

Antenne NORD
1 Rue Claude Chappe
CS 25198
57075 METZ CEDEX 2
☎ +33 (0)3 87 17 36 60

Etude détaillée des aléas mouvements de terrain de La Chapelle Enjuger, Surtainville et Bourberouge (50)

RAPPORT 2019/087DE – 19BNO22010

Date : 05/07/2019

Etude détaillée des aléas mouvements de terrain de La Chapelle Enjuger, Surtainville et Bourberouge (50)

RAPPORT 2019/087DE – 19BNO22010

Diffusion :

Pôle Après-Mine Nord

DREAL Normandie

11 ex. papier (2 DREAL, 8 communes, 1 DDT)

12 CD (2 DREAL, 8 communes, 1 DDT, 1 Préfecture)

GEODERIS

Pascale HANOCQ

Lionel LEDUC

Rafik HADADOU

Nicolas ZORNETTE

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	J.-M. Davesne	C. Vachette	C. Vachette
Visa	<i>PO</i> 	<i>PO</i> 	<i>PO</i> 

SOMMAIRE

1. Cadre et Objectif	5
2. Définitions et méthodologie	9
2.1 Définitions : aléa et risque	9
2.2 Méthodologie et mise en œuvre	9
2.3 Modalité d'affichage des aléas	10
2.4 Incertitudes cartographiques	10
2.5 Définitions : ouvrages matérialisés / localisés / non localisés	11
3. Recherche de données et investigations sur site.....	13
3.1 Recueil de données.....	13
3.2 Documents consultés	13
3.3 Inspection des sites	14
4. Synthèse des données informatives	17
4.1 Contexte géographique et géomorphologique	17
4.2 Contexte géologique.....	18
4.2.1 Géologie régionale	18
4.2.2 Géologie locale.....	19
4.2.2.1 Concession de Surtainville.....	19
4.2.2.2 Concession de La Chapelle-Enjuger.....	21
4.2.2.3 Concession de Bourberouge	22
4.3 Contextes hydrogéologique et hydrologique	24
4.3.1 L'hydrologie	24
4.3.2 L'hydrogéologie	25
4.4 Concessions et secteurs miniers	26
4.4.1 Concession de Surtainville	26
4.4.1.1 Historique et descriptif des travaux miniers.....	26
4.4.1.2 Secteurs exploités	27
a) Travaux de Pierreville (commune de Pierreville)	27
b) Travaux du Pont des Quesnots (commune de Pierreville)	28
c) Travaux de La Ferrière (commune de Pierreville)	28
d) Travaux de La Godaillerie (commune de Surtainville).....	29
e) Travaux Duchesnoy (commune de Surtainville).....	31
f) Travaux du Bajin (commune de Surtainville).....	31
g) Travaux des Cerisiers (commune de Surtainville).....	32
4.4.1.3 Observations faites sur le terrain	33
4.4.1.4 Caractéristiques des ouvrages miniers	34
4.4.2 Concession de La Chapelle-Enjuger.....	35
4.4.2.1 Secteurs exploités	35
4.4.2.2 Historique et descriptif des travaux miniers.....	35
a) Première période : travaux Duhamel (vers 1710), [13].....	36
b) Deuxième période : travaux continus d'exploitation et de recherche (1737-1741), [13].....	36
c) Troisième période : travaux sporadiques de recherche (1788-1944) [13]..	37
d) Quatrième période : recherches modernes (1962-1977) [13].....	38
4.4.2.3 Observations faites sur le terrain	39
4.4.2.4 Caractéristiques des ouvrages miniers	39
4.4.3 Concession de Bourberouge	41
4.4.3.1 Historique et descriptif des travaux miniers.....	41
4.4.3.2 Secteurs de travaux.....	41
a) Secteur de Berdallier (commune de Barenton)	41
b) Secteur du panneau de Doumont (commune de Saint-Jean-Du-Corail et de Saint Clément Rancoudray).....	43
c) Secteur du panneau de Gremont (commune de Saint-Jean-Du-Corail)	43
d) Secteur du panneau de Bousentier (commune de Barenton).....	45

e)	Secteur du Rocher de La Demoiselle-Moulin de Neuf Etang (commune de Barenton)	46
f)	Secteur de Beauchamp Château-Haut-Fiché (commune de Saint-Jean-Du-Corail)	46
g)	Secteur de La Chapelle de Boubrouge (commune de Bion)	46
4.4.3.3	Observations faites sur le terrain (INERIS 2016)	47
4.4.3.4	Visite complémentaire de terrain sur le secteur de la Chapelle de Boubrouge (GEODERIS, 2017)[88]	47
4.4.3.5	Caractéristiques des ouvrages miniers	50
4.5	Autres travaux miniers dans le secteur étudié	55
4.6	Synthèse des caractéristiques d'exploitation	57
4.7	Production	59
4.8	Dépôts miniers	59
4.9	Désordres observés en surface	60
4.9.1	Recensement	60
4.9.2	Observations et caractéristiques	60
4.10	Cartographie informative	61
4.10.1	Géoréférencement des travaux miniers	61
4.10.2	Système d'Information Géographique	61
4.10.3	Incertitudes de localisation et nomination des ouvrages et des désordres	61
4.10.4	Cartographie des zones potentiellement affectées par des travaux miniers	65
4.10.5	Cartographie des zones de dépôts	65
5.	Retour d'expérience et identification des aléas	67
5.1	Etat des connaissances par retour d'expérience	67
5.2	Analyse du risque d'effondrement généralisé	71
5.3	Analyse du risque d'affaissement	72
5.4	Identification des aléas mouvements de terrain	73
6.	Evaluation de l'aléa effondrement localisé	75
6.1	Effondrements localisés par rupture du toit des chambres et/ou de piliers couronnes	75
6.1.1	Nature des désordres et mécanismes de rupture	75
6.1.2	Configurations d'exploitation	75
6.1.3	Intensité du phénomène	76
6.1.4	Facteurs de prédisposition	76
6.1.5	Evaluation de l'aléa effondrement localisé	77
6.2	Effondrements localisés de puits ou de montages fortement pentés	77
6.2.1	Nature des désordres et mécanismes de rupture	77
6.2.2	Evaluation de la prédisposition	78
6.2.3	Evaluation de l'intensité	79
6.2.4	Evaluation du niveau d'aléa	79
6.3	Effondrements localisés par éboulement de galeries isolées	79
6.3.1	Intensité du phénomène	79
6.3.2	Evaluation de la prédisposition	80
6.3.3	Evaluation du niveau d'aléa	81
6.4	Evaluation de l'aléa tassement des dépôts	81
6.5	Les aléas tassement et glissements associés aux minières	81
7.	Cartographie des aléas	83
7.1	Cartographie du phénomène d'effondrement localisé	83
7.2	Cartographie du phénomène de Tassement	85
8.	Conclusions	87
9.	Bibliographie	89
9.1	Documents de référence	89
9.2	Documents d'archives du monde du travail	89
9.3	Documents d'archives de la DREAL Normandie	89

9.4	Documents des Archives Nationales	92
9.5	Documents d'archives BRGM (BDSTM)	93
9.6	Documents d'archives de l'Association Historique de Surtainville	93
9.7	Documents généraux issus de sites internet	93
9.8	Documents GEODERIS	93
10.	Liste des Annexes.....	95

Mots clés : La-Chapelle-Enjuger, mouvements de terrain, polymétallique, Basse-Normandie, Normandie, aléa, mouvements de terrain, mercure, plomb, cuivre, fer, concession, travaux miniers, concession, après-mine, puits, galerie

1. CADRE ET OBJECTIF

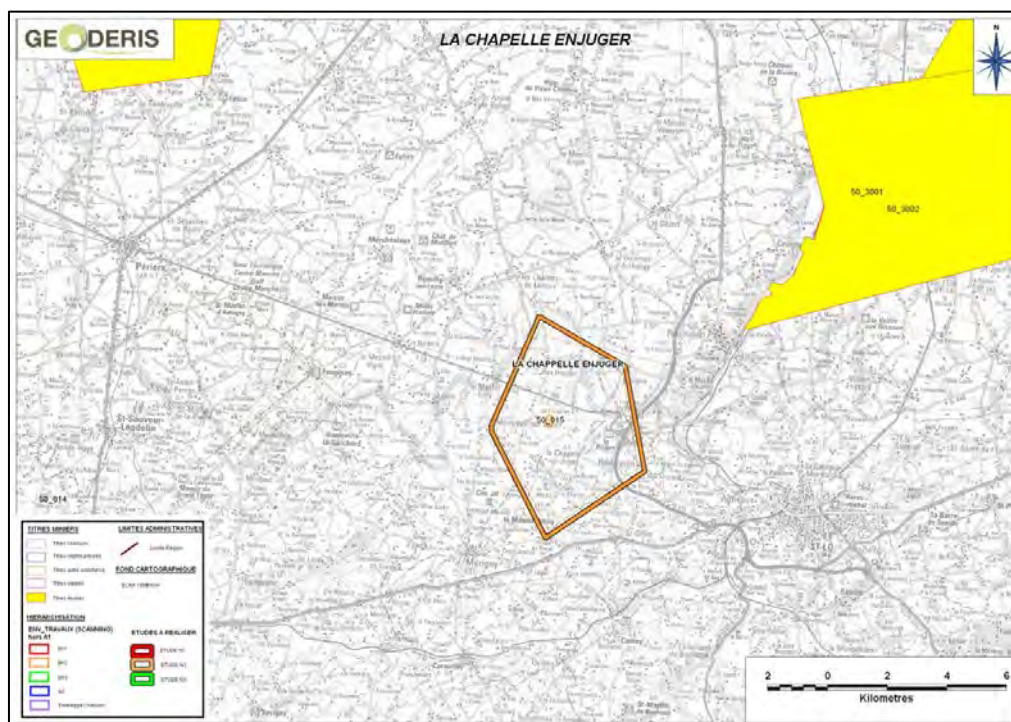
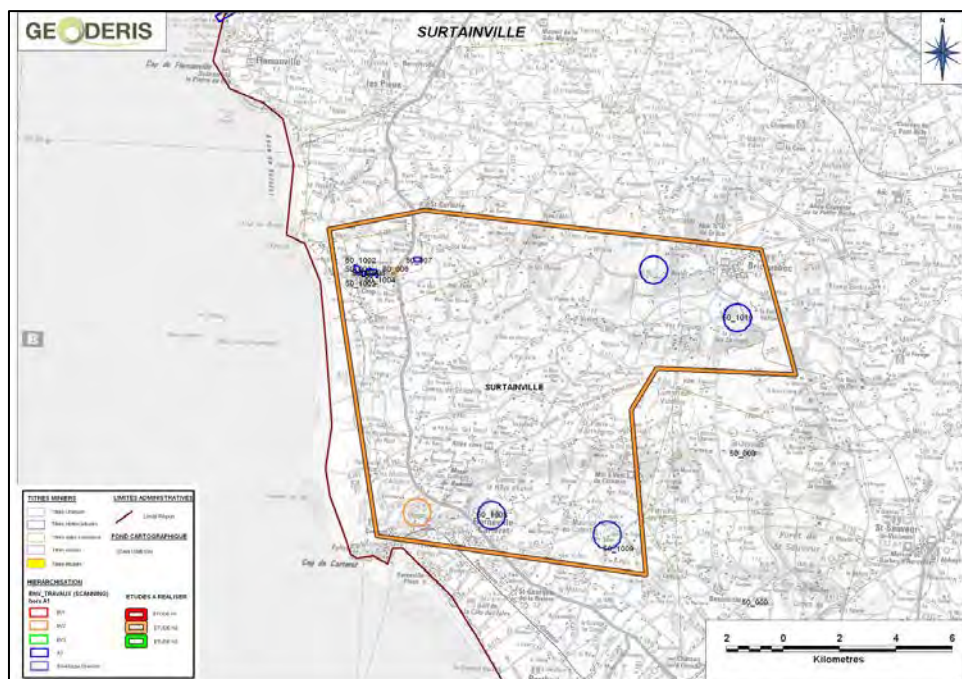
Le programme de travail GEODERIS 2016 prévoit la réalisation de l'opération « BNO22010 – Etude des aléas mouvement de terrain – secteurs de La-Chapelle-Enjurer de Surtainville et de Bourberouge (50) ». En effet, l'Inventaire des Risques Miniers (IRM ou scanning « mouvements de terrain ») a classé ces 3 secteurs en priorité P5, c'est-à-dire « *aléa non écarté mais non prioritaire* ». Ils constituent les dernières EDA (études d'aléas) à réaliser pour l'ancienne région Basse-Normandie.

