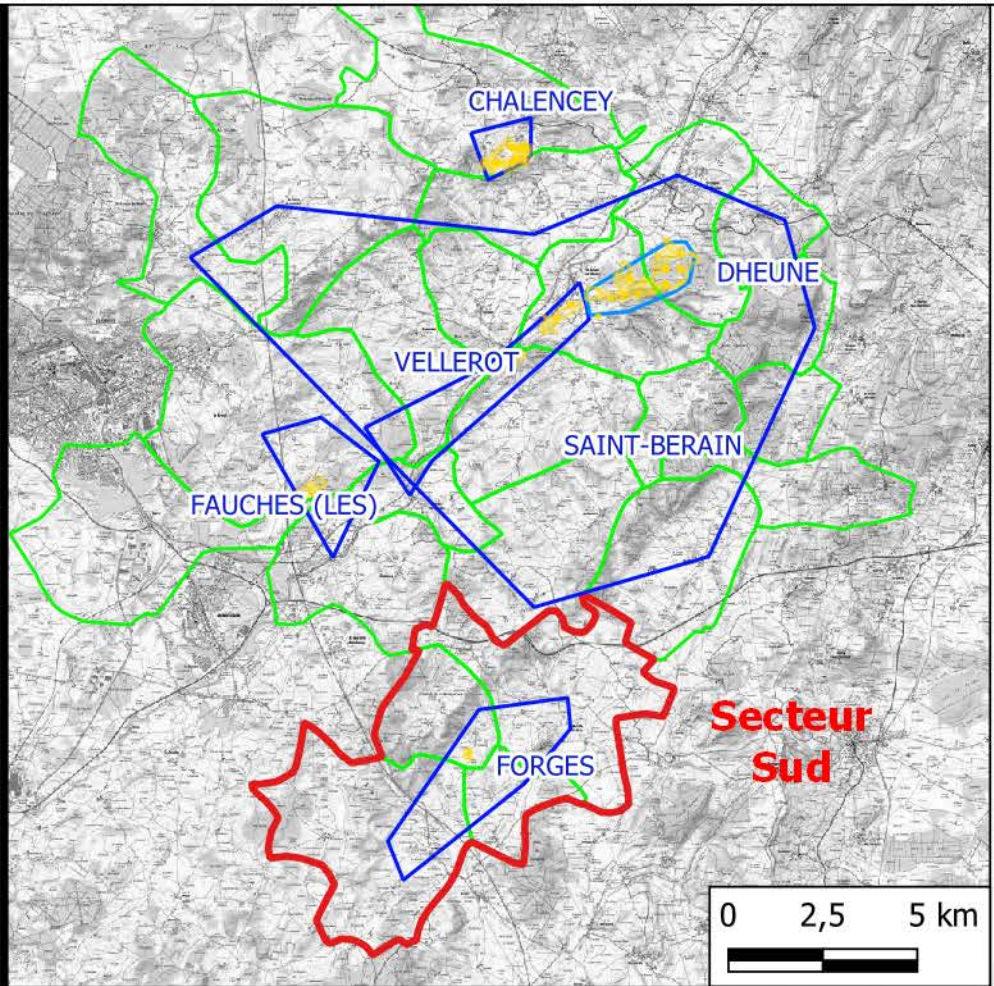
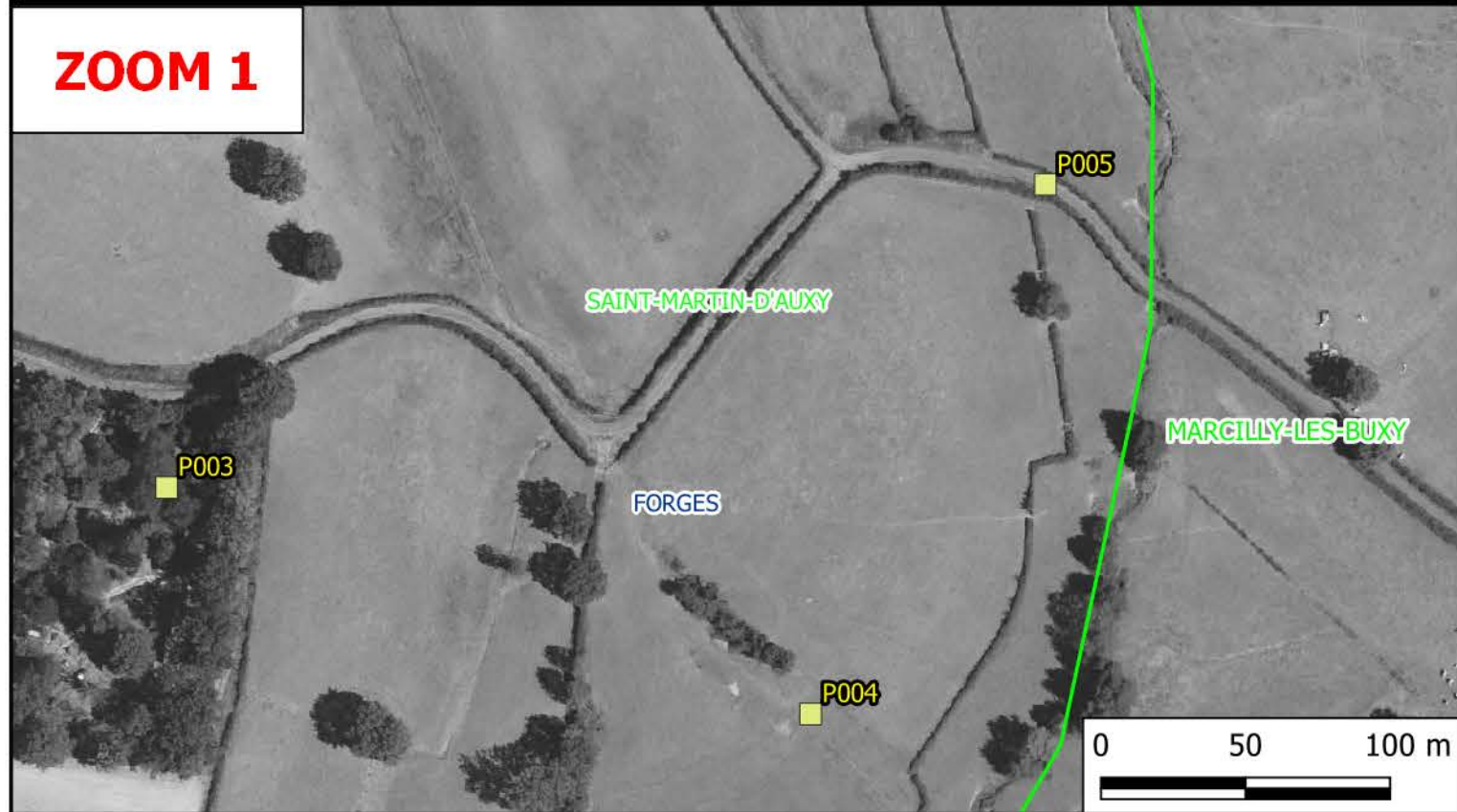
BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

Annexe 5

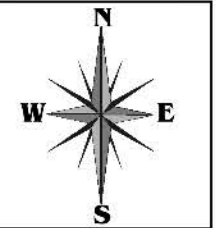
08/2023

ZOOM 1



Annexe 7 : Carte des aléas « mouvements de terrain »

(Hors texte)



Carte de l'aléa effondrement localisé
Commune de Saint-Bérain-sur-Dheune (71)

ZOOM

Légende :

Limites administratives

- Concession
- Permis d'exploitation
- Commune

Aléa effondrement localisé

- Faible
- Moyen
- Fort

Ouvrages

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

Echelles :