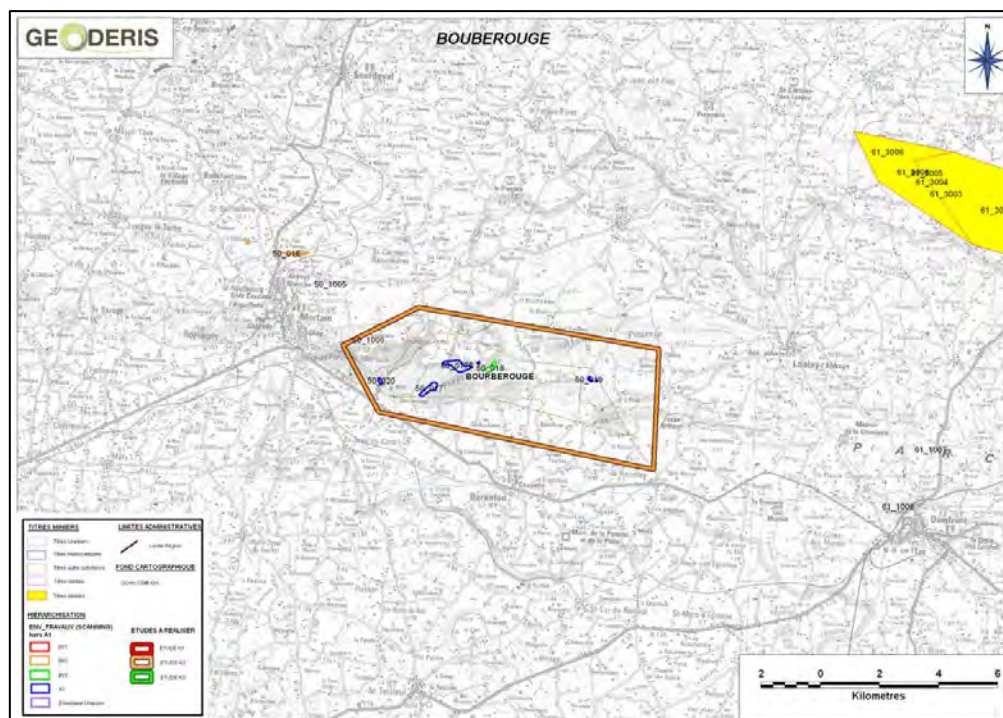
Ces 3 secteurs couvrent 8 communes (La Chapelle-Enjurer, Surtainville, Carteret, La Haye-d'Ectot, Fierville-les-Mines, Portbail, Bricquebec, Bourberouge). Il s'agit de 3 concessions et de travaux hors-titre, dont des minières. Les substances minérales concernées sont très diverses : fer, plomb, cuivre, mercure et houille.

ETUDE	N° TITRE BDSTM	NOM TITRE BDSTM	TYPE	SUBSTANCE	COMMUNES	NB COMMUNE
La Chapelle-Enjurer	50SM0002	La Chapelle-Enjurer	Concession	Mercure	La Chapelle-en Juger	1
Surtainville	50SM0006	Surtainville	Concession	Plomb	Pierreville	8
					Surtainville	
	50SM0022	Carteret	Hors-Titre	Cuivre	Barneville-Carteret	
	50SM0024	La Haye-d'Ectot	Minière	Fer	La Haye-d'Ectot	
	50SM0021	Fierville-les-Mines	Minière		Saint-Maurice-En-Cotentin	
	50SM0025	Portbail	Minière		Fierville-les-Mines	
	50SM0023	Bricquebec	Hors-Titre		Portbail	
				Houille Cuivre, Plomb	Bricquebec	
Bourberouge	50SM0004	Bourberouge	Concession	Fer	Barenton	4
					Saint-Jean-du-Corail	
					Saint-Clément-Rancoudray	
					Bion	

Tableau 1 : Liste des titres ou sites miniers et des substances minérales exploitées (B.D.S.T.M.).

Les trois groupes de communes analysés sont distants de plus de 60 km les uns des autres (120 km d'une extrémité à l'autre) et exploitaient des gisements totalement différents.





Il s'agit d'exploitations anciennes, pour certaines réalisées dès le XIV^{ème} siècle par les anglais (concession de Surtainville) ; les autres exploitations sur les différents titres miniers concernés par l'étude sont entreprises plus tardivement au XVIII^{ème} siècle et au début XIX^{ème} siècle. De nouveaux travaux miniers (recherches et exploitations) sont ensuite entrepris au cours du XX^{ème} siècle. Les travaux ont été menés à partir des affleurements des filons ou des couches minéralisés et jusqu'à une profondeur maximale de 70 m (concession de Bourberoue, secteur de Berdallier).

Le mode d'exploitation consistait principalement à creuser des galeries horizontales pour suivre les filons. Par ailleurs, de nombreux puits de recherche ont été réalisés afin de reconnaître et d'atteindre plus facilement les minerais situés plus en profondeur. Les écrits précisent également la réalisation de dépilages et d'exploitation par chambres et piliers partiellement dépilés (concession de Bourberouge). En outre, un nombre conséquent de travaux de recherche, peu étendus et moins conséquents que les exploitations, ont été réalisés.

Toutes les exploitations minières recensées dans ce périmètre ont été étudiées. Le tableau 1 liste les 8 titres ou sites miniers, figurant dans la Base de Données des Sites et Titres Miniers (BDSTM), concernés par l'étude. Plusieurs PER récents ont été identifiés sur ces secteurs. La nature de ces travaux de recherche a été vérifiée afin de déterminer la présence ou non de travaux souterrains. Les informations les concernant ont été annexées au présent rapport.

Ce rapport s'appuie sur les informations recueillies dans des documents d'archives publiques ou des fonds privés.

Les aléas de types « Environnement » et « Emission de gaz de mine » ne seront pas analysés dans cette étude, même si les informations correspondantes éventuellement retrouvées y sont synthétisées.

2. DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

2.1 Définitions : aléa et risque

L'**aléa** est un concept qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène d'intensité qualifiable ou quantifiable, se produise sur un site donné. Dans le domaine du risque minier comme dans celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance, aussi appelée prédisposition (Tableau 2).

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

Tableau 2 : Grille de croisement intensité/prédisposition aboutissant aux niveaux d'aléa

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

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

et/ou

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

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

2.2 Méthodologie et mise en œuvre

L'étude détaillée des aléas est réalisée selon le guide méthodologique validé par l'administration et complété par le guide pratique pour l'homogénéisation des études détaillées des aléas miniers [1] [2] [3]. Ces guides sont conformes aux textes réglementaires qui précisent notamment la nature des aléas et risques pris en compte.

« Les risques pris en compte [...] sont notamment, les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants ».

On notera que la mention, dans le décret, de l'adverbe « notamment » implique que la liste, quoique largement représentative des risques miniers, n'est pas strictement exhaustive et peut éventuellement être complétée.

Ce travail est basé sur une analyse documentaire en archives complétée par une enquête sur le terrain permettant de rechercher et de géolocaliser les indices de désordres, les anciens ouvrages et aussi de recueillir des témoignages de la population.

Afin d'établir et d'évaluer les aléas mouvements de terrains, l'étude est structurée en deux phases successives, qui se traduisent chacune par un ou plusieurs documents cartographiques :

- **une phase informative** : elle présente la synthèse documentaire réalisée à partir de l'analyse de l'ensemble des données disponibles identifiées sur le site minier concerné, l'inventaire et l'examen des plans disponibles, le repositionnement des travaux connus ou supposés 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. Les résultats de cette phase sont reportés sur une carte informative, positionnant les différents éléments sur fond cartographique, dans le cas présent, la BD Ortho® IGN ; le positionnement des ouvrages, travaux ou désordres d'origine minière est affecté d'une incertitude globale de localisation variable selon la précision des documents utilisés pour leur géoréférencement ou les techniques de relevés de terrain utilisées ;
- **une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa** : sur la base des données recueillies 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 du site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur le fond de la BD Ortho® IGN.

Remarque : L'aléa gaz de mine n'a pas été étudié, et compte tenu des substances exploitées, cet aléa n'est pas pertinent. Concernant l'aspect environnement, compte tenu du faible tonnage exploité, le site a été écarté en amont de la hiérarchisation effectuée dans le cadre de la DDIE¹ (pas d'impact environnemental envisagé).

2.3 Modalité d'affichage des aléas

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

2.4 Incertitudes cartographiques

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

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

- Incertitude 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 peu de points de repère se voient attribuer l'incertitude de ces plans.
- Incertitude liée à la reproduction du plan : par exemple, photographier un plan provoquera une incertitude plus grande que de le scanner.
- Incertitude liée à l'opération de géoréférencement du plan : elle dépend principalement de l'incertitude des points de repère utilisés pour son calage.

- Incertitude liée au choix du support cartographique : le support cartographique, la BD Ortho® de l'IGN dans le cas présent, de par sa précision, est lui-même vecteur d'une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est estimée à 3 m pour la BD Ortho® de l'IGN.

Ces incertitudes apparaissent en cartographie de phase informative et sont incluses dans les marges prises en compte pour la cartographie 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-dessus.

2.5 Définitions : ouvrages matérialisés / localisés / non localisés

Les ouvrages matérialisés sont ceux qui ont été observés et positionnés sur le terrain, alors que les ouvrages localisés sont ceux qui n'ont pas été observés sur le terrain et ont été positionnés d'après les plans miniers.

Les ouvrages non localisés n'ont pu être positionnés sur les cartographies par manque de précision des informations retrouvées en archives.

3. RECHERCHE DE DONNEES ET INVESTIGATIONS SUR SITE

3.1 Recueil de données

Afin de rassembler le maximum d'informations sur les anciennes exploitations minières de La chapelle-Enjuger, Surtainville, Bourberouge, les travaux hors titre et les minières, les archives suivantes ont été consultées :

- les Archives Nationales à Pierrefitte-sur-Seine, du 1^{er} au 4 mars 2016 ;
- les Archives du Monde du Travail à Roubaix, du 22 au 24 mars 2016 ;
- les Archives Départementales du Calvados à Caen, le 30 mai 2016 ;
- les Archives Départementales de la Manche à Saint-Lô, le 1^{er} juin 2016 ;
- les archives de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Normandie à Caen du 30 au 31 mai 2016.

D'autres archives et organismes ont été consultés :

- l'Association historique Surtainvillaise ;
- le site internet Gallica (www.gallica.bnf.fr).

Enfin, deux personnes ont été rencontrées lors de la phase terrain pour accéder aux bois privés de Bourberouge :

- Monsieur Gaëtan Gillard (garde-chasse) ;
- Monsieur Crochet (habitant et chasseur).

Le Tableau 3 suivant synthétise, pour l'ensemble des organismes cités ci-avant, les informations obtenues.

Remarque :

Dans le cadre d'une recherche approfondie d'archives sur le secteur étudié, les mairies de La Chapelle-Enjuger, Pierreville, Surtainville, Barneville-Carteret, La Haye-d'Ectot, Saint-Maurice-en-Cotentin, Fierville-les-Mines, Portbail, Bricquebec, Barenton, Saint-Jean-du-Corail-des-Bois, Saint-Clément-Rancoudray et Bion ont toutes été informées de la démarche et contactées par mail et/ou par téléphone le 13 mai 2016.

Les bases de données géoréférencées des sites publics suivants ont été passées en revue :

- <http://www.geoportail.gouv.fr> (ex : cadastres, photos aériennes anciennes, etc.),
- <http://www.georisques.gouv.fr>,
- <http://www.infoterre.brgm.fr> (ex : données BSS, BD cavités).

3.2 Documents consultés

Plus de 200 références ont ainsi été consultées et reproduites. Il s'agit de rapports d'Ingénieur des Mines, de Procès-Verbaux de visite, d'études de la COGEMA, de notes, lettres ou échanges entre l'Administration et l'exploitant, de plans et/ou de coupes de travaux miniers. Les documents essentiels à la présente étude, notamment en éléments cartographiques sont listés au dernier paragraphe 9 du présent rapport.