Localisation : 1/20000
ZOOM : 1/3000

GEODERIS

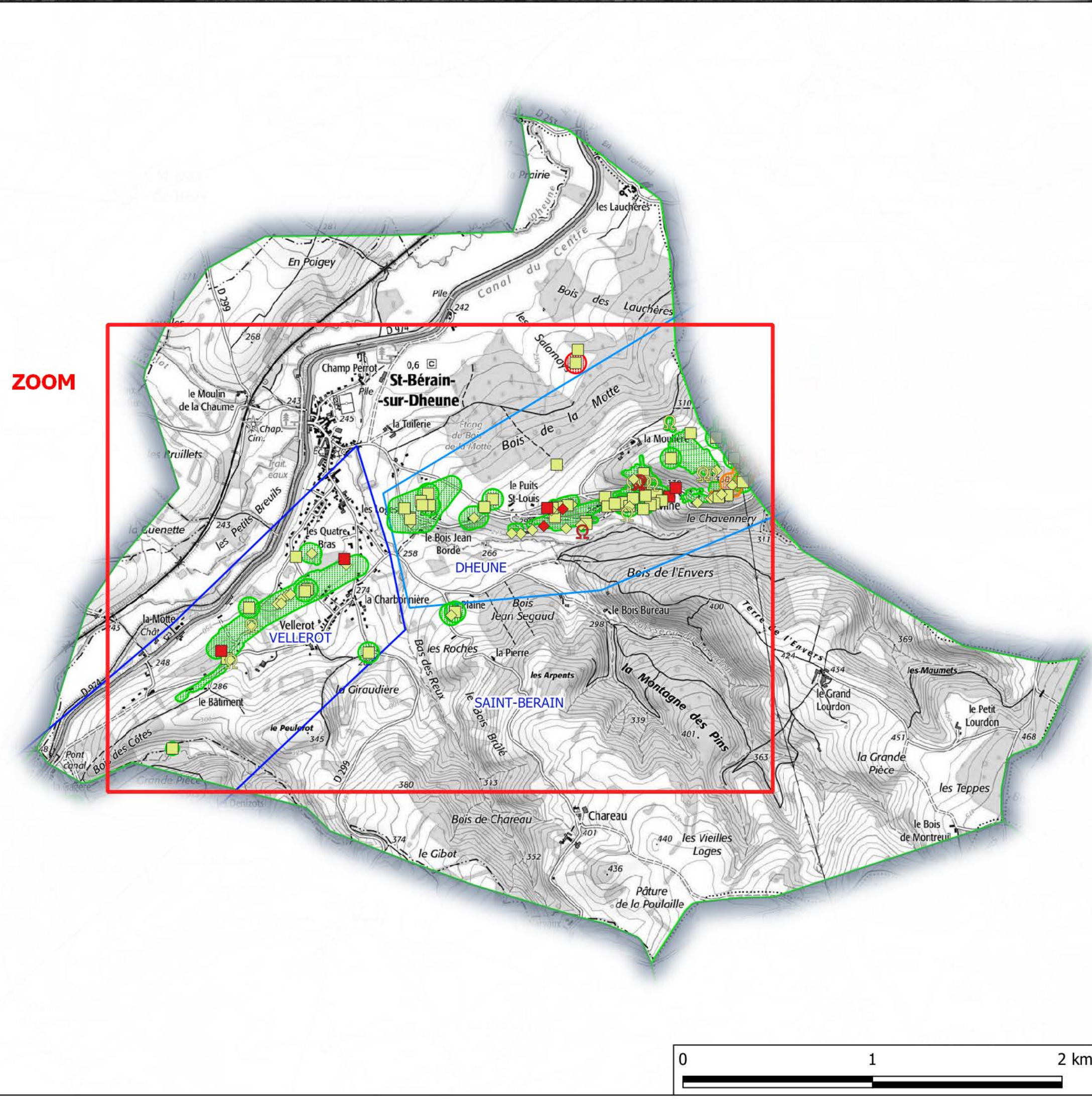
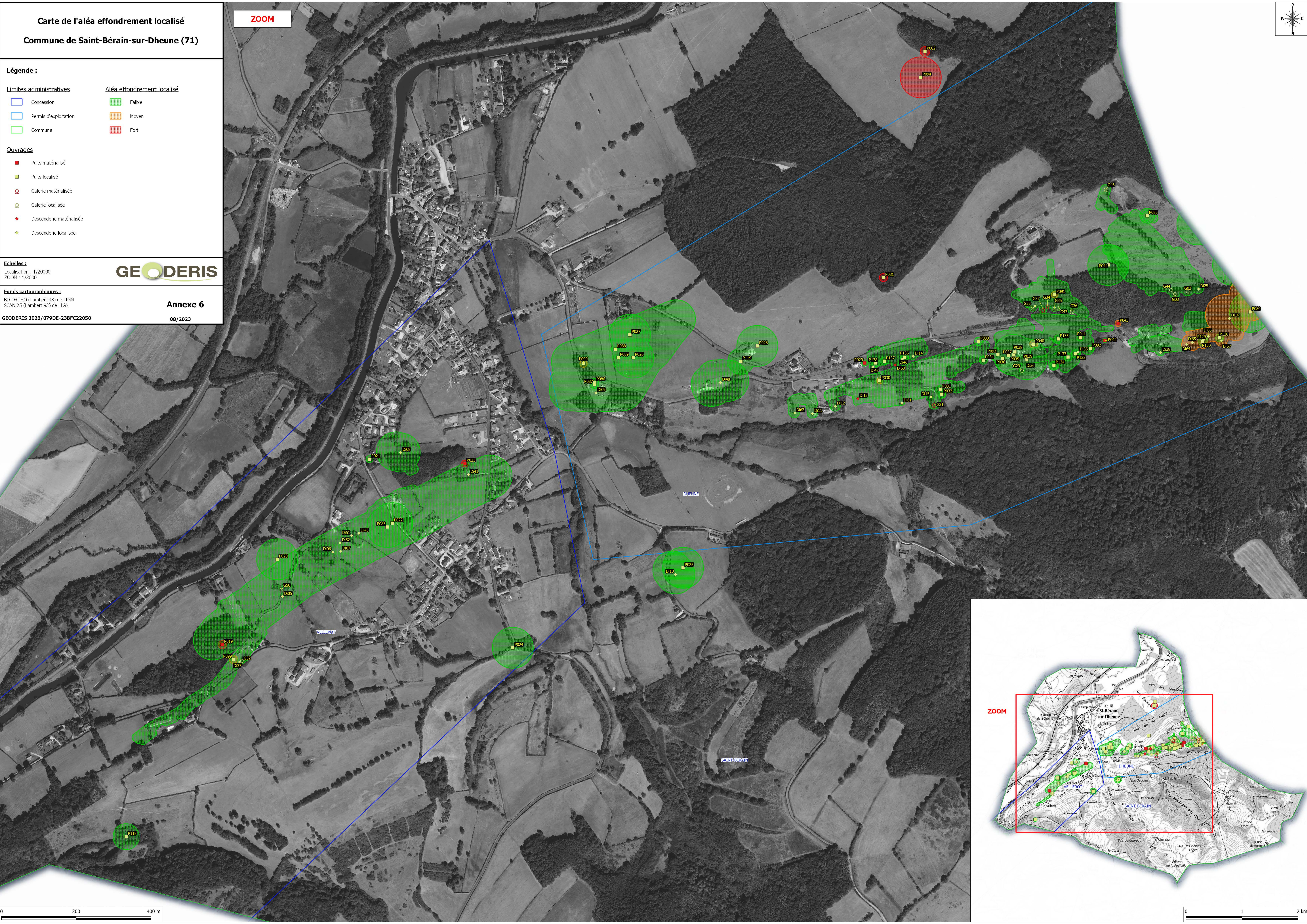
Annexe 6

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-238FC22050

08/2023



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de Couches (71)

Légende :

Limites administratives

Commune

Concession

Ouvrages

Puits localisé

Galerie localisée

Aléa effondrement localisé

Faible

Echelles :

Localisation : 1/30000

ZOOM : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 6

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

08/2023

ZOOM

Carte de l'aléa effondrement localisé

Communes du Breuil (71)

Légende :

Limites administratives

Concession

Commune

Ouvrages

Puits matérialisé

Puits localisé

Descenderie matérialisée

Descenderie localisée

Aléa effondrement localisé

Faible

Moyen

Echelles :

Localisation : 1/30000

ZOOM 1, 2 et 3 : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

Annexe 6

08/2023

Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de Saint-Léger-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

Concession

Permis d'exploitation

Commune

Aléa effondrement localisé

Faible

Moyen

Fort

Ouvrages

Puits matérialisé

Puits localisé

Galerie matérialisée

Galerie localisée

Descenderie matérialisée

Descenderie localisée

Echelles :

Localisation : 1/20000

ZOOM : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS

Annexe 6

08/2023

This inset map shows the commune of Saint-Berain with its various hamlets and geographical features. A red rectangular box highlights the area around the village of Saint-Léger-sur-Dheune, which is the focus of the main map. The map includes topographical details like roads, rivers, and elevation contours.

This is a detailed aerial map of Saint-Léger-sur-Dheune showing localized collapse risk. The map is overlaid with a semi-transparent map showing risk levels: green for 'Faible' (Low), orange for 'Moyen' (Medium), and red for 'Fort' (High). The risk areas are concentrated in the central and eastern parts of the commune, particularly around the village of Saint-Léger-sur-Dheune. Various infrastructure points are marked with labels: P079, P074, P075, P076, P077, P078, P079, P071, P072, P073, P066, P059, P122, P121, P061, P069, P062, P120, G24, G25, G26, P065, P068, G49, P070, P057, P058, P056, P126, D122, G19, G18, G16, G17, P124, P123, P063, D133, G06, D134, P140, G13, G14, G15, D129, G11, G12, D128, D127, P051, P052, P053, P054, P055, D120, D119, G41, G40, G09, G08, G07, D155, D143, D150, D153, D154, G05, D126, D144, D142, D131, D132, D130, P049, D144, P045, P046, P047, P048, P114, D118, D117, P043, P044, P045, P046, P047, P048, P049, P050, P051, P052, P053, P054, P055, P056, P057, P058, P059, P060, P061, P062, P063, P064, P065, P066, P067, P068, P069, P070, P071, P072, P073, P074, P075, P076, P077, P078, P079. The map also shows the Dheune river and surrounding forests. A scale bar at the bottom indicates 0 to 200 meters. A north arrow is located in the top right corner.

Commune de Saint-Léger-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

- Commune

Ouvrages

- ## Descenderie localisée

Echelles :

ZOOM : 1/2500



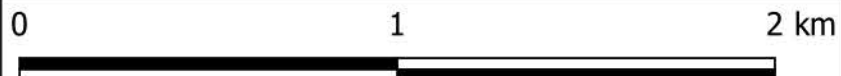
Fonds cartographiques

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

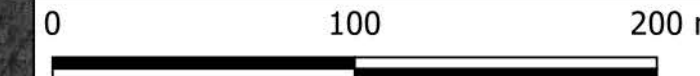
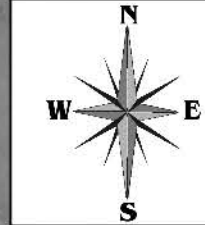
Annexe 6

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

08/2023

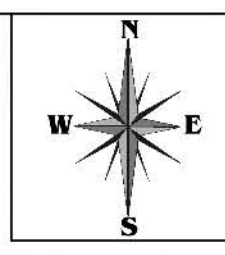


ZOOM



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune d'Essertenne (71)



Légende :

Limites administratives

- Commune
- Concession

Ouvrages

- Galerie localisée

Aléa

- Effondrement localisé faible

Echelles :

Localisation : 1/20000
ZOOM 1 et 2 : 1/2500



Fonds cartographiques :

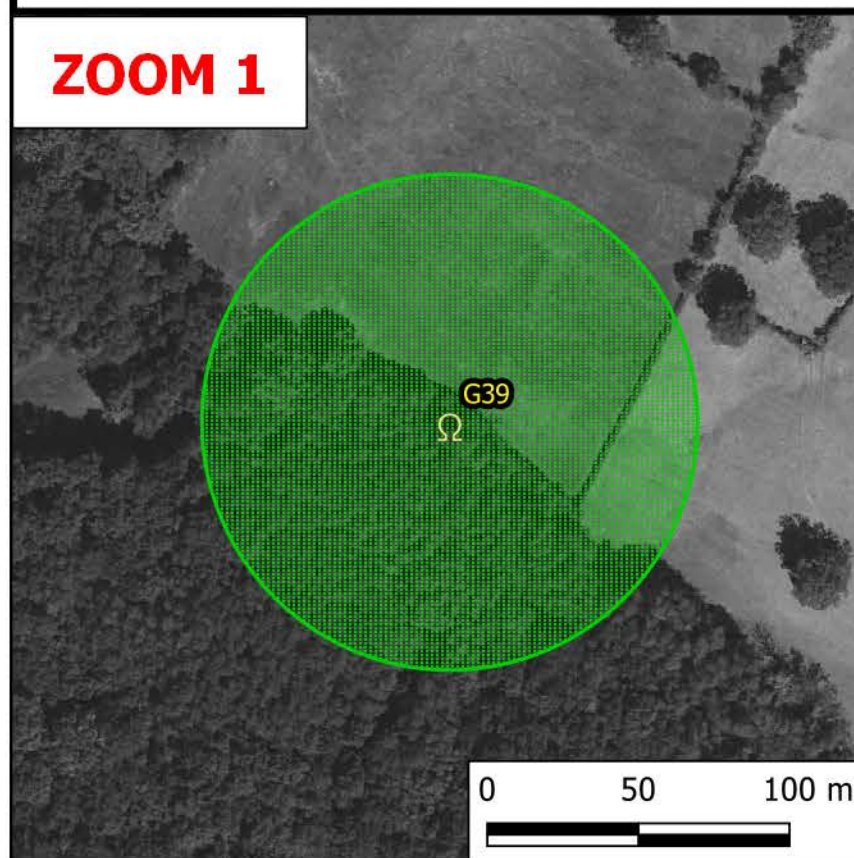
BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