NOM	ADRESSE / CONTAC	COTES CONSULTEES	DATES VISITE	REMARQUES
Archives Départementales du Calvados	61 Rue de Lion sur Mer 14000 Caen	S22 et S1324	30/05/2016	Lettre annonçant l'ouverture de sondages de recherche et PV de bornage de la concession de Fierreville
		S23, S24-1, S24-2, S25, S26-1, S26-2, S1295, S1297, S1298, S1303, S1304, S1305, S1306, S1307-1, S1307-2, S1312, 1315, S1324		Aucun document
Archives Nationales	59, rue Guynemer 93383 Pierrefitte- sur-Seine	F/14/3844, F/14/3873, F/14/3892, F/14/7790, F/14/8099, F/14/18450, F/14/18524, F/14/18525, F/14/18644	1 au 4/03/2016	Historiques, rapports annuels sur les mines, PV de visites des Ingénieurs des Mines, institutions, mutations et rejets de demandes de concessions, plans des affleurements de minerais des ouvrages et des travaux miniers, lettres administratives diverses
		F/14/1304, F/14/1305, F/14/1307, F/14/1315, F/14/1316, F/14/8165, F/14/8324, F/14/18645, F/14/18829, F/14/18994		Aucun document
Archives Monde du travail	78 Boulevard du Gén. Leclerc BP 405 59057 Roubaix	Carton 208AQ2, Carton 208AQ34	22 au 24/03/2016	Historiques, PV de visites des Ingénieurs des Mines, géologie, lettres administratives diverses
DREAL Normandie	10 bd du Gén. Vanier, CS60040 14006 Caen Cedex Dominique Leroy (responsable pole Après-Mine Ouest) — 02 50 01 84 91	Carton 1619 Bourberouge Carton 1619 Bourberouge 1911-1965 Carton 1619 La Chapelle Enjurer Carton 1619 Pierreville Carton 1619 Rapport d'activité et recherches diverses Carton 1619 Saint- Jacques de Néhou Carton 1619 Surtainville	30 au 31/05/2016	Historiques, rapports annuels sur les mines, PV de visites des Ingénieurs des Mines, institutions, mutations, renonciations et rejets de demandes de concessions, plans des affleurements de minerais des ouvrages et des travaux miniers, lettres administratives diverses. Prospections géochimiques tactiques, sondages de recherche, analyses d'eau, rapports d'activité...
		Carton 1619, dossiers Fierville, Diellette. Carton 1619 N°3		Aucun document
Association historique Surtainvillaise	Mairie, Le Quesnay 50270 Surtainville	Les mines de fer et de plomb argentifère de Surtainville et Pierreville. Journal des mines. n°VIII, Prairial de l'an III	-	Descriptifs de la géologie et des travaux miniers
Gallica	-	Monographie de la mine de cinabre de la Chapelle-Enjurer	-	Descriptifs de la géologie et des travaux miniers, plan de localisation des ouvrages miniers

Tableau 3 : Organismes et personnes contactées

3.3 Inspection des sites

L'enquête de terrain a été effectuée les 6, 7 et 8 septembre 2016 par Laurent CAUVIN et Nicolas PILCH de l'INERIS.

Une visite complémentaire a été réalisée par Vincent Martinet de GEODERIS dans le cadre d'une étude spécifique sur les ouvrages miniers potentiellement dangereux (risque corporel) les 6 juin 2017 (Bourberouge) et 4 juillet 2017 (Surtainville).

L'étude de terrain a eu pour objet :

- d'identifier et de lever au dGPS les ouvrages et indices miniers ;
- d'identifier et de positionner au dGPS les dépôts miniers ;
- d'inventorier les différents désordres identifiables en surface.

La campagne d'investigations a pour finalité :

- 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 ouvrages débouchant au jour et des contours des travaux miniers par rapport au support cartographique de surface utilisé (BD Ortho®) ;
- d'évaluer l'état de conservation des ouvrages souterrains lorsqu'ils sont encore accessibles (sans inspection exhaustive des travaux).

Les différents éléments observés lors de ces inspections ne sont pas regroupés en un paragraphe dédié, ils sont détaillés dans divers paragraphes en face des éléments d'archives qu'ils valident (ou infirment)

.

4. SYNTHÈSE DES DONNÉES INFORMATIVES

4.1 Contexte géographique et géomorphologique

La concession minière de Surtainville est située dans la partie nord du département de La Manche (70 km au nord-ouest de St-Lô), celle de la Chapelle-Enjuger est située dans la partie centrale du département (10 km à l'ouest de St-Lô) (Figure 4). La concession minière de Bourberouge est située à environ 60 km au sud de St-Lô dans la région de Vire – Mortain.



Figure 4 : Localisation des zones de Surtainville, La Chapelle-Enjuger et de Bourberouge (Scan 1000 de l'IGN)

Dans le département de la Manche, le point culminant du Massif Armorica se trouve à + 368 m NGF à proximité du bourg de Chaulieu. Les paysages peuvent être localement escarpés.

Les anciennes exploitations minières et les travaux de recherche sont situés et disséminés principalement en contexte agricole sur des plateaux ou sur des flancs de coteaux. La Mine de la Chapelle-Enjuger est située au droit d'un hameau de quelques habitations.

4.2 Contexte géologique

4.2.1 Géologie régionale

Le sous-sol du département de la Manche est constitué de terrains d'âges variés, depuis les terrains antécambriens jusqu'aux formations les plus récentes tertiaires et quaternaires (Figure 5). Ces terrains appartiennent à l'entité du Massif Armoricain.

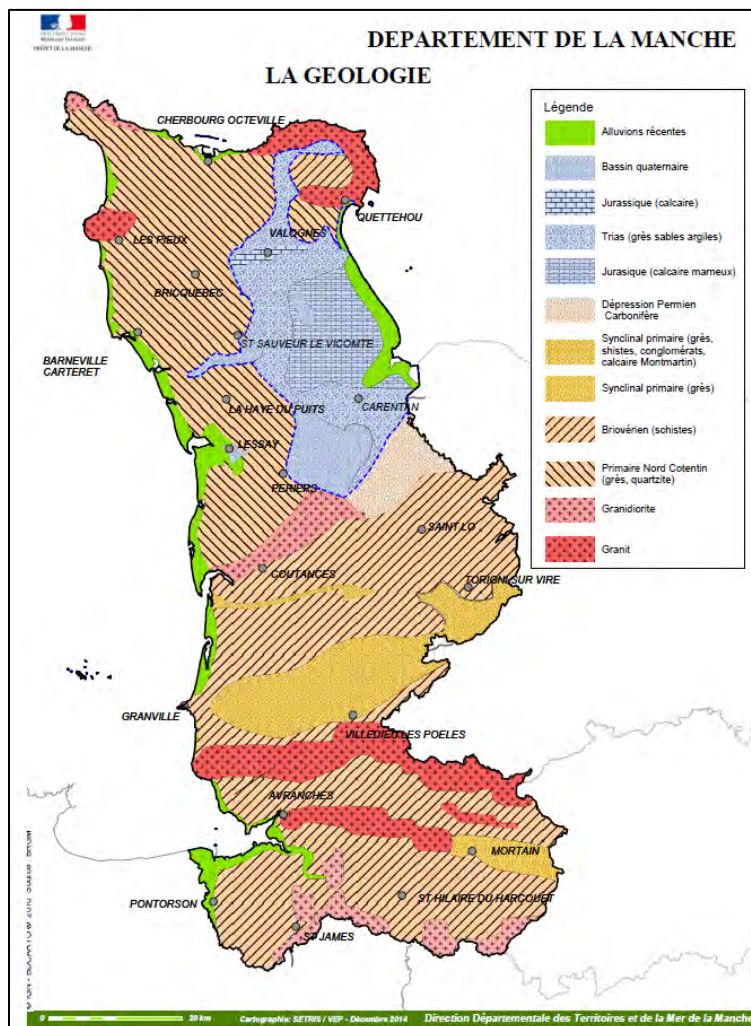


Figure 5 : Carte géologique du département de la Manche. (Source : www.manche.gouv.fr) [87]

Les terrains les plus anciens se rencontrent à la Pointe de la Hague ; ils sont constitués essentiellement de gneiss. Les terrains antécambriens ou briovériens affleurent principalement au sud d'une ligne Anneville-sur-Mer – Cerisy-la-Forêt. Ils sont constitués de schistes, de grès et de cornéennes.

Des terrains primaires plus récents s'allongent en une bande synclinale d'orientation grossièrement ouest-est, d'une dizaine de kilomètres de largeur depuis la région de Granville vers Pont-Farcy et Vire et au-delà de Falaise. Ils affleurent également dans toute la moitié occidentale du Cotentin. Ils sont constitués de grès, de schistes et de rares calcaires. Les formations d'âge carbonifère sont représentées par le petit bassin du Plessis ; elles renferment des poudingues, de grès, de schistes et de veines de houille (anciennes mines du Plessis-Lastelle (1757-1850) et du Molay-Littry dans le Calvados).

Des roches plutoniques (granites, diorites) se sont mises en place à différentes époques au sein des formations anciennes. Cette mise en place s'est accompagnée de transformations importantes des roches en contact (cornéennes).

La Manche est concernée par les couches les plus anciennes du Trias et du Jurassique des dépôts sédimentaire à l'origine de la formation des strates du bassin parisien (au début du Secondaire). Des formations sédimentaires crétacées plus jeunes (sables et calcaires) sont toutefois présentes dans l'est du Cotentin (vallée de la Douve).

Les couches d'âge tertiaire et essentiellement quaternaire ancien sont constituées de calcaires, d'argiles, de sables plus ou moins grossiers et de faluns (sables coquilliers) poreux et sont circonscrites dans les bassins sédimentaires de l'Isthme du Cotentin. Ces bassins d'effondrement à fort potentiel aquifère insérés dans la partie nord-est du Massif Armoricaire et au contact avec les formations secondaires, sont issus d'une tectonique récente ayant repris les accidents cadomiens et hercyniens du socle armoricaire.

Les formations quaternaires récentes sont des sables dunaires, abondants en bordure de côtes, et des alluvions. Les alluvions récentes argileuses et tourbeuses, prennent une extension relativement grande à l'abri des cordons dunaires et à proximité des cours d'eau même petits du Bassin de Carentan.

L'altération de surface contribue au développement actuel de formations superficielles de recouvrement qui le plus souvent masquent les terrains sous-jacents.

4.2.2 Géologie locale

4.2.2.1 Concession de Surtainville

La concession de Surtainville est située à proximité et au sud du massif granitique de Flamanville. Les formations qui le constituent se développent à cheval sur une grande faille de direction E-NE qui limite, d'une part, la série synclinale précambrienne et silurienne plus ou moins affectée par le métamorphisme granitique et, d'autre part, les grès à Orthès de Monneri, les schistes et calcaires de Néhou plissés en anticlinal (Figure 6) [86]. Au droit de la faille existent plusieurs dykes éruptifs de microgranites [75].

La concession a porté sur des indices de carbonates de fer, pyrite, galène argentifère et blende qui sont encaissées dans les schistes et calcaires de la série de Néhou, d'âge dévonien [42]. Ces terrains présentent une direction générale sensiblement est-ouest avec un pendage de 45° vers le nord ; ils sont recoupés par des filons de microgranulites dont la direction générale est nord-sud [46].

Les anciens travaux miniers sont globalement alignés suivant une direction N80°E qui correspond à la direction des barres de calcaires dolomitiques du Dévonien qui font saillie dans le relief. Cette direction semble parallèle à celle du front de la transgression de la mer dévonienne sur le socle rocheux plus ancien (Briovérien et Cambrien) [42].

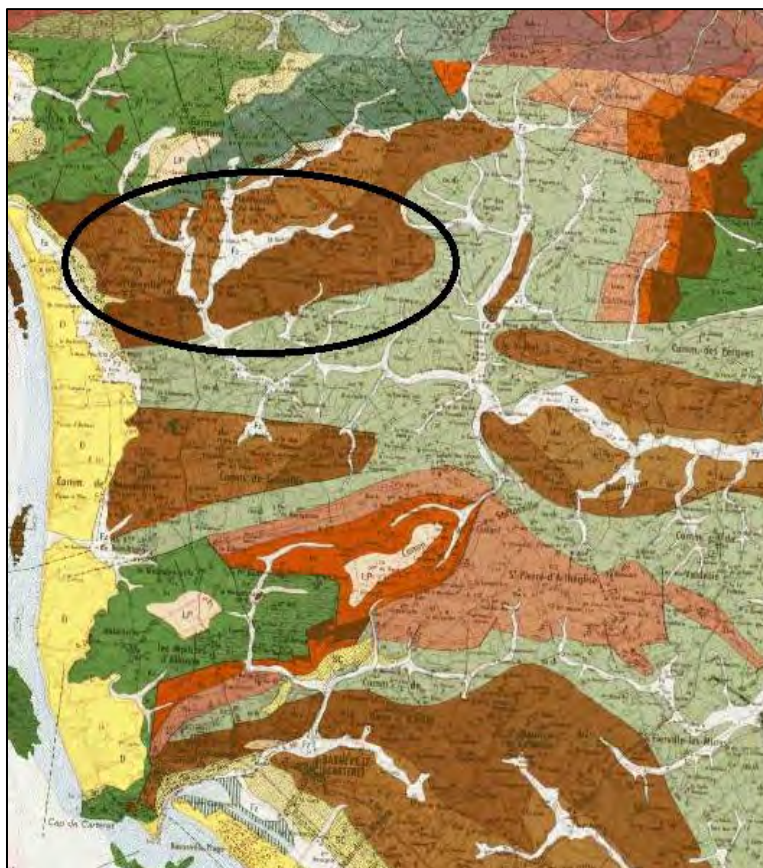


Figure 6 : Contexte géologique de la concession de Surtainville (les filons apparaissent en rouge-orangé sur fond marron) (Source : Infoterre) [86]

L'allure des indices est variée : couches, amas, veinules, imprégnations diffuses qui permettent de classer la concession de Surtainville dans la catégorie des minéralisations Pb-Zn en milieu carbonaté lié aux strates. Une origine complexe a été avancée, pour partie détritique par démantèlement du socle et sédimentation épicontinentale, et pour partie épithermale par remobilisation de ces préconcentrations, par des intumescences thermiques liées au granite carbonifère de Flamanville, et par des failles transverses plus ou moins accompagnées de l'intrusion de filons de lave [42].

- Secteur La Ferrière, la roche dans laquelle se trouve le minerai est un calcaire compact gris noir entrecoupé de bancs de schistes argileux noir. Le minerai se trouve disséminé dans le calcaire sous la forme de rognons ou d'amas sans suite ou liaison entre eux.
- Sous le sommet de La Godaillerie, les archives mentionnent l'existence dans une carrière de calcaire d'un filon de sidérite minéralisé en galène d'un mètre de puissance, dirigé au nord (Figure 12) [48].
- Secteur Bajin, la puissance de la lentille minéralisée au sein d'une formation de gros bancs de calcaires dirigés N30°W [52] était d'environ 1 m [48]. Il ne s'agit pas d'un filon régulier à puissance constante, mais d'un amas de sidérose formé au contact des sulfures primitifs et du calcaire encaissant [48], la minéralisation disparaissait en profondeur.
- Secteur Cerisiers, le travers-banc principal a rencontré à 6 m de l'entrée un filon de 0,8 m de puissance. A 23 m de l'entrée, un second filon est recoupé. Ce dernier de 2 m d'épaisseur était fortement barré d'argile et présentait un pendage de 70° ENE, [52], [53], [76]. Dans le travers-banc, à 33 m de l'entrée a été rencontrée une veine de fer spathique « de 0,2 m de puissance à la couronne et de 0,50 m d'épaisseur à la sole » [52], [76]. Son inclinaison est de 70° E-N-E, [50].

Nature du minerai :

Le minerai est de composition chimique simple et classique pour les mines de carbonate de fer et de pyrite sédimentaire et pour les gisements de plomb-zinc en milieu carbonaté. Ainsi on trouve au sein de ces gisements de la galène, de la blende, de la pyrite dans une gangue de calcite, de la sidérite et ponctuellement un peu de quartz. La blende est par ailleurs parfois altérée en amas de calamine et le carbonate de fer en goethite-limonite. Des traces de chalcopryrite ont été décelées par le BRGM sur certains échantillons et la galène peut recéler 400g/t d'argent, [42].

A la Ferrière, le minerai qui se trouve le plus près de la surface, est une galène caverneuse accompagnée d'ocre et de calamine. Le minerai ordinaire le plus abondant est une galène à grandes facettes [85].

A la Godaillerie, le minerai est « *une sidérose très manganifère, phosphoreuse et encore sulfureuse. Le minerai lui-même contient peu de galène, cette dernière étant concentrée dans les épontes du calcaire encaissant* », [48].

Aux Cerisiers, le minerai manque d'homogénéité et se présente sous la forme de feuillets ou en blocs de calcaire métamorphisé alternant avec de l'argile.

4.2.2.2 Concession de La Chapelle-Enjuger

Le gisement de mercure est situé dans la zone de contact des schistes à phyllonites de St-Lô avec un complexe de roches du Briovérien inférieur. Il est inclus dans le Briovérien de Graindor ou « Etage d'Erquy » constitué de schistes peu métamorphiques et de schistes amphiboliques à fréquentes intercalations de coulées volcaniques (trachytes, rhyolites, andésites). Bordé à l'ouest par la granodiorite de Coutances, le socle disparaît rapidement vers le nord sous les formations du Trias ([14], Figure 7).

A l'échelle du gisement, sous les formations superficielles, une séquence de schistes et de psammites surmonte des grès blancs ou verdâtres en contact avec des schistes et psammites dolomitifères. La minéralisation serait localisée à la base des grès [13].

Le gisement est constitué de 2 filons orientés SW-NE, à pendage SE proche de la verticale, éloigné d'une dizaine de mètres et tendant à se réunir. Leur puissance serait de 0,3 m à 1 m [13]. Ces informations ont été précisées par les travaux de recherche du BRGM réalisés en 1962 et 1963, qui ont reconnu deux accidents géologiques principaux orientés N20°E. La première faille ou faille 54 constitue une structure lenticulaire à épontes nettes, à remplissage argileux axial et dont la puissance varie de 0,80 m à plus de 2 m. La seconde faille ou faille 110 présente une structure bréchique dont le cœur est constitué d'argile kaolinique et de rognons de quartz, sa puissance peut atteindre jusqu'à 5 m, [13].

Les filons sont d'autant plus riches en minerai qu'ils sont plus près du jour. En effet, d'après les anciens travaux d'exploitation, la minéralisation disparaîtrait vers 65 m de profondeur [13].

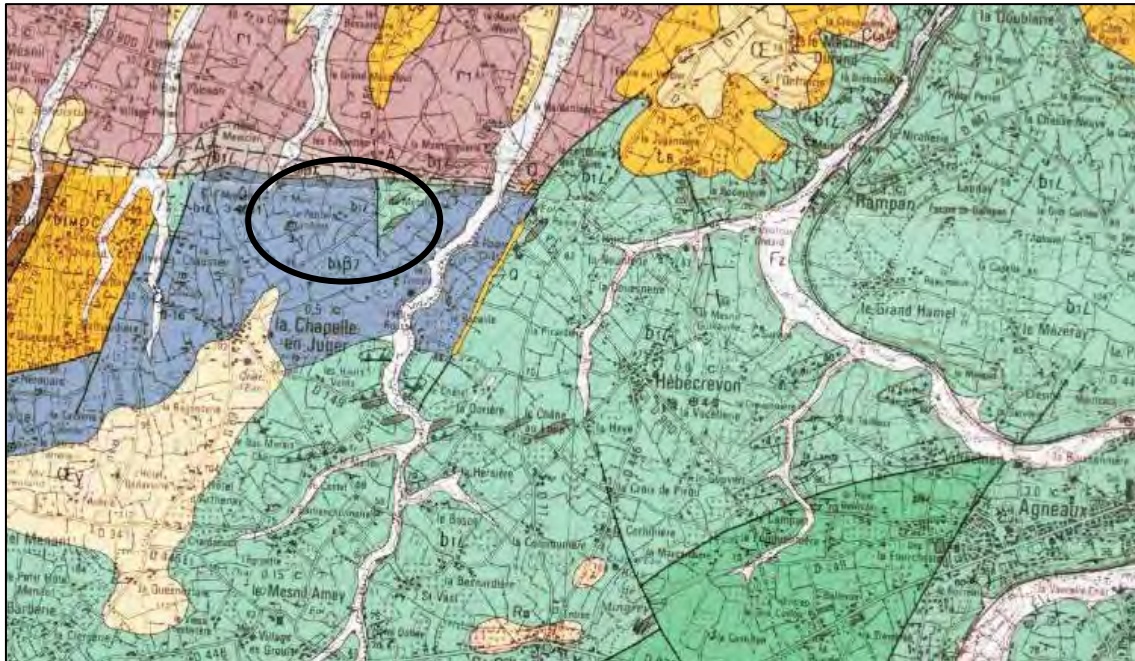


Figure 7 : Contexte géologique de la concession de La Chapelle-Enjuger
(Source : Infoterre) [86]

Nature du minéral :

La gangue des filons est une roche mélangée de schistes et de quartz, enveloppés dans une argile blanchâtre. Le quartz renferme souvent de petites pointes de pyrite [19]. C'est dans cette matrice et quelquefois aussi dans l'argile que l'on trouve le minéral associé à des marcassites composés d'une multitude de petits cubes ou de rayons divergents et sous celle de cinabre friable ou en fleur appelé vermillon natif, [14].

La première variété est la plus commune, la plus pauvre et la plus difficile à traiter. La deuxième, la plus rare, n'a besoin que d'un certain degré de chaleur pour être dégagée du soufre la composant et passer à l'état métallique. Le cinabre est associé au quartz, au cuivre natif [13], à la marcassite et à la pyrite et se trouve dans des filons, mais d'autres source le signale également comme imprégnant des surfaces de glissement qui sont nombreuses dans les schistes, [15].

Aux environs du gisement, du mercure natif et liquide a également été trouvé au bourg de Marigny, à 4 kilomètres au sud du Mesnildot, [15], [19].

4.2.2.3 Concession de Bourberouge

Le gisement de minéral de fer carbonaté d'âge silurien de cette concession se présente comme un synclinal (synclinal de Mortain-Domfront-L'Hermitage, [20]) dont l'axe est dirigé est-ouest, [7], Figure 8. Seul le flanc sud se trouve dans la concession de Bourberouge, il présente de nombreux replis. Le point le plus bas du gisement se trouverait à 700 m de profondeur [4].

La couche de minéral est encaissée au sein des schistes d'Angers, à 5-10 m au-dessus du contact avec les grès armoricains [11]. Les carottages ont démontré qu'il y a au mur de la couche un grès ferrugineux à ciment d'oligiste de près de 2 m d'épaisseur.

A l'est de Mortain, la zone d'affleurement tourne vers le sud-est et reprend ensuite la direction normale est-sud-est après un déplacement latéral de 3 kilomètres. Cette circonstance tient à un élargissement important du synclinal dans cette zone d'affleurements des schistes d'Angers que suit naturellement le flanc sud. Au contraire, le

4.3 Contextes hydrogéologique et hydrologique

4.3.1 L'hydrologie

Le réseau hydrographique du département de la Manche totalise une longueur d'environ 5 800 kilomètres (données SIG), (Figure 9).

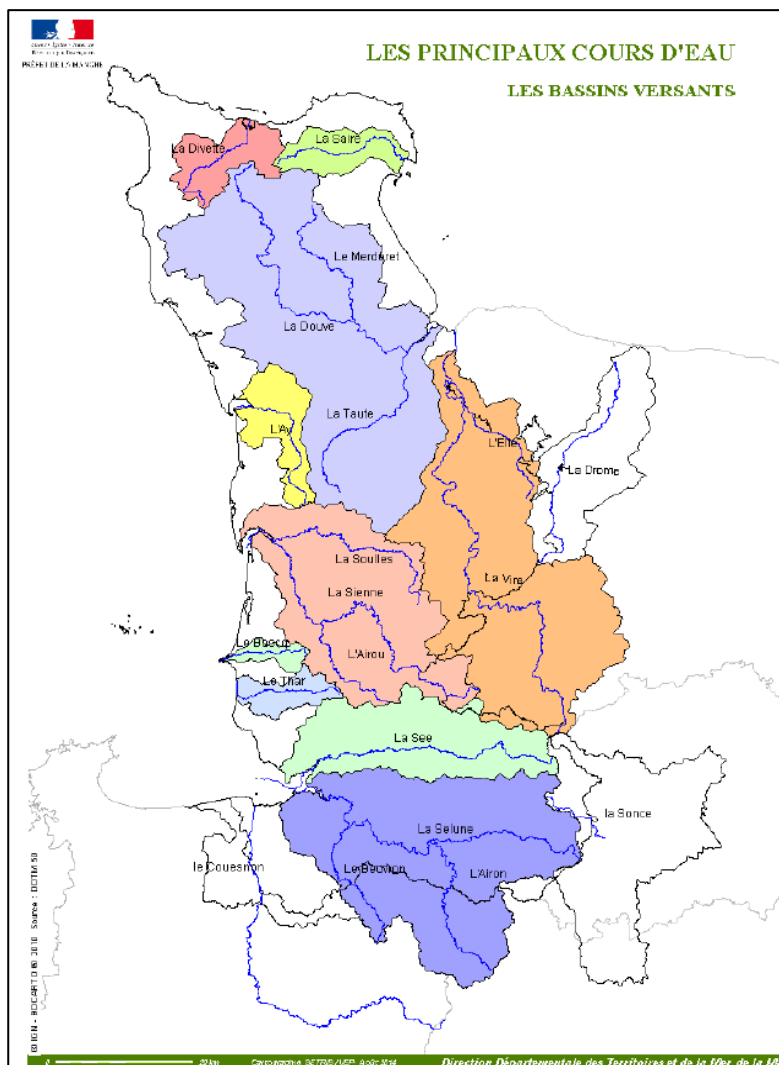


Figure 9 : Carte des bassins versants du département de la Manche
(Source : www.manche.gouv.fr) [87]

Le fleuve le plus important est la Vire qui prend sa source à + 305 mètres NGF, aux limites des trois départements de l'ancienne région de Basse-Normandie (Calvados, Manche et Orne) et des communes de Chaulieu (50), Saint-Christophe-de-Chaulieu (61) et Truttemer-le-Petit (14).