Annexe 6

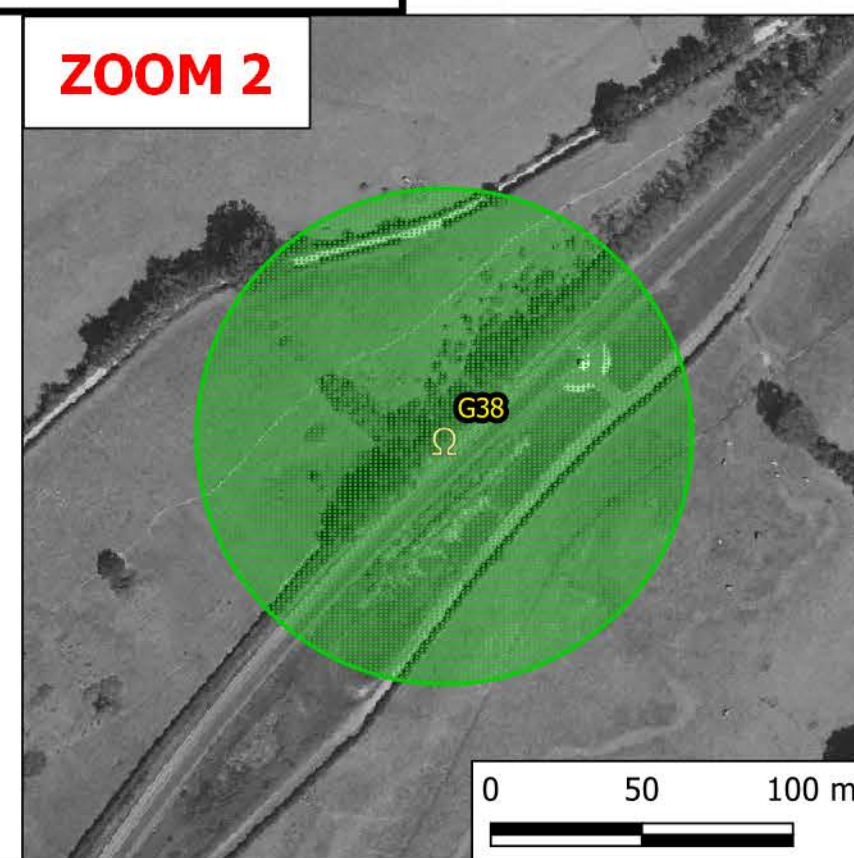
08/2023

ZOOM 1

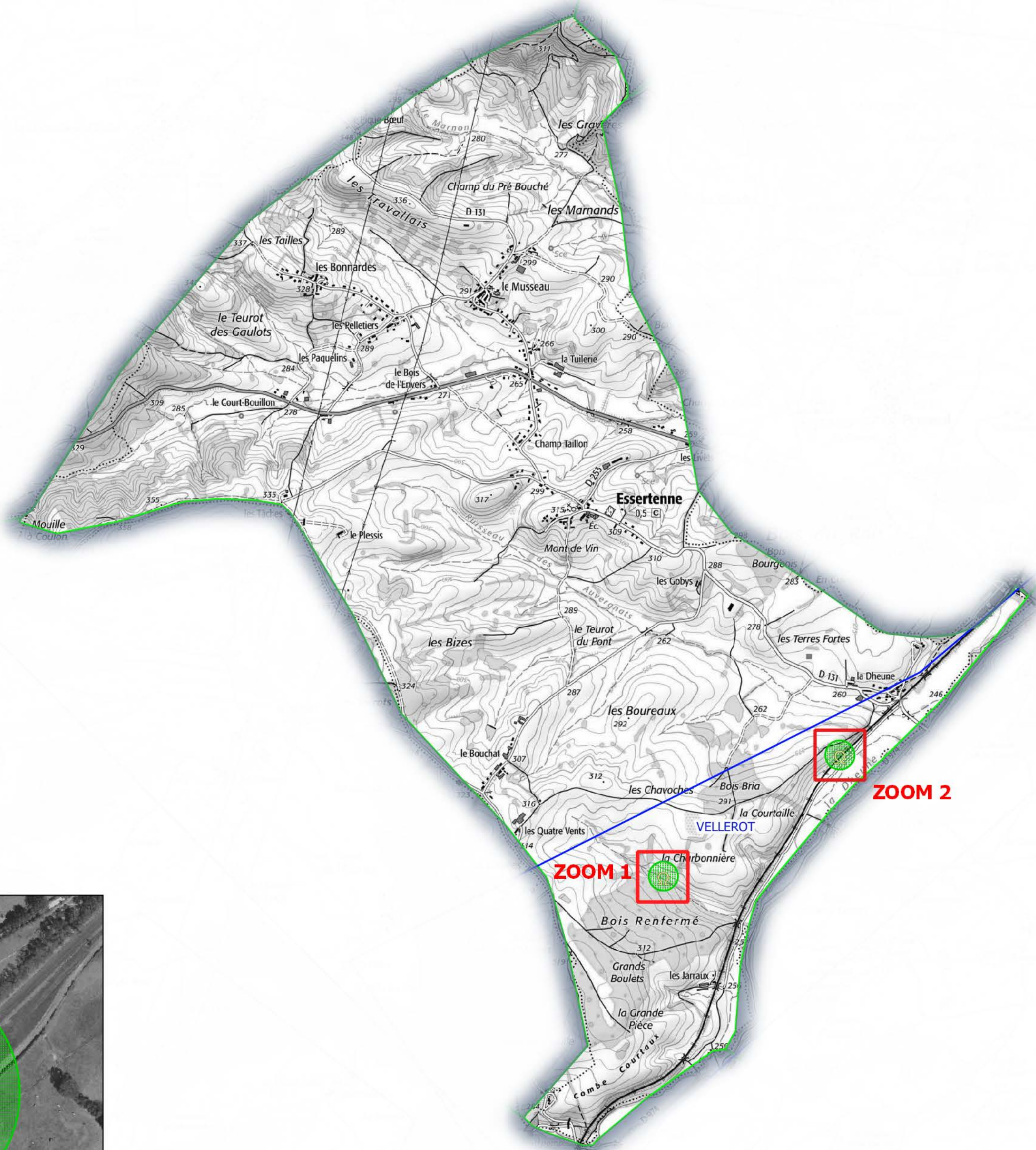


0 50 100 m

ZOOM 2



0 50 100 m



0 1 2 km

Carte de l'aléa effondrement localisé
Commune de Morey (71)

Légende :

Limites administratives

- Commune
- Concession

Ouvrages

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

Aléa effondrement localisé

- Faible
- Moyen

Echelles :

Localisation : 1/20000
ZOOM : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

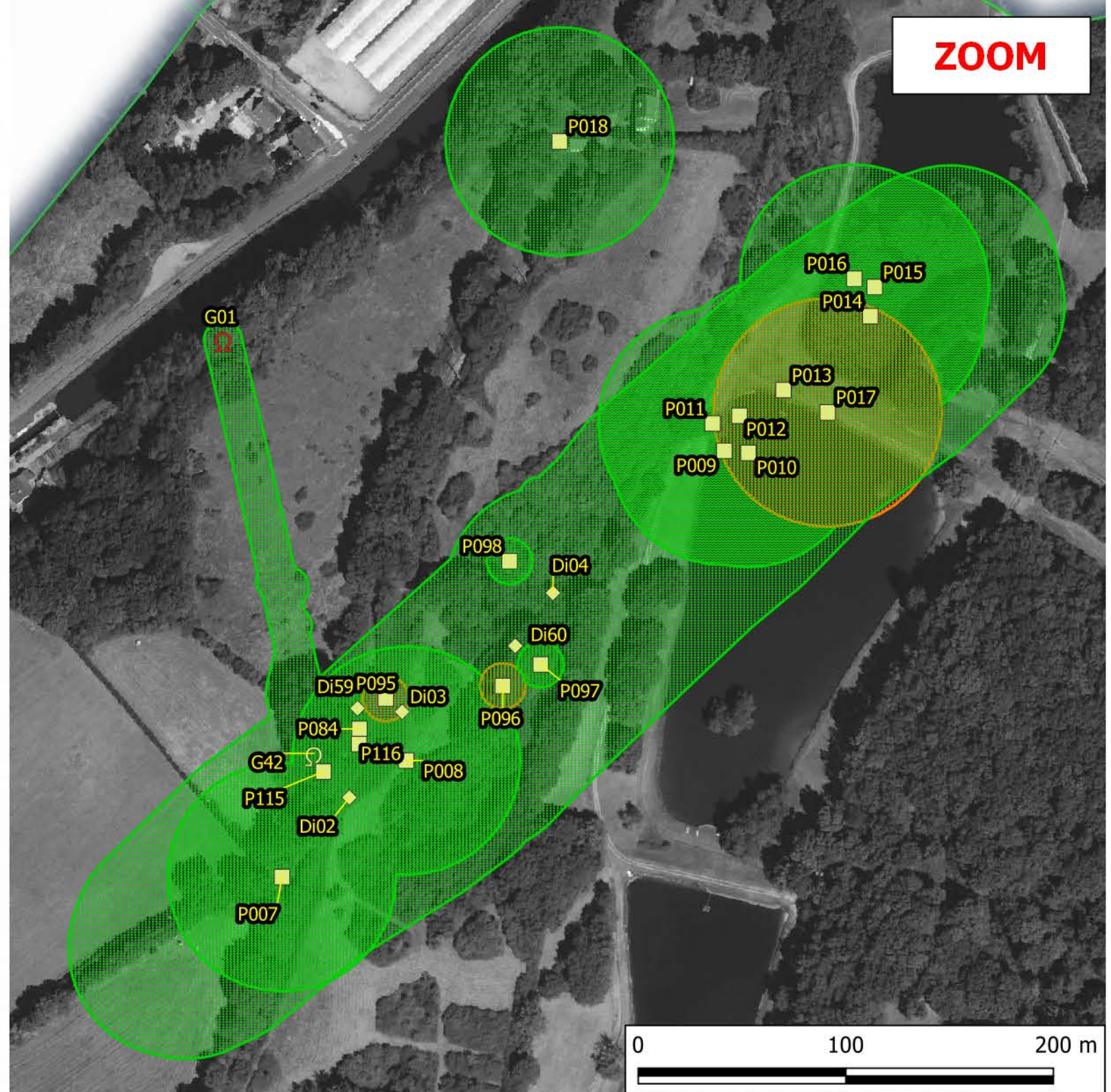
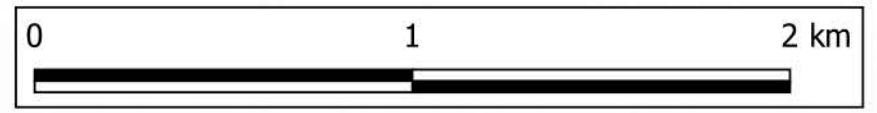
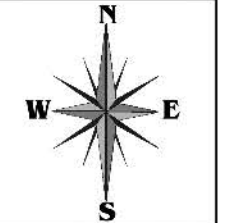