La Siennne arrive en second par sa longueur, prenant naissance à + 325 mètres NGF en forêt de Saint-Sever-Calvados, il alimente le lac du Gast qui permet son soutien à l'étiage. Le Couesnon, le Beuvron, naissent en Bretagne et finissent leur cours dans la Manche. L'Egrenne et son affluent la Sonce traversent les collines du Sud-Manche puis après un long parcours via la Varenne, la Mayenne, le Maine et enfin la Loire, rejoignent l'Atlantique.

Le climat du département est caractérisé par un régime océanique tempéré générant des pluies assez abondantes, réparties sur l'ensemble de l'année, mais plus généreuses en hiver. La recharge des aquifères s'opère essentiellement les mois d'octobre à mars.

Niveau local :

Le ruisseau de Chenilly (affluent de la Sélune) et la rivière Sonce draine les terrains occupés par les travaux de la concession de Bourberouge.

Les travaux miniers de la concession de Surtainville sont situés à proximité de l'océan et dans les bassins versant de la Scye et de la Théranne.

Le ruisseau temporaire de la Losquette arrose les terrains à proximité des travaux de La Chapelle Enjuger.

Il s'agit de cours d'eau peu importants (moins de 30 kilomètres de longueur maximale) typique des bassins côtiers.

4.3.2 L'hydrogéologie

Niveau régional :

Le département de la Manche présente, une grande variété de ressources en eau souterraine (Figure 10) :

- les terrains du socle ancien présents dans tout le Sud-Manche et dans le nord-ouest du Cotentin, sont essentiellement constitués de roches magmatiques (granite, volcanites...), métamorphiques (cornéennes, schistes tachetés) et sédimentaires indurées (schistes, grès, calcaires). Ces terrains présentent une perméabilité de fissures, localement d'interstices et les aquifères sont de fait, de faible extension et assez peu productifs ;
- les terrains sédimentaires du secondaire sont localisés dans la partie est du Cotentin. Les terrains sablo-graveleux du Trias, peuvent localement lorsqu'ils ne sont pas argileux, constituer de bons aquifères ;
- les formations jurassiques et crétacées marno-calcaires, peuvent être aquifères localement à la faveur d'une fracturation bien développée (Hettangien) allant jusqu'à une karstification (Maestrichtien) ;
- les formations meubles récentes (tertiaires et quaternaires) circonscrites dans l'isthme du Cotentin, constituent d'importantes ressources pour l'alimentation en eau potable.

Niveau local :

Les trois zones concernées par la présente étude ne sont pas situées dans ces zones fortement aquifères. Les travaux miniers ne sont noyés que par les eaux d'infiltration. Le niveau des eaux dans les travaux est régulé par les exutoires s'ils existent.

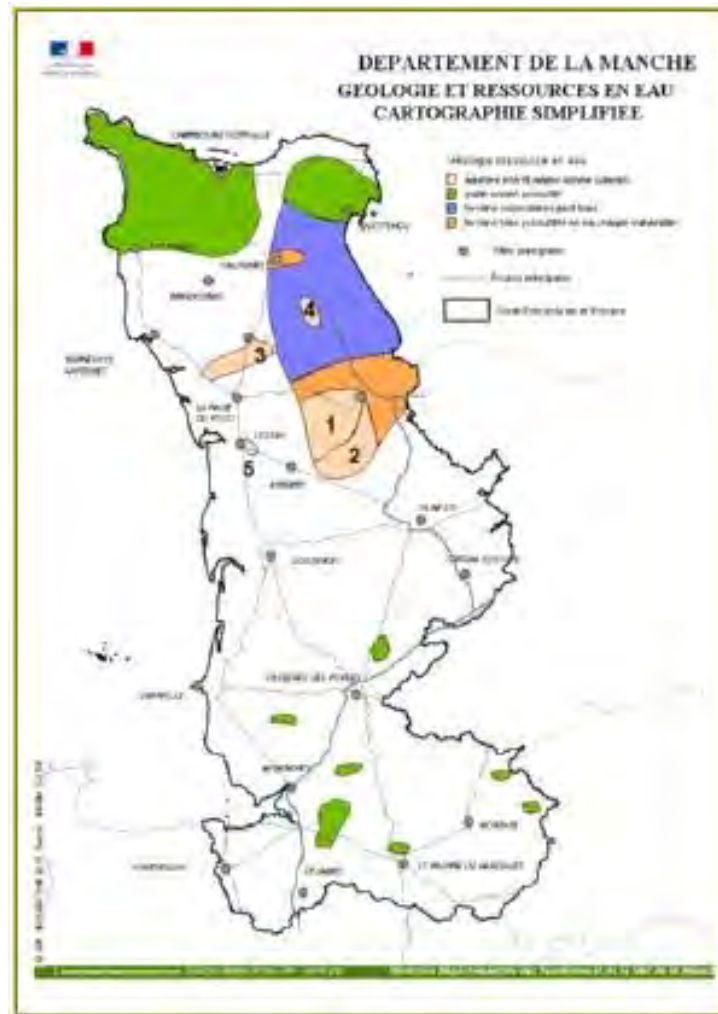


Figure 10 : Carte de ressources en eau souterraine du département de la Manche (Source : [www.manche.gouv.fr](http://www.manche.gouv.fr/Media/Files/MCI-1A4_Carte_Ressources_Eau)) [87] http://www.manche.gouv.fr/Media/Files/MCI-1A4_Carte_Ressources_Eau)

4.4 Concessions et secteurs miniers

4.4.1 Concession de Surtainville

4.4.1.1 Historique et descriptif des travaux miniers

Les Anglais pendant le XIV^{ème} siècle ont exploité le plomb « *qui s'y trouvait en abondance* » au lieu-dit La Ferrière ; ces travaux ont cessé en 1364 et n'ont été repris qu'en 1740, puis en 1788 [84]. Les premières reconnaissances approfondies sont réalisées autour de 1788.

La concession de Surtainville est instituée en 1826. D'une superficie de 407 ha, elle se trouve sur les communes de Surtainville et de Pierreville [42].

Des travaux de recherche sont entrepris de 1826 à 1830 [46].

Entre 1903 et 1906, quelques travaux ont été exécutés ayant pour objet la reconnaissance et la mise en exploitation d'un filon de galène argentifère, de blende et de pyrite, ainsi qu'une couche de carbonate de fer [51]. Ces travaux sont arrêtés en 1907 et de 1908 à 1909 la concession est inexploitée.

Des travaux de recherche sont repris en mai 1910 et ce jusqu'en 1912, où ils sont encore arrêtés [51].

De 1919 à 1920, une phase de prospection plus active est entreprise pour le fer lors d'une option accordée pour 1 an à la Société des Hauts Fourneaux de Rouen. Les héritiers du concessionnaire reprennent les recherches de 1921 à 1923. Les travaux sont définitivement arrêtés en 1923.

En 1934, les travaux de fermeture sont réalisés et la renonciation est acceptée par décret [45].

En synthèse, la concession a été exploitée de façon artisanale. Les travaux ont consisté en des tranchées sur les affleurements, en des puits verticaux et en de petites galeries. Les données d'archives suggèrent qu'il y a eu des fouilles rapides, mal étayées et de faible profondeur [42].

4.4.1.2 Secteurs exploités

Les anciens travaux miniers sont globalement alignés suivant la direction N80°E ; ainsi, d'est en ouest on retrouve successivement les travaux de Pierreville, ceux du Pont des Quenots (ou de la Laverie), les travaux de La Ferrière, ceux de La Godaillerie, les travaux Duchesnoy, ceux du Bajin et ceux des Cerisiers.

a) Travaux de Pierreville (commune de Pierreville)

Ce sont les principaux travaux réalisés pour l'extraction de la galène argentifère avec un peu de blende et de pyrite [52].

Les deux puits principaux de ce secteur (Puits de Pierreville P1 et P2, Annexe 1 : photo 49) étaient situés de part et d'autre du chemin rural des Moulins de Haut et de Bas à l'église de Pierreville (Tableau 4).

Les archives indiquent que ces travaux ont débuté en 1788 et ont été abandonnés au bout de 18 mois [46]. Ils reprennent en 1817, lorsqu'un exploitant de pierre à chaux redécouvre le gisement dans sa carrière, [46].

De 1819 à 1828 le fonçage du Puits de Pierreville (19 m de profondeur, non localisé) est réalisé. Trois galeries de 20 m, 15 m et 30 m de longueur, respectivement en direction nord, est et sud, y sont aménagées.

Ces premiers travaux sont abandonnés en 1830, après n'avoir rencontré que des « *rognons de minerai peu riches et sans continuité* » [46].

De 1903 à 1911, des travaux sont à nouveau entrepris avec le fonçage des Puits de Pierreville P1 et P2 de 15 m et 28 m de profondeur, Figure 11 [83]. Au fond de ces deux ouvrages est creusé un travers-banc de 30 m de longueur (niveau -10), plusieurs galeries (niveaux -10 m et - 25 m) et deux montages dans le minerai. En direction de l'ouest, le travers-banc a recoupé au bout d'une dizaine de mètres, une zone de blende de 0,5 m de puissance, accompagnée de calcaire bleu dévonien plus ou moins chargé de galène [48]. A 10 m de profondeur, la galerie poussée en direction du sud a recoupé d'anciens travaux confus où se « *retrouvent d'anciens boisages et une masse de terre argileuse servant de remblai* » [48]. Cependant les mineurs ont pu encore y trouver « *par endroits, des blocs assez importants de galène, de blende et de pyrite presque purs* » [48]. En direction du nord, la galerie n'a pas permis de reconnaître l'allure du filon du fait de la présence des anciens travaux.

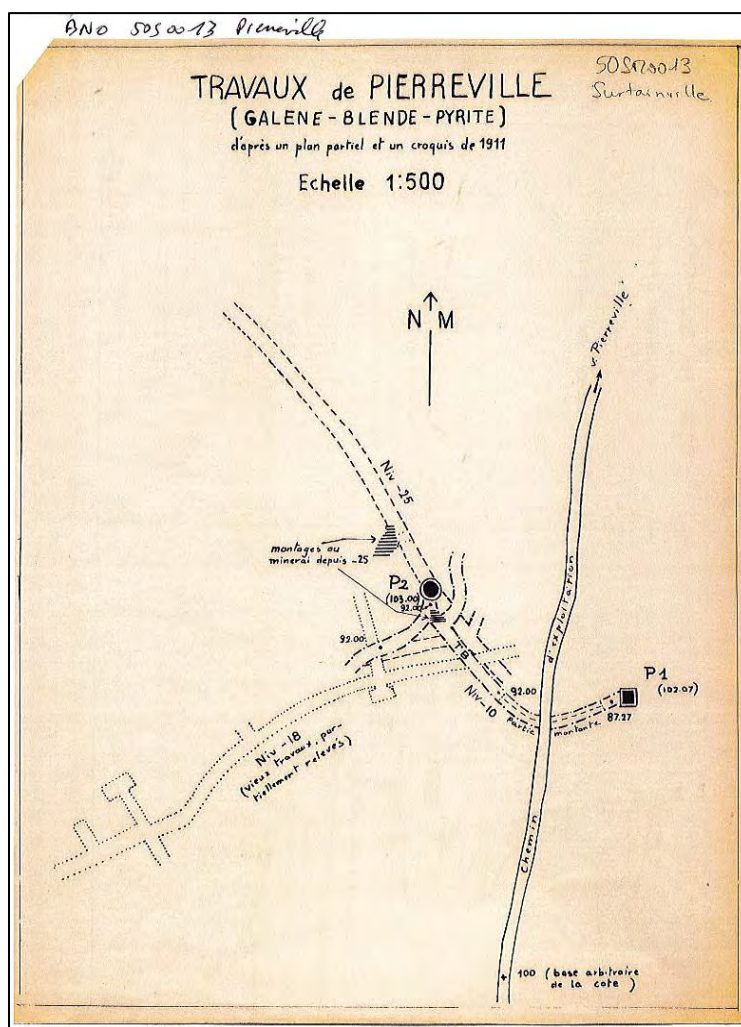


Figure 11 : Vue de l'exploitation souterraine de Pierreville [26]

Un autre ouvrage de 4 m de diamètre et de 30 m de profondeur est creusé en 1904 sur l'affleurement du même filon [48]. Les venues d'eau ont un débit considérable (1200 litres par minute), ceci est dû au fait que les puits sont creusés en partie au sein de la nappe alluviale. Des vieux travaux sont rencontrés au niveau - 18 m et sont de nouveau explorés [42].

Le Puits P1 est abandonné en 1906. L'arrêt définitif des travaux est fait en novembre 1911, et les archives mentionnent l'abandon de « 250 tonnes de déblais de minerai sur le carreau de la mine ».

Les Puits de Pierreville sont remblayés en 1935, [77].

b) Travaux du Pont des Quesnots (commune de Pierreville)

Des documents d'archives mentionnent l'existence en ce lieu « à 600 m au sud-ouest des travaux de Pierreville, du Puits Genveye, creusé à une époque indéterminée et dont le diamètre et la profondeur sont inconnus » [80], [81].

c) Travaux de La Ferrière (commune de Pierreville)

Il s'agit de recherches situées à environ 1 kilomètre au nord-est du village de Surtainville. Le nom La Ferrière évoque l'existence probable de minières de fer à une époque reculée. Les Anglais pendant le XIV^{ème} siècle ont exploité le plomb.

En 1788, cinq puits ont été foncés, quatre « *de 50 pieds et un de 75 pieds de profondeur* » [84], [85]. Cette exploitation a surtout concerné les minerais de zinc et de plomb [52].

Les documents mentionnent la découverte d'une minéralisation à galène argentifère dans une carrière voisine du hameau.

De 1904 à 1923, de nouvelles recherches, notamment en octobre 1911, sont réalisées avec le fonçage d'un puits de 5 m de profondeur qui recoupe la couche plombifère. Ce puits est abandonné à cause « *de fortes venues d'eau* » [42].

d) Travaux de La Godaillerie (commune de Surtainville)

Sur le sommet du plateau de la Godaillerie, affleurent les calcaires dolomitiques dévonien. Depuis des époques parfois très anciennes, ces calcaires ont été le siège de nombreux grattages de surface pour l'extraction de pierre à chaux, pour le fer et pour le plomb ; cependant l'exploitation a surtout concerné le minerai de fer [52].

En 1819, dans une carrière de calcaire comprenant un filon de sidérite minéralisé, un puits de 11 m est creusé avec trois galeries au fond en direction du nord, de l'est et de l'ouest. Ces travaux sont arrêtés au bout de quelques mètres en 1830 [46].

Les recherches reprennent de 1904 à 1911 (Figure 12, Figure 13 et Tableau 4), avec l'ouverture en contrebas de la carrière du travers-bancs de La Godaillerie, de 135 m de longueur, creusé en direction du nord, qui finit par recouper une lentille minéralisée [80], [82]. Des traçages sont creusés sur 26 m de longueur vers le NW (Galerie de La Godaillerie) et sur 7 m de longueur vers le SE pour suivre la lentille en allongement (l'extension totale du traçage sera de 90 m). Un montage sera ensuite réalisé à partir du traçage NW, pour dépiler le minerai (puissance de 1 m à 7 m de sidérite [47]).

En 1905, les travaux sont réalisés à partir d'un puits vertical de 5 m de profondeur avec un travers-banc de 6 m de longueur qui recoupe le filon [48]. A la même date, une galerie horizontale de 22,5 m de longueur, 1 m de largeur et 1,6 m de hauteur suit en direction le filon découvert par les travaux antérieurs. Ce filon de 0,8 m de puissance s'est ensuite rétréci puis fini par disparaître. Des fouilles superficielles sont également réalisées sur le filon de part et d'autre de la carrière, à 25 m et à 50 m au nord et à 150 m au sud [42], [48] et révèlent que la minéralisation se réduit à 0,25 m d'épaisseur [49].

Vers janvier 1920, ce traçage débouchera au jour dans la carrière Descenderie de La Godaillerie) [50].

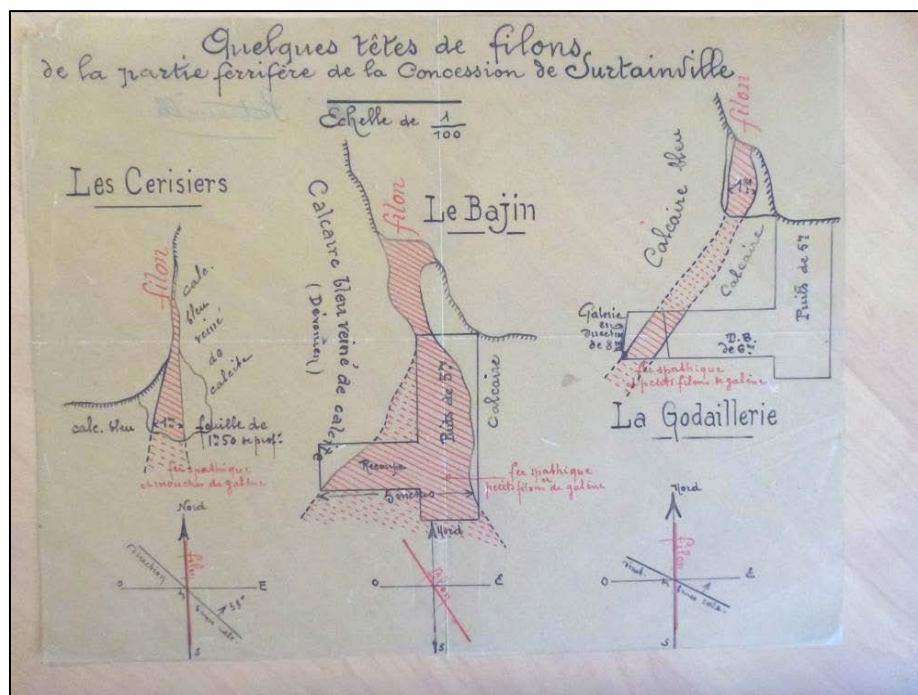


Figure 12 : Coupes des filons des Cerisiers, le Bajin et La Godaillerie [44]

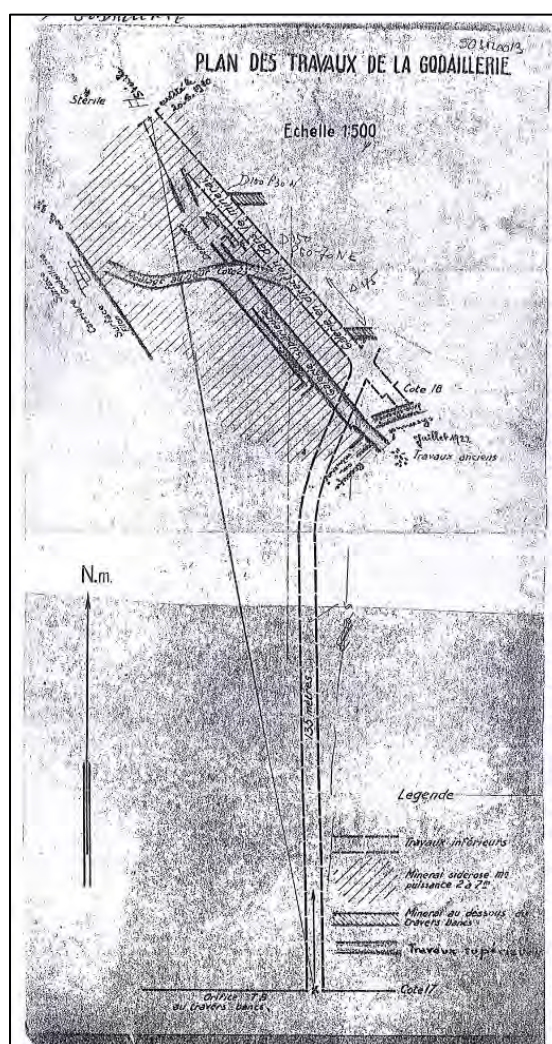


Figure 13 : Vue de l'exploitation souterraine de La Godaillerie [42]

e) Travaux Duchesnoy (commune de Surtainville)

En 1923, est ouvert le travers-banc Duchesnoy N°1 à flanc de coteau dans le calcaire afin de recouper d'anciens travaux constatés en surface près du lieu-dit Les Granges Buhot-Godaillerie [80], (Tableau 4, Annexe 1 : photo 50). On y trouve des déblais d'exploitation avec de la blende, devant remonter à 1830 et réalisés à partir du Puits Buhot [47], [81]. Ce travers-bancs de section 1,65 m x 1,20 m est arrêté au bout de 40 m d'après les écrits [42], [47], [53], mais il ferait jusqu'à 80 m selon les plans [80], [81].

Un autre travers-banc (travers-bancs Duchesnoy N°3 [42]), a été repéré par le BRGM en 2004, « *dans des buissons à la faveur d'un petit fontis d'un mètre de profondeur* ». Cette galerie présentait une section visible de 1,8 m X 1,50 m.

Une inspection complémentaire de terrain a été réalisée en juillet 2017 [89], une galerie (travers-bancs Duchesnoy N°4, cf. Figure 14) identifiée il y a une dizaine d'année : la « Galerie du Haut », a finalement été retrouvée. Cette galerie est ouverte et pénétrable. Son orientation est N320, la longueur visible est supérieure à 6 m (mesure laser-mètre), l'orifice mesure environ 1,5 x 0,7 m.



Figure 14 : Entrée du travers-banc Duchesnoy N°4, 2017, Geoderis [89].

f) Travaux du Bajin (commune de Surtainville)

Le secteur du « Ravin Leconte » a été le siège d'une ancienne carrière de calcaire pour la chaux orientée W-E qui a recoupé une poche karstique de sidérite de direction N70°W ou N30°E (Figure 15) [44], [52]. Cette poche semble être le prolongement du gîte des Cerisiers [52]. L'exploitation minière a surtout concerné le minerai de fer [52].

Le Puits du Bajin (3 m de diamètre) [79], [80], (Tableau 4, Annexe 1 : photo 51), foncé dans la carrière, a recoupé la lentille minéralisée à 5,50 m de profondeur et est resté jusqu'à sa base, 16 m de profondeur, dans une masse continue de sidérite (Figure 19). Quatre galeries « en croix » ont été creusées à 5,50 m de profondeur dans le puits (une galerie sud-est – nord-ouest et une autre nord-est – sud-ouest). La galerie nord-est - sud-ouest a traversé le filon sur une épaisseur de 5 m et a ensuite buté contre le calcaire dévonien [48].

En 1923, une galerie reconnaît ce gisement sur 80 m de longueur et rencontre une masse minéralisée de 1 m à 4 m de puissance [42]. Une note interne du Service des Mines datée de 1935, mentionne l'existence d'une galerie ouverte dans le front de taille de la carrière (galerie de recherche de 1923). Cette galerie d'abord horizontale semble ensuite partir en plan incliné [42].

Le Puits du Bajin est remblayé en 1935 [77].