Annexe 6

08/2023



ZOOM



ZOOM



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de Saint-Jean-de-Trézy (71)

Légende :

Limites administratives

- Commune
- Concession

Aléa effondrement localisé

- Faible

Echelles :

Localisation : 1/17000

ZOOM : 1/2000



Fonds cartographiques :

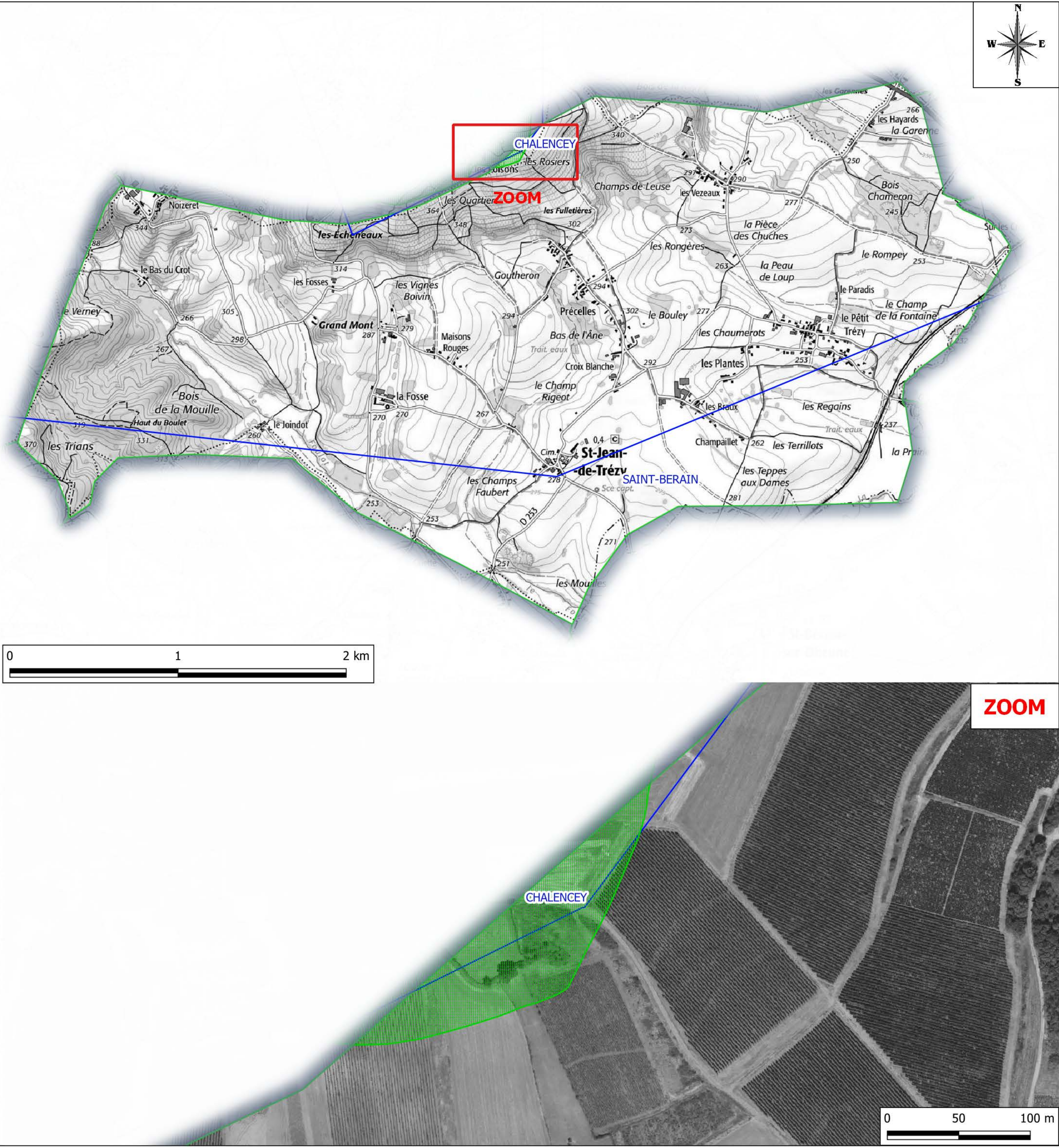
BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

Annexe 6

08/2023



Carte de l'aléa effondrement localisé

Commune de Saint-Martin-d'Auxy (71)

Légende :

Limites administratives

- Commune
- Concession

Ouvrages

- Puits localisé
- Descenderie localisée

Aléa effondrement localisé

- Faible
- Moyen

Echelles :

Localisation : 1/20000

ZOOM 1 et 2 : 1/2500

GEODERIS

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN

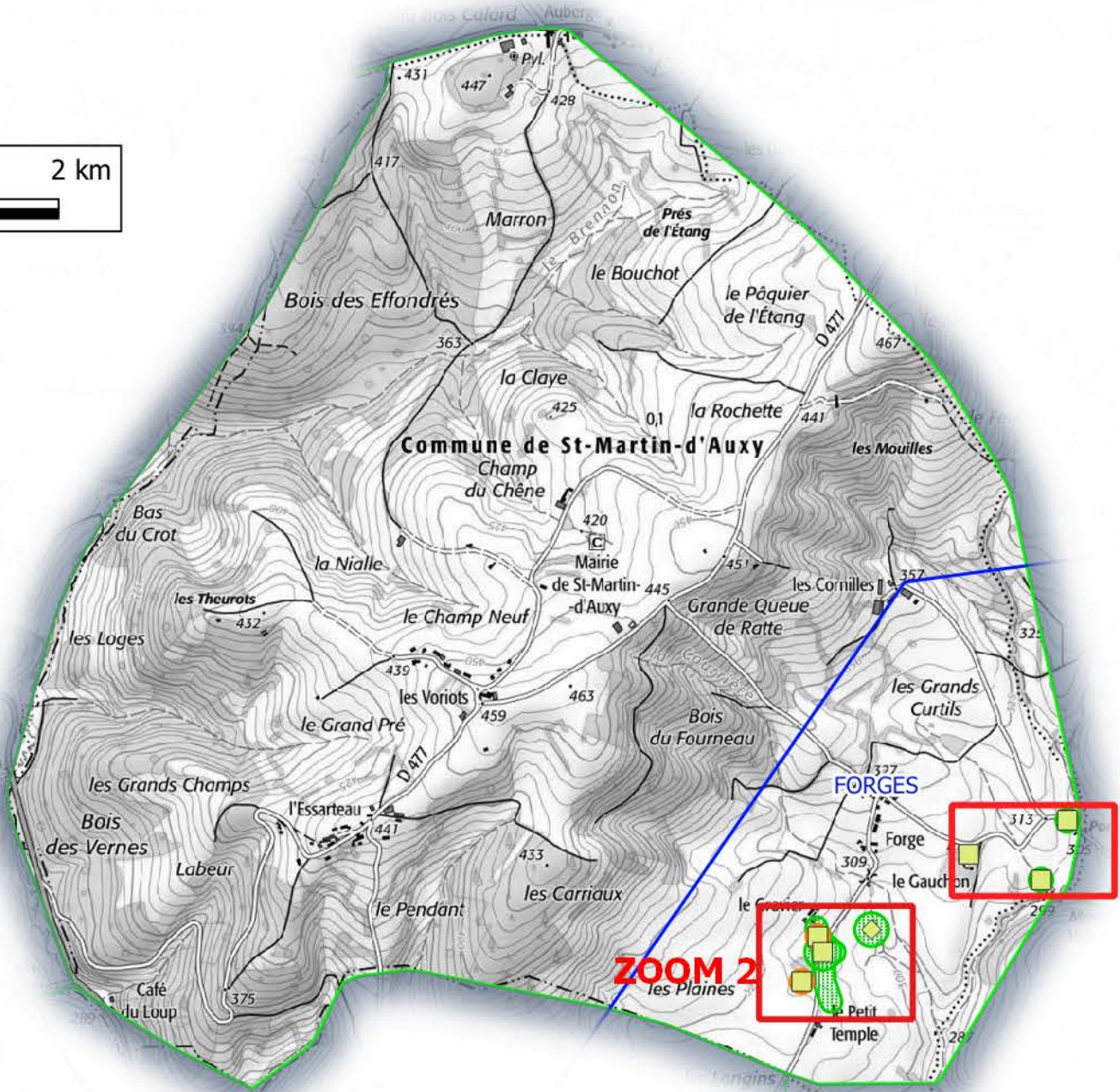
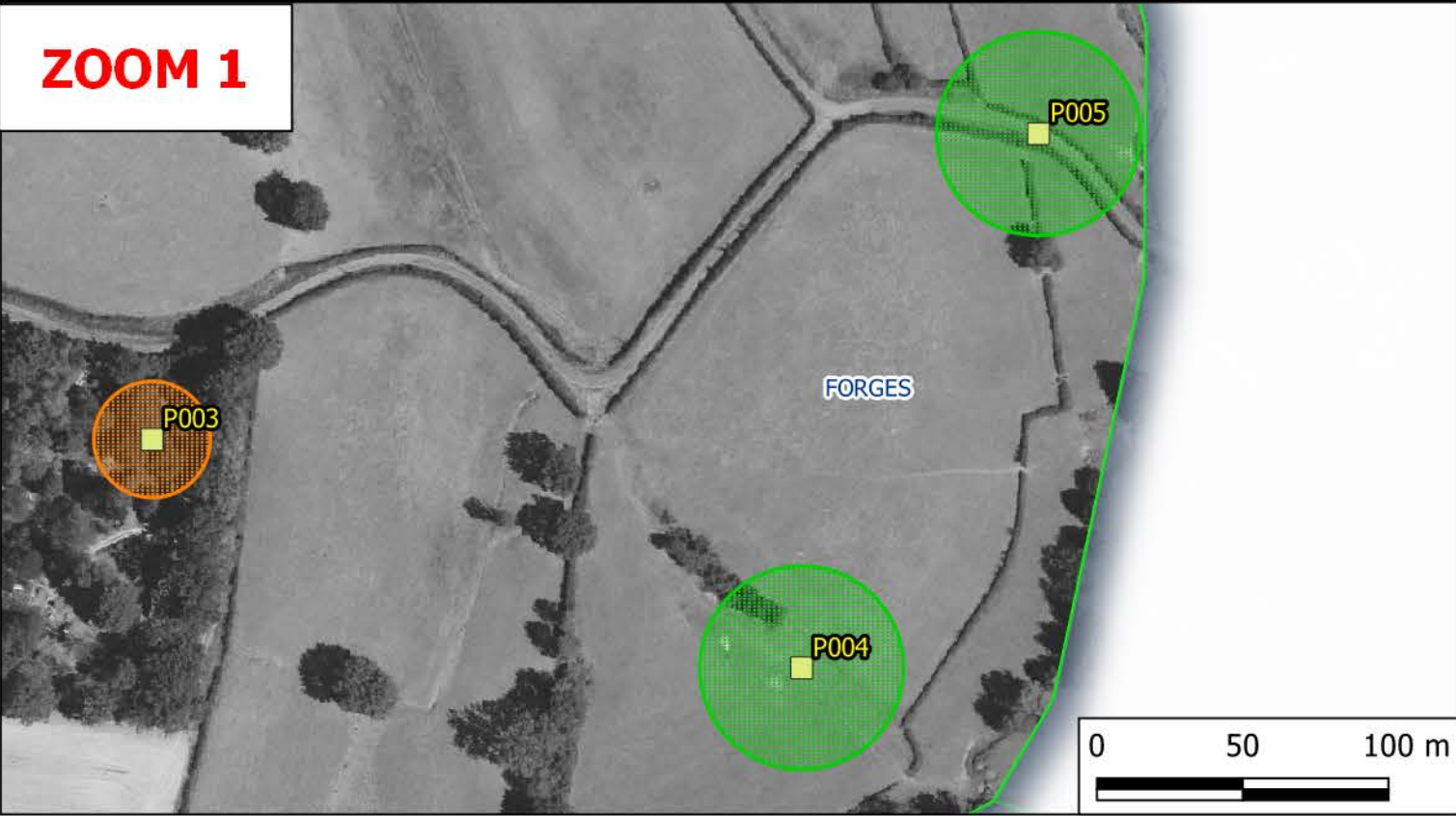
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