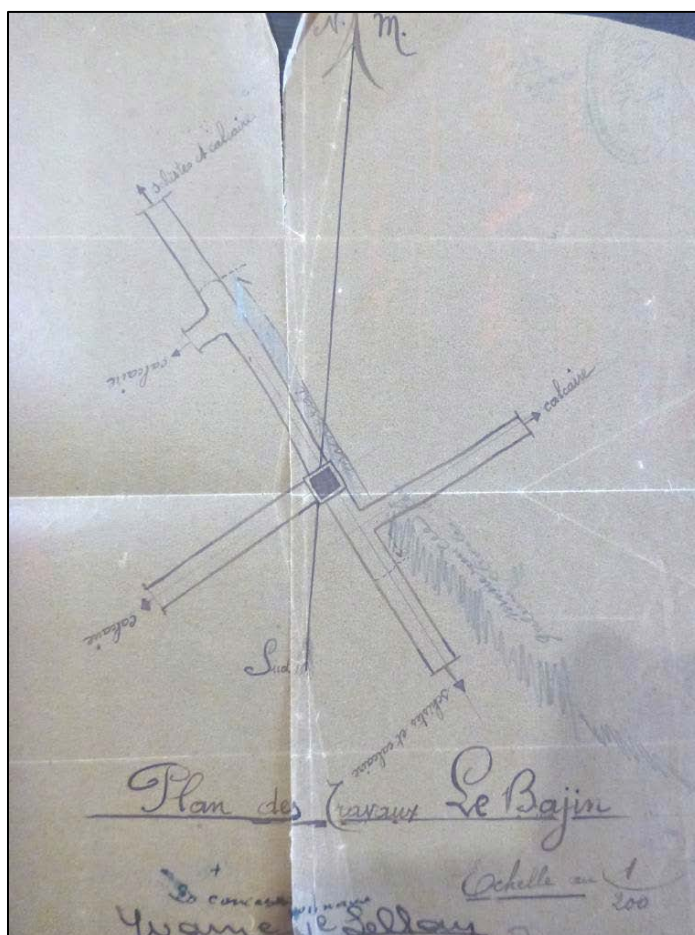


Figure 15 : Vue de l'exploitation souterraine du Bajin (Archives nationales) [42]

g) Travaux des Cerisiers (commune de Surtainville)

Ces travaux, assez importants, sont situés au lieu-dit La Falaise situé à 500 m au nord du village de Surtainville.

Il semble qu'il y eut différents grattages de surface pour pierre à chaux, fer ou plomb argentifère au sommet de la crête, qui est constituée par les bancs du calcaire dolomitique dévonien, [52].

Cependant l'exploitation minière a principalement concerné le minerai de fer, [52]. Les premiers ouvrages plus importants ont été creusés entre 1904 et 1911 (Tableau 4), lorsqu'est découvert un affleurement de sidérite légèrement chargée en galène (Figure 16) [44], [48]. Ce filon vertical dirigé vers le nord présente une puissance de 1,10 m à l'affleurement [48]. Cet affleurement est reconnu par un puits de 1,50 m de profondeur, puis par le travers-banc des Cerisiers, attaqué 13 m en contrebas de l'affleurement ferrugineux qui est visible à cette époque dans l'accotement gauche de la D117, à la cote + 36,6 m NGF, [78], Figure 20. Le travers-banc a rencontré à 6 m de l'entrée un premier filon puis, à 23 m de l'entrée, un second filon a été recoupé. Une galerie de traçage le suivit sur 30 m vers le NO en 1906, puis sur 150 m après la première guerre mondiale [52], [53], [76].

Le front de la galerie présente des schistes ferrugineux et des terrains calcaires. Au fond du traçage, la veine d'allure filonienne occupe toute la largeur de la galerie (2 m). Les travaux sont arrêtés en janvier 1907 ; ils reprennent en août 1910, avec de nouveaux avancements et des traçages de 36 m et 25 m de longueur. En novembre 1920, « les galeries ont avancé de 150 m » [42].

Par ailleurs, il existe également les Puits des Cerisiers N°1 à N°7 (Annexe 1 : photo 52). Leurs caractéristiques et profondeurs ne sont pas connues [80].

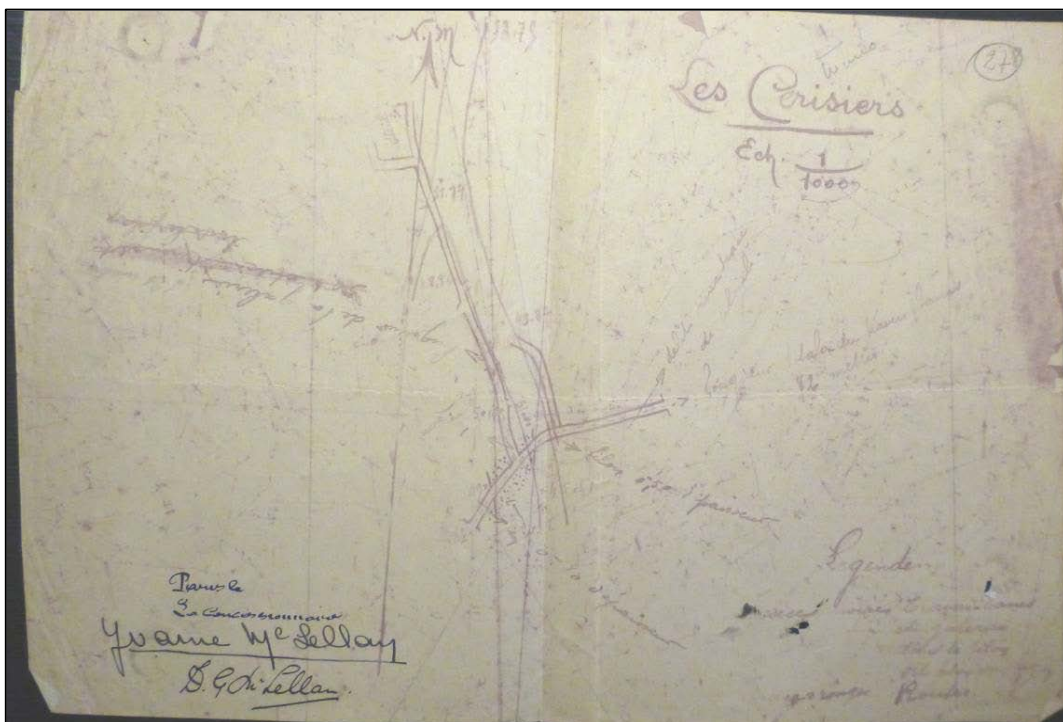


Figure 16 : vue de l'exploitation souterraine des Cerisiers
(Archives nationales) [78]

4.4.1.3 Observations faites sur le terrain

Peu d'indices sont encore visibles sur le terrain en 2016. Seules quelques dépressions ont été observées en 2016. Elles sont situées à l'aplomb de zones de travaux ou d'ouvrages et sont positionnées sur la carte informative.

Des recherches ont été réalisées par l'association locale d'histoire : certaines galeries étaient encore visibles et ont été photographiées il y a 10-20 ans.

Les travaux miniers sont toujours drainés par les galeries débouchant dans des coteaux sauf pour ceux de Pierreville, réalisés dans une plaine, qui doivent donc être noyés mais à une cote inconnue.

Le Tableau 9 synthétisant les caractéristiques de ces zones de travaux est situé chapitre 4.6 du présent rapport.

4.4.1.4 Caractéristiques des ouvrages miniers

L'analyse des documents d'archive a permis d'identifier 25 ouvrages débouchant au jour (Tableau 4).

Deux ouvrages n'ont pas pu être localisés. Il pourrait s'agir de doublons d'ouvrages localisés mais ayant changé de nom au cours du temps. Un ouvrage a été retrouvé ouvert (Travers-banc Duchesnoy n°4). Ils sont tous de petites dimensions.

Commune	Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
Pierreville	Puits de Pierreville	1819-1828	19 m	19 m	Non localisé	Remblayé, identifié dans des archives.
	Puits de Pierreville P1	1903-1911	19 m	15 m	Non observé	Remblayé.
	Puits de Pierreville P2 (Photo 49)	1904-1911	30 m 4 m de diamètre	10 m	Dépression dans un champs-	Remblayé. Encore visible il y a quelques années d'après témoignage local.
	Puits Genvraye	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Inconnu.
	Puits de La Ferrière N°1	1911	5 m	S/O	Non observé	Situé sous un hangar récent. Pas d'indice trouvé lors de sa construction par l'agriculteur
	Puits de La Ferrière N°2	1911	5 m	S/O	Non observé	Situé sous un hangar récent. Pas d'indice trouvé lors de sa construction par l'agriculteur.
Surtainville	Travers-bancs de La Godaillerie	1904-1911	Inconnu	Inconnu	Non observé	Une source sort en plein champs.
	Galerie de La Godaillerie	1904-1911	10 m	10 m	Non observé	Aucune trace en surface.
	Descenderie de La Godaillerie	1904-1920	20 m	20 m	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits du Bajin (Photo 51)	1911	16 m	5,50 m	Non observé	Remblayé, situé sous un remblai de décharge publique
	Galerie de recherche Bajin	1923	80 m	S/O	Non localisé	Pourrait être un des travers-bancs Duchesnoy.
	Travers-bancs Duchesnoy N°1 (Photo 50)	1923	1,65 m X 1,20 m	S/O	Localisé par un fontis	Eboulé.

Commune	Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
	Travers-bancs Duchesnoy N°2	1923	1,65 m X 1,20 m	S/O	Non observé	Zone inaccessible, pourrait être ouvert d'après les témoignages locaux.
	Travers-bancs Duchesnoy N°3	Inconnu	1,80 m X 1,50 m	S/O	Non observé	Aurait été remblayé il y a quelques années par un agriculteur.
	Travers-bancs Duchesnoy N°4	Inconnu	0,70 m x 1,50 m	S/O	Observé ouvert	Observé ouvert sur au moins 6 m en juillet 2017
	Puits Duchesnoy	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits Buhot	1830	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Travers-bancs des Cerisiers	1904-1920	5 m 2 m X 2 m	5 m	Non observé	Aucune trace en surface. Etait encore visible en 2004.
	Travers-bancs des Cerisiers et TB Bis	1904-1920	5 m 2 m X 2 m	5 m	Non observé	Aucune trace en surface. Etait encore visible en 2004.
	Puits des Cerisiers N°1	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°2	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°3	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°4	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°5	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°6	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.
	Puits des Cerisiers N°7 (Photo 52)	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé	Aucune trace en surface.

Tableau 4 : Caractéristiques des ouvrages miniers de la concession de Surtainville [42], [43], [44], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53]

4.4.2 Concession de La Chapelle-Enjuger

4.4.2.1 Secteurs exploités

Les travaux miniers décrits ici ont tous été réalisés dans le périmètre d'un seul secteur dénommé Mine de Mesnildot.

4.4.2.2 Historique et descriptif des travaux miniers

La minéralisation aurait été découverte par hasard en 1663, mais aucune information sur d'éventuels travaux antérieurs à 1710 n'est disponible. En 1663-65, « *une dame de La Rocque-Damet et ses associés firent des tranchées de 30 pieds de profondeur* », [15].

De 1710 à 1997, se succèdent quatre périodes de travaux d'exploitation et de recherche (Tableau 7) :

a) Première période : travaux Duhamel (vers 1710), [13]

Des tranchées d'extension réduite et d'environ 10 m de profondeur sont réalisées.

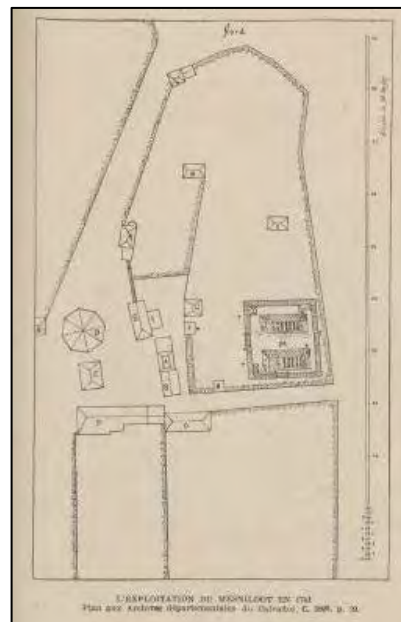
b) Deuxième période : travaux continus d'exploitation et de recherche (1737-1741), [13]

En 1731, des notables parisiens créent la Compagnie des Mines de Normandie, qui exploite la concession. Des travaux miniers sont entrepris de 1737 à 1741. Les documents d'archives fournissent un plan des installations de surface et de positionnement des puits (Figure 17), mais sans descriptif précis des travaux entrepris (même si des profondeurs de puits et des longueurs de galeries sont mentionnées [15]).