Annexe 6

GEODERIS 2023/079DE-23BFC22050

08/2023

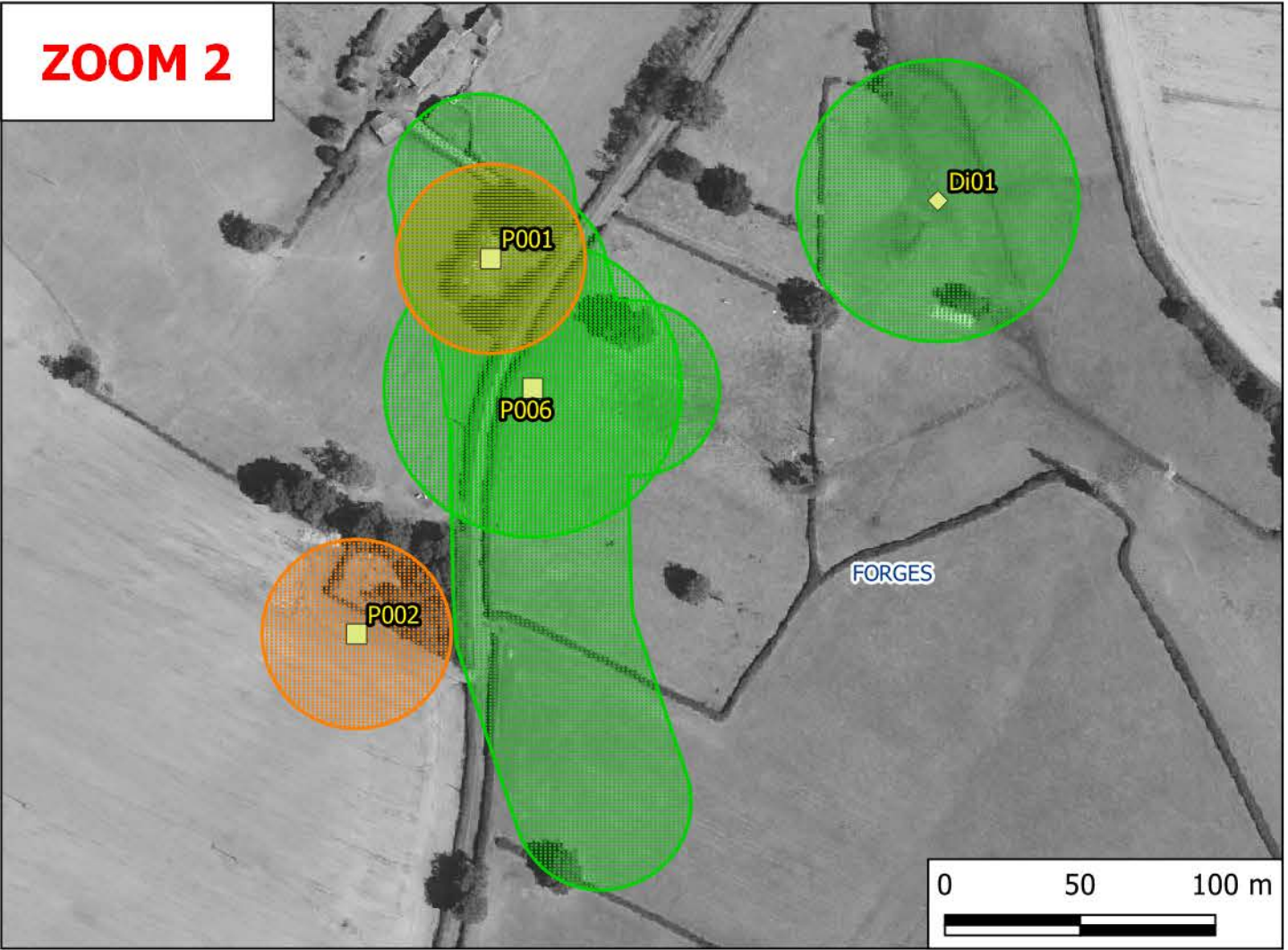
ZOOM 1



ZOOM 1

ZOOM 2

ZOOM 2



Carte de l'aléa gaz de mine

Commune de Saint-Bérain-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

- Concession
- Permis d'exploitation
- Commune

Aléa gaz de mine

- Faible
- Moyen

Ouvrages

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

Echelles :

Localisation : 1/25000
ZOOM 1 et 2 : 1/2500

Fonds cartographiques :

BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

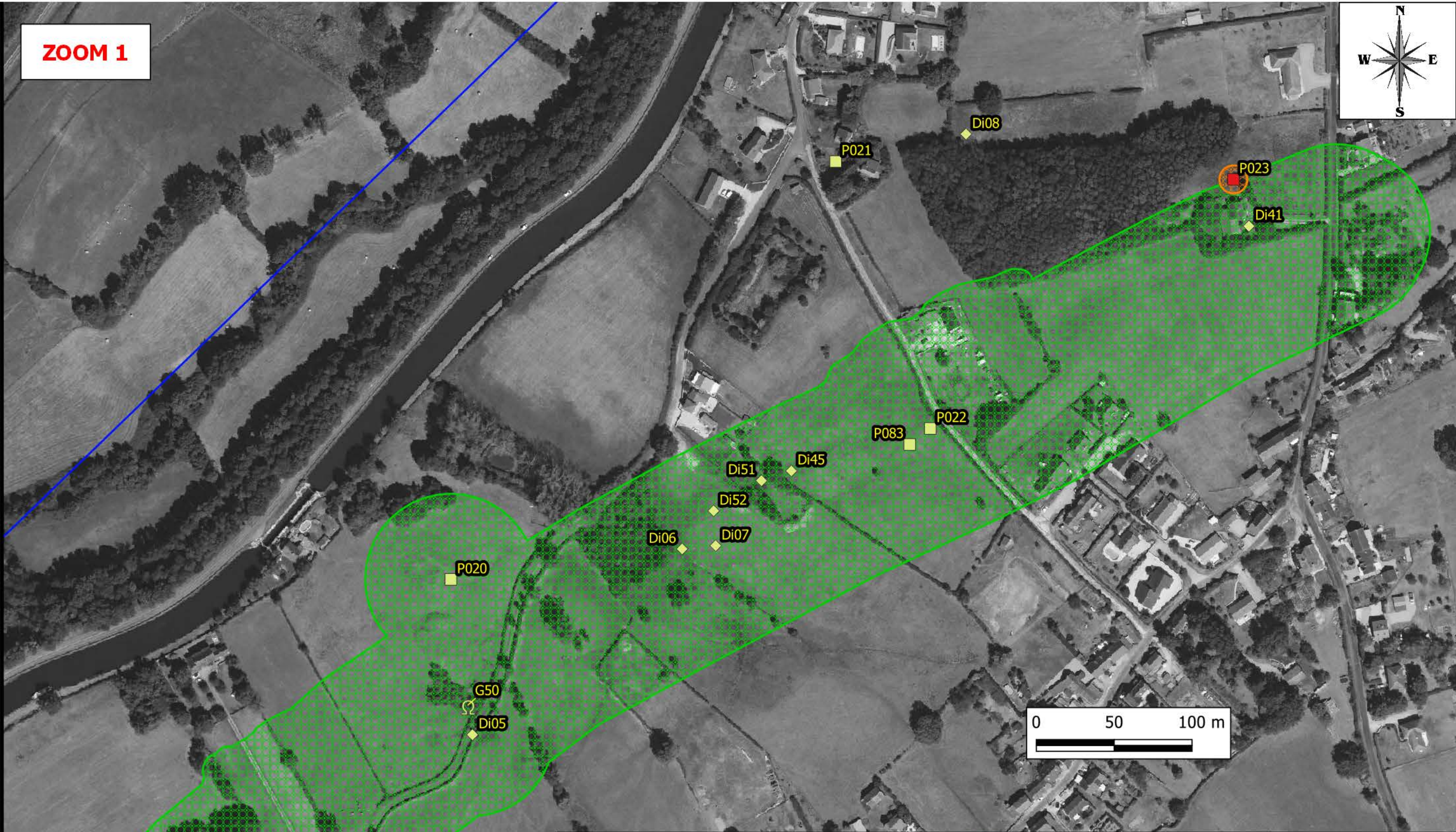
GEODERIS 2023/079DE - 23BFC22050

Annexe 6

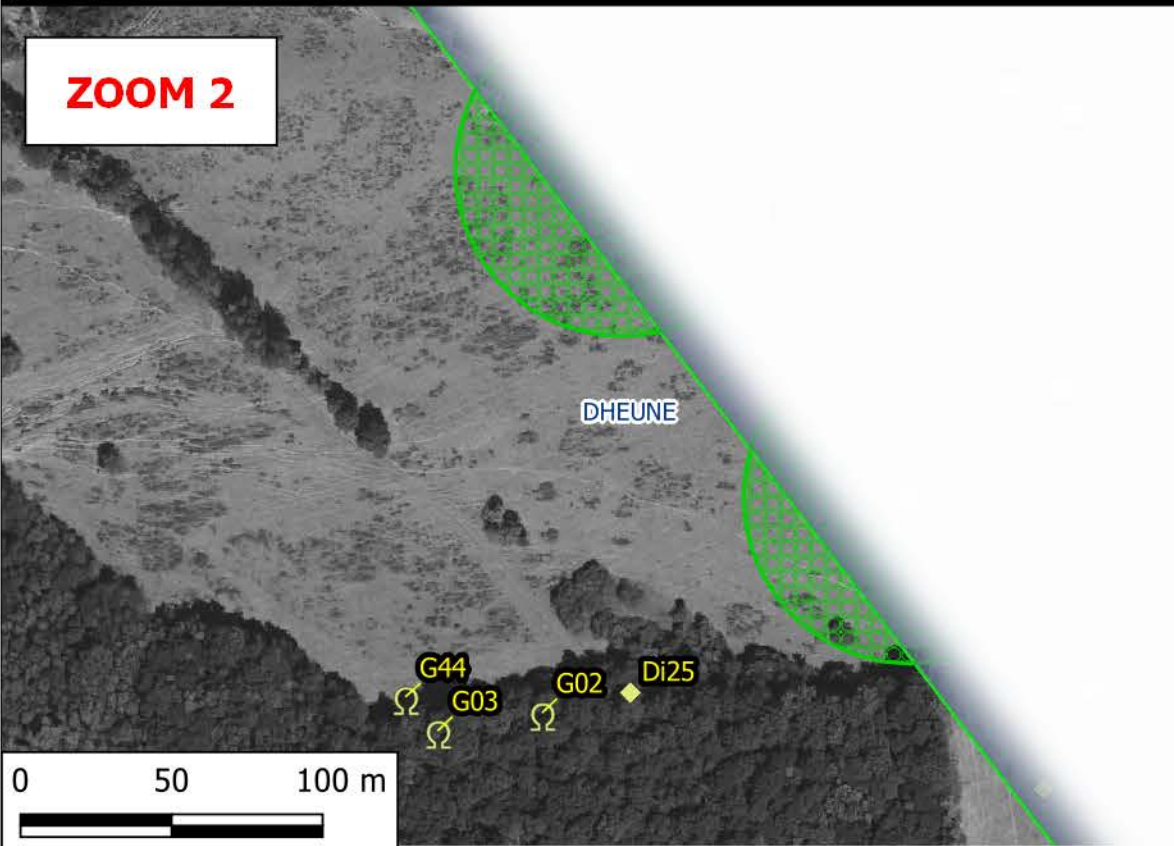
08/2023

GEODERIS

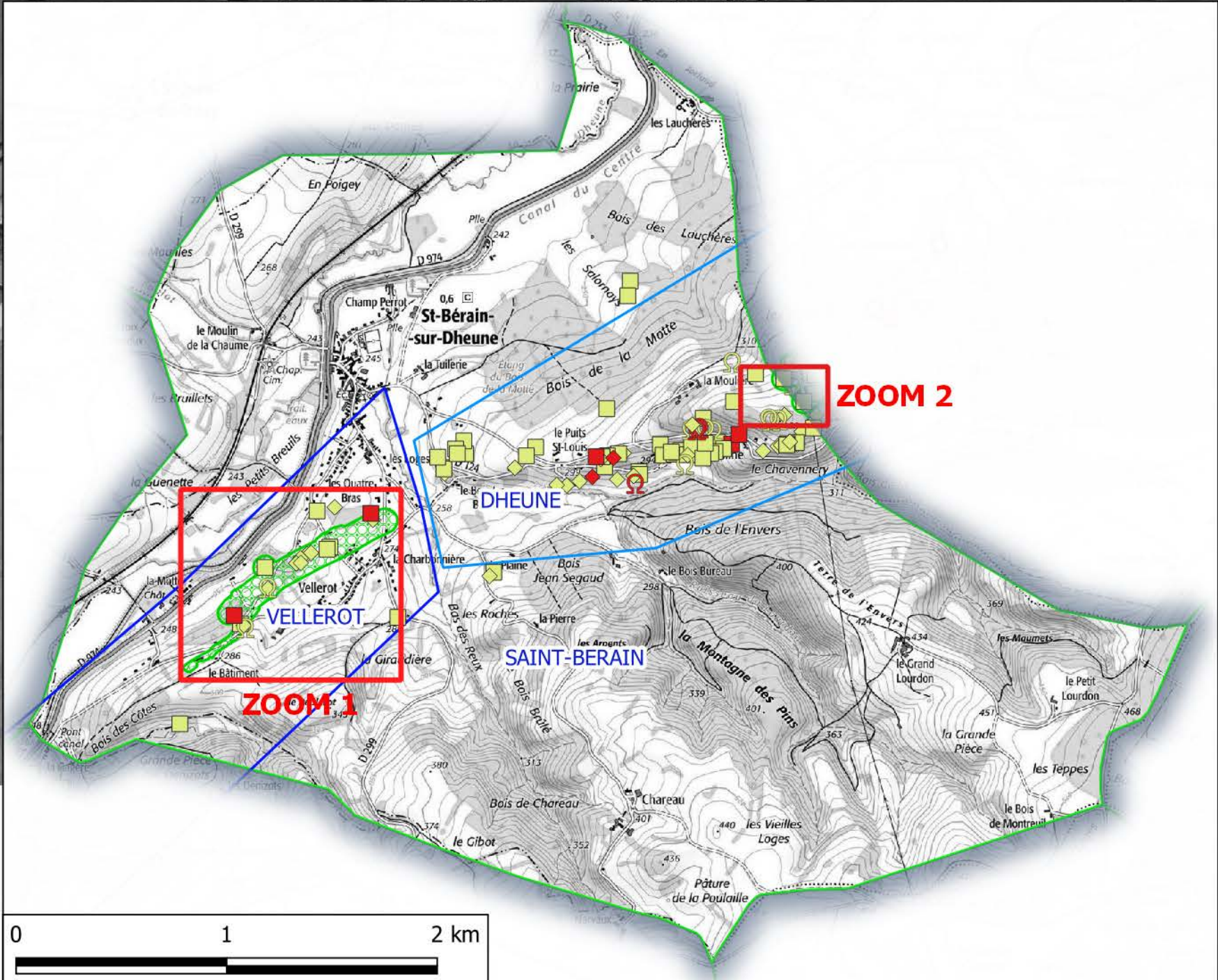
ZOOM 1



ZOOM 2



ZOOM 2



Carte de l'aléa glissement superficiel

Commune de Saint-Léger-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

- Concession
- Permis d'exploitation
- Commune

Ouvrages

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

Aléa glissement superficiel

- Faible

Echelles :

Localisation : 1/20000
ZOOM : 1/2500

Fonds cartographiques :

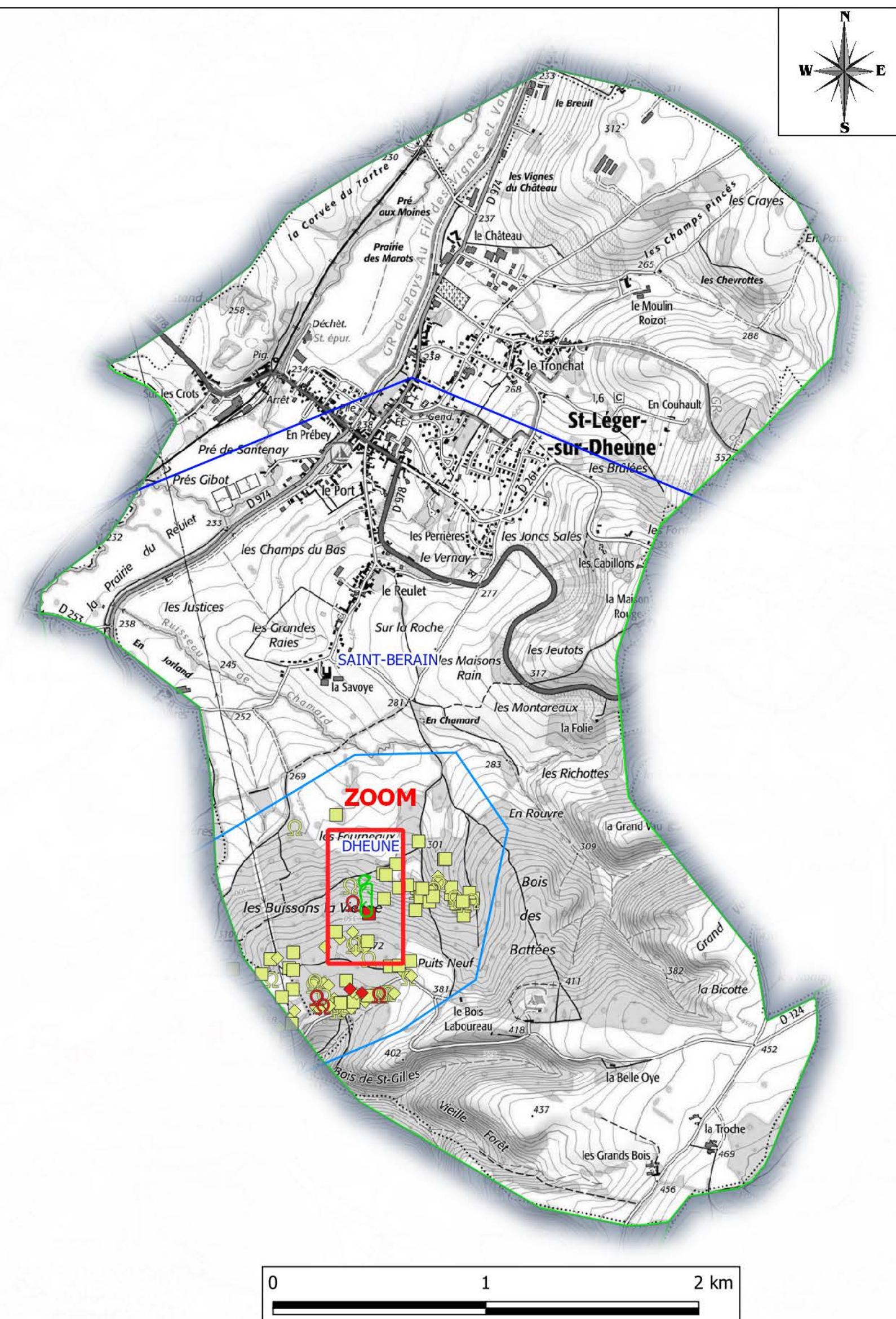
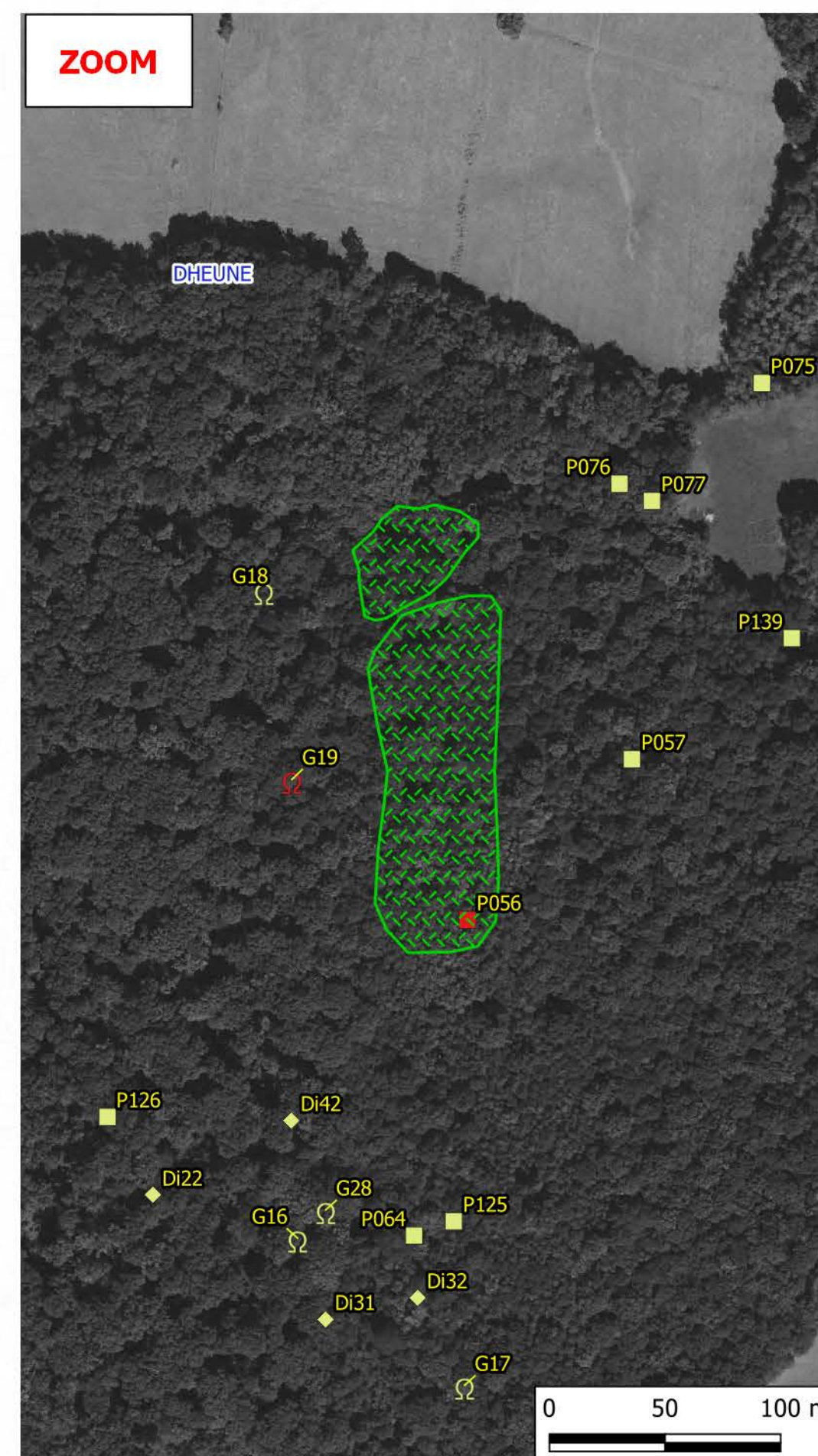
BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS

Annexe 6

GEODERIS 2023/079DE - 23BFC22050

08/2023



Carte de l'aléa tassement

Commune de Saint-Bérain-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

- Concession
- Permis d'exploitation
- Commune

Aléa tassement

- Faible

Ouvrages

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

Echelles :

Localisation : 1/20000
ZOOM 1, 2, 3, 4 et 5 : 1/2500

Fonds cartographiques :

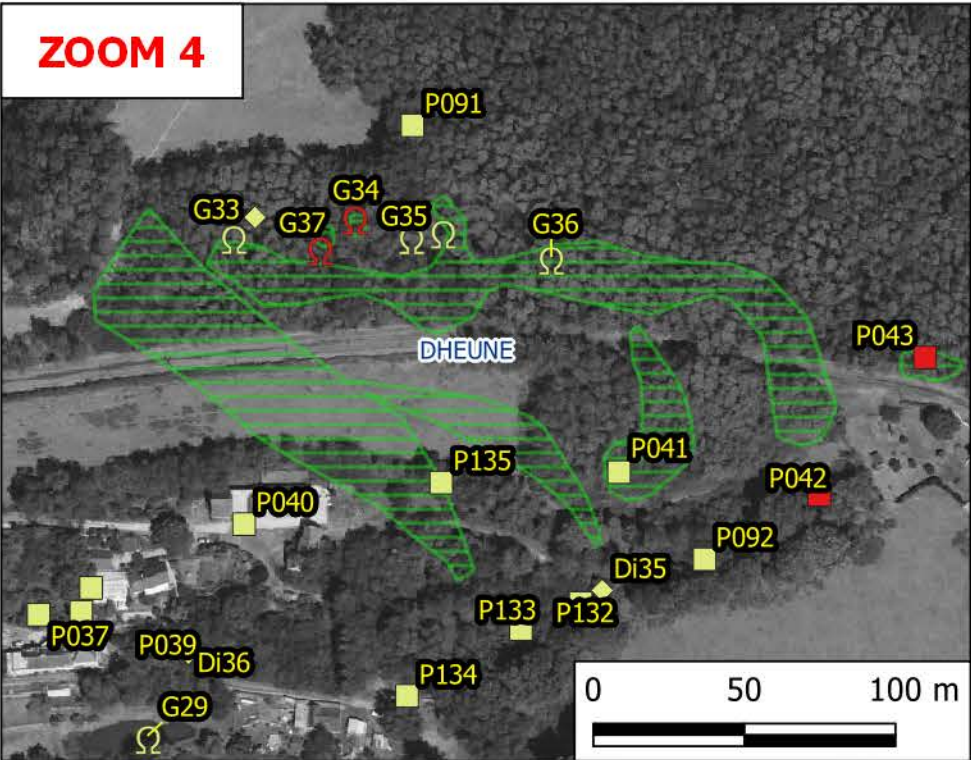
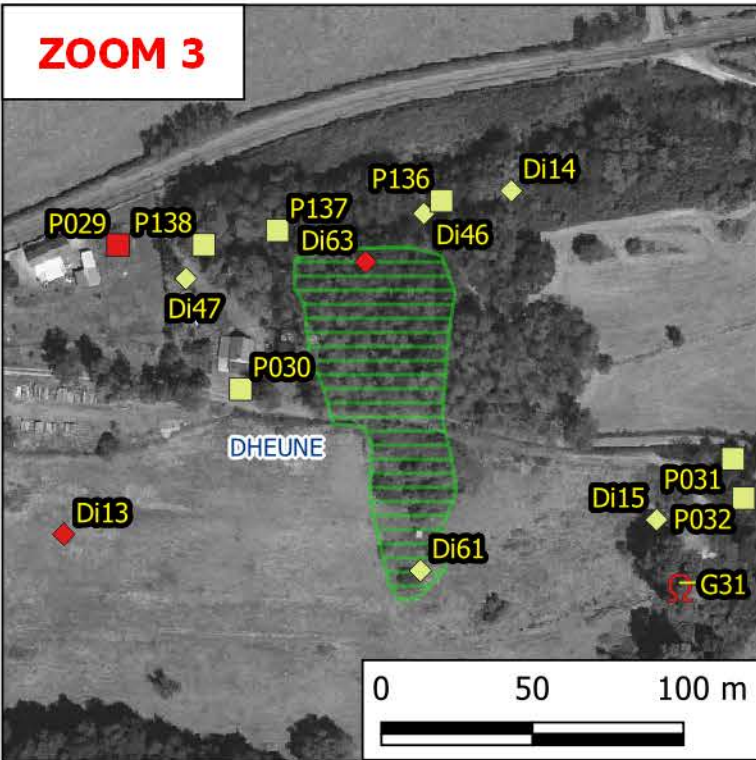
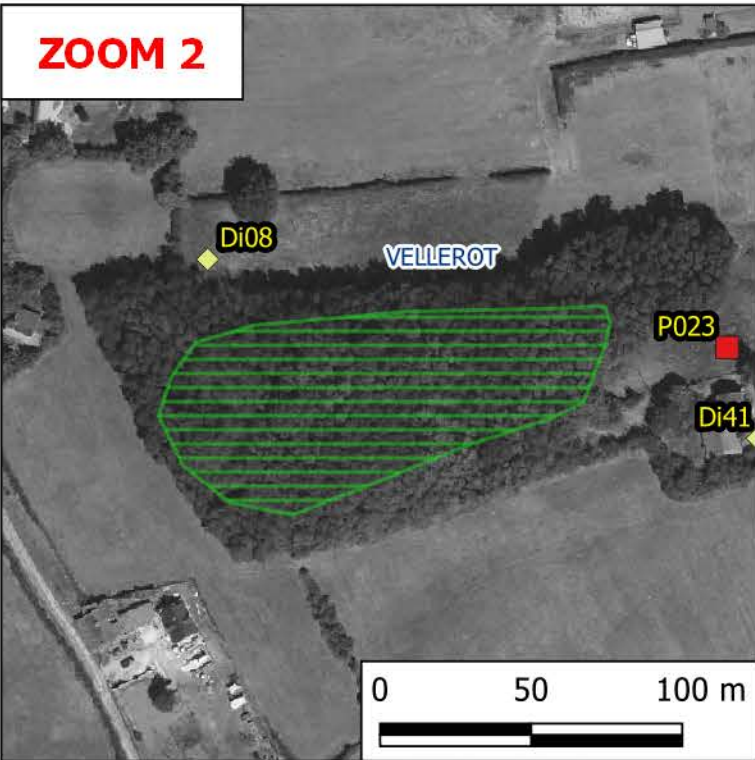
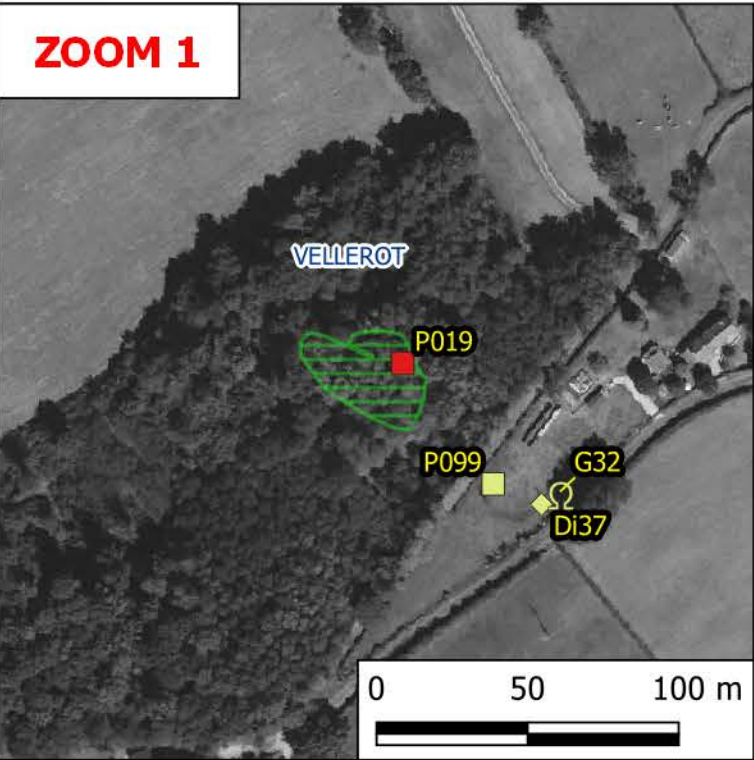
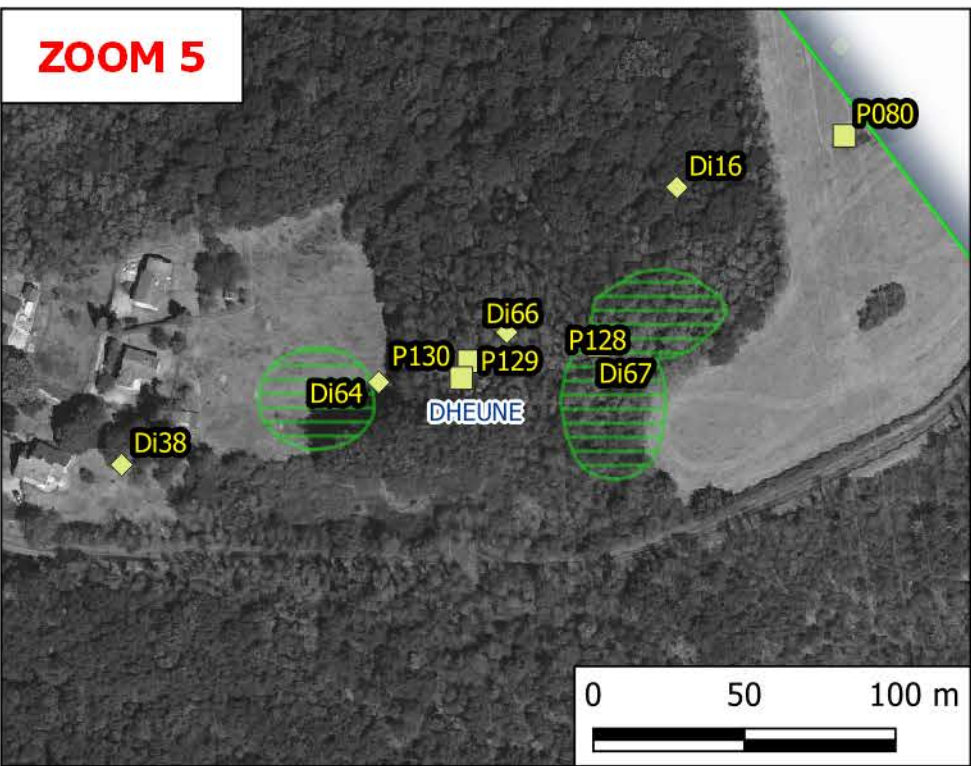
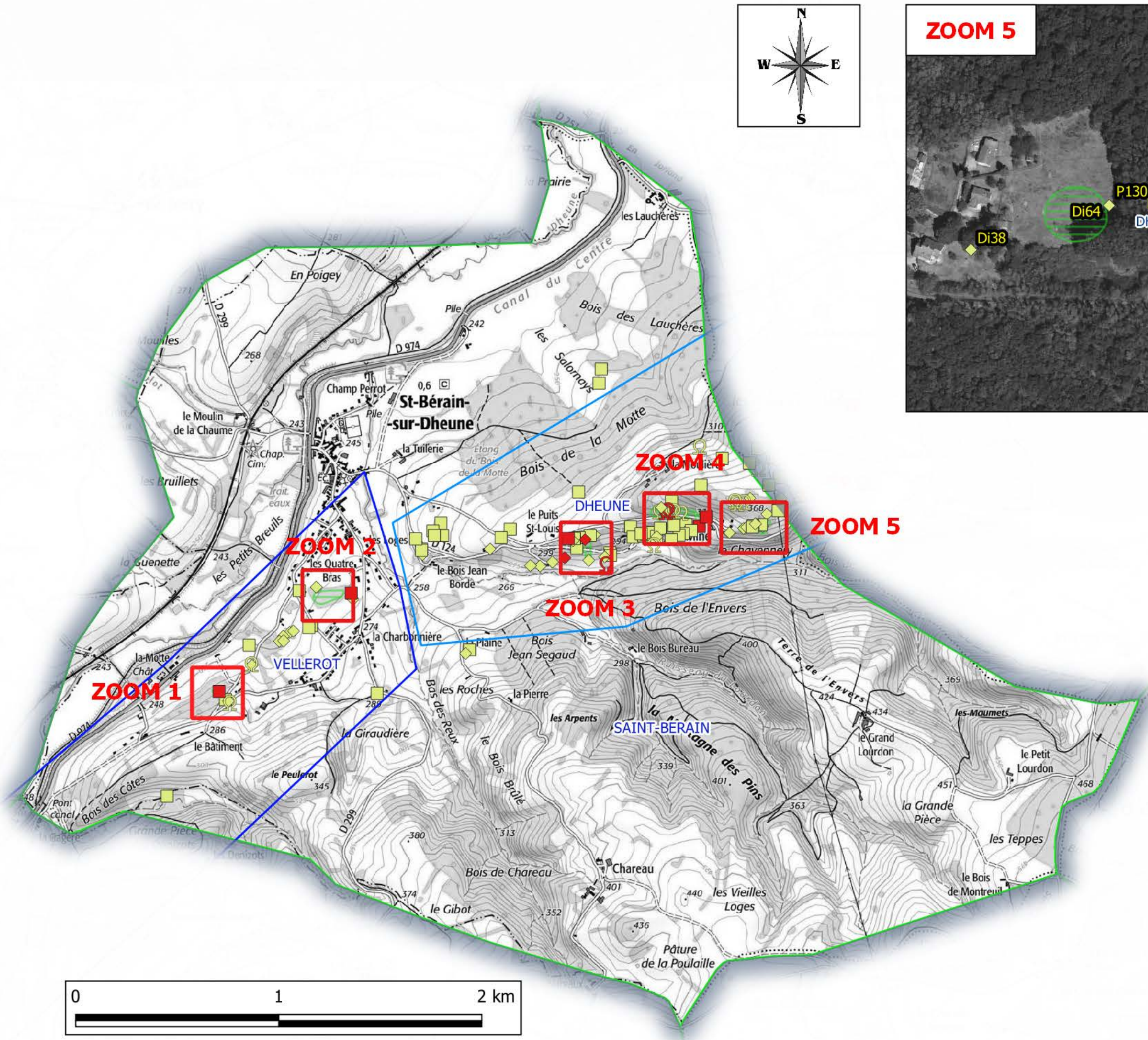
BD ORTHO (Lambert 93) de l'IGN
SCAN 25 (Lambert 93) de l'IGN

GEODERIS 2023/079DE - 23BFC22050

Annexe 6

08/2023

GEODERIS



Carte de l'aléa tassement

Commune de Saint-Léger-sur-Dheune (71)

Légende :

Limites administratives

- Concession
- Permis d'exploitation
- Commune

Aléa tassement

- Faible

Ouvrages

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