Six puits sont référencés :

- les Puits Sutter et Pauly (les plus anciens), complétés par des bures, auraient reconnu le gisement jusque vers 70 m ou 75 m de profondeur. D'après les archives, les travaux « *étaient peu productifs* » ;
- le Puits de La Joye (1739) desservait deux niveaux à 10 m et à 19,5 m de profondeur. Un niveau à 13,5 m est parfois mentionné ;
- le puits de Launay (ou Delaunay) communiquait également avec les niveaux à 10 m et à 19,50 m de profondeur du Puits de La Joye ;
- le puits de La Forge d'où partait une galerie à 7 m de profondeur ;
- le Puits des Marcassites desservait le niveau de 7 m en communiquant avec la galerie du Puits de La Forge et un second niveau situé à 14,5 m de profondeur.

Le traitement du minerai de mercure (marcassite et cinabre) se faisait dans des fourneaux encore actifs en 1741. Les travaux sont abandonnés en 1742 suite à des difficultés financières et techniques (exhaure).



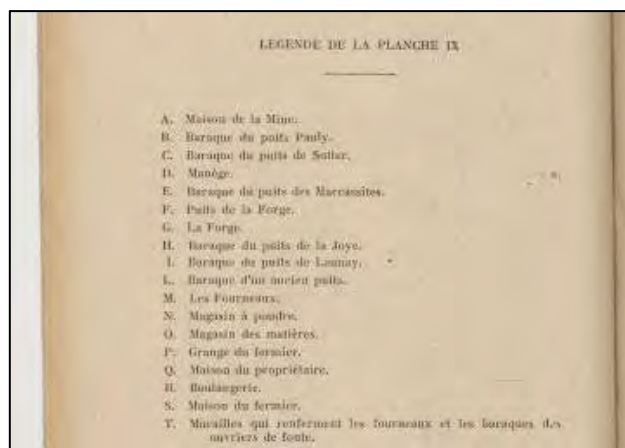


Figure 17 : Plans de la position des ouvrages et bâtiments miniers de la mine de cinabre du Mesnildot en 1741 [16]

c) Troisième période : travaux sporadiques de recherche (1788-1944) [13]

Au cours de cette période, se sont succédés différents travaux ou projets de recherche (Tableau 5).

Nom	Date	Description
Travaux de la Compagnie des Mines du Plessis	1788-1791	Déblaiement des anciens puits. Fonçage du Puits Bunel implanté à 200 m des anciens travaux. Cet ouvrage ne figurant pas sur les anciens documents d'archive pourrait cependant correspondre au Puits N°8 positionné sur les cartes du BRGM.
Projet Haber et Compagnie	1829-1831	Demande de concession qui est finalement refusée. Pas de travaux connus.
Projet Sibille, Cazeaux et Lemaître	1838-1839	Recherches de surface et demande de concession.
Travaux de recherche de Mosselmann	1853-1864	Une demande de concession est déposée en 1854, après fonçage de puits et de nouvelles galeries en 1853. Les travaux infructueux sont arrêtés en 1854, ils correspondent aux Puits P1 à P6 et P7 du SIG de l'étude ainsi qu'aux galeries associées.
Travaux de recherche de la Société d'Etudes et de Recherche de La Manche	1905	Déblaiement du Puits de La Joye et dénoyage d'anciennes galeries retrouvées vers 9 m et 19 m de profondeur. Le niveau de 19 m est repris et un travers-banc de direction est-ouest est prolongé vers le sud-est de 35 m. Dix recoupes de 4 m à 13 m de longueur (80 m cumulée) sont réparties de part et d'autre de la branche est-ouest du travers-banc. Les travaux sont interrompus au bout de 3 mois par de fortes venues d'eau. Le puits est à nouveau comblé. Ces travaux ont déterminé qu'il existe un réseau de galeries pouvant atteindre une centaine de mètres de longueur. Les étages inférieurs étaient desservis par un bure de 30 m de profondeur. Les traces de cinq anciens puits ont également été reconnues à proximité du Puits de La Joye. A la base du Puits P6 est creusé un travers-banc de 33 m de longueur et de direction est-ouest ;
Travaux de recherche du BRGG, sous l'égide du Service des Mines de Rouen	1941-1944	En l'absence de plans, le Service des Mines a préconisé de déblayer les deux anciens puits productifs (puits de La Joye et puits des Marcassites). Les travaux de déblaiement du puits de La Joye sont arrêtés à 4,5 m de profondeur à cause d'importantes venues d'eau. Le Puits des Allemands (Photo 53) est alors creusé jusqu'à 8,5 m de profondeur et arrêté à ce niveau suite au débarquement des alliés en 1944.

Tableau 5 : Travaux de recherche de la 3^{ème} période d'activité de la concession de La Chapelle-Enjuger

d) Quatrième période : recherches modernes (1962-1977) [13]

Cette période concerne des travaux de recherche du BRGM (1962-1963) dans la région de la concession de La Chapelle-Enjager, effectués à priori hors titre minier, mais avec le consentement des propriétaires du sol :

- prospection de surface (alluvionnaire, éluvionnaire, géochimie, géophysique) ;
- sondages destructifs ;
- travaux miniers souterrains à partir d'un puits de 47,8 m de profondeur (puits du BRGM). Deux travers-bancs Est et Ouest sont creusés à 41 m de profondeur (2 m de section [17]). Le travers-banc Est, est arrêté à 25 m du puits et complété par un sondage de 28 m. Le travers-bancs Ouest est poussé jusqu'à 120 m et complété par un sondage jusqu'à 139 m. Deux structures filoniennes sont recoupées à 54 m et 110 m du puits.

La première, est tracée sur 43 m de longueur, dont 32 m vers le nord, en direction des travaux du travers-banc Mosselmann du Puits P6 et du Puits de Launay. Cette structure géologique de 0,8 m de largeur est pratiquement stérile.

La seconde structure filonienne est tracée sur 81 m de longueur, dont 65 m vers le nord en direction des anciens travaux et 16 m vers le sud en direction du Puits P5. Cette dernière est une brèche de faille de 2 m à 5 m de puissance [17], faiblement minéralisée et trop pauvre pour être exploitée. A 15 m au nord du travers-banc, la galerie R1 a atteint le bure noyée du Puits Sutter. Ce bure de section carrée faisait 6 m de longueur, [17].

Le Tableau 6 récapitule les différents travaux du Puits BRGM et la Figure 18, les plans des différentes galeries fond.

Ouvrages	Métrages (m)	Date d'achèvement
Puits BRGM	47,80	26-12-1962
Travers-bancs Est	25	15-01-1963
Travers-bancs Ouest	120,10	14-02-1963
Traçage 54 Sud	11	21-02-1963
Traçage 54 Nord	32	07-03-1963
Traçage 110 Sud	16	15-03-1963
Traçage 110 Nord	65	28-03-1963
Recoupe R1	8,50	04-03-1963
Recoupe R2	5	28-03-1963

Tableau 6 : Caractéristiques des ouvrages miniers depuis le Puits BRGM [13]

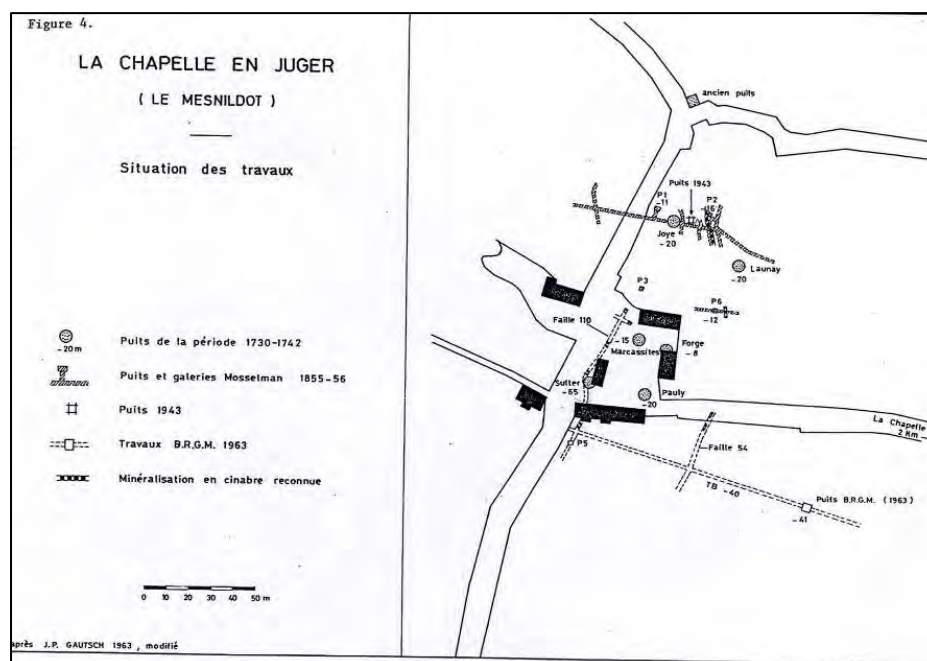


Figure 18 : Plans des galeries d'exploitation et de recherche de la mine de cinabre du Mesnildot [14]

D'autres travaux de sondages destructifs infructueux ont été effectués dans le cadre de l'Inventaire Minier du Territoire Métropolitain par le BRGM en 1977.

4.4.2.3 Observations faites sur le terrain

Peu d'indices sont encore visibles sur le terrain en 2016 bien que des travaux soient relativement récents sur ce gisement. Il aurait été difficile de localiser certains éléments sans le témoignage de riverains. Seules quelques dépressions ont été observées situées à l'aplomb de zones de travaux ou d'ouvrages et sont positionnées sur la carte informative.

L'eau est affleurante dans le secteur de la mine. Tous les travaux miniers sont totalement noyés.

Le Tableau 9 synthétisant les caractéristiques de ces zones de travaux est situé chapitre 4.6 du présent rapport.

4.4.2.4 Caractéristiques des ouvrages miniers

Seize puits ont été identifiés lors de la phase informative (Tableau 7). Aucun n'a été retrouvé ouvert en 2016. Quatre dépressions ont néanmoins été observées sur le terrain à proximité immédiate de leur localisation établie grâce au plan source géoréférencé.

Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
Puits Sutter	1730-1742	38 m	S/O	Non observé	La profondeur de 65 m est celle des travaux du bure.
Puits Pauly	1730-1739	18 m	S/O	Non observé	Prolongé par 2 bures jusqu'à 70 m de profondeur.
Puits de La Joye	1739-1741 puis 1853-1864	18,90 m 8 X 5 m	9 m et 18 m Egalement mentionné 13,50 m	Non observé	Un bure de 30 m de profondeur avec des niveaux de travaux. Travers-bancs de 105 m de longueur avec 80 m de traçages. Reprises en 1790, 1905 et 1942.
Puits de Launay (Delaunay)	1740-1742	18,90 m	10 m et 20 m	Non observé	Niveaux de travaux vers 10 m et 20 m.
Puits de La Forge	1737-1742	7 m	7 m	Non observé	Niveau de travaux à 7 m de profondeur. Bure jusqu'à 9 m de profondeur après avoir traversé de vieux travaux.
Puits des Marcassites	1737-1742	14 m	7 m et 14,50 m	Zone sèche visible dans la pelouse	Niveaux de travaux à 7 m et 14,50 m de profondeur. Dallé en 1988.
Puits Bunel (Puits P8)	1788-1791	20 m 2,90 X 2,30 m	Inconnu	Non observé	Situé à environ 200 m au sud des anciens travaux.
Puits P1	1853-1864	11 m	Inconnu	Non observé	-
Puits P2 (Photo 55)	1853-1864	16 m	Inconnu	Dépression en surface	-
Puits P3	1853-1864	12,50 m	Inconnu	Non observé	Profondeur entre 10 m et 20 m.
Puits P4	1853-1864	Inconnu	Inconnu	Dépression en surface	Effondrement signalé par le propriétaire du terrain.
Puits P5	1853-1864	28,50 m	Inconnu	Non observé	Profondeur probable entre 10 m et 20 m.
Puits P6	1853-1864	12 m	Inconnu	Non observé	Un travers-banc de 33 m de longueur à sa base.
Puits P7 (Photo 56)	1853-1864	7,3 m puis 18 m	Inconnu	Dépression en surface	
Puits des Allemands (Photo 53)	1843-1844	8,50 m 2,30 m de diamètre	Borgne	Dépression en surface	Remblayé en 1969.
Puits BRGM	1962-1963	47,80 m 4 X 3 m	40 m	Non observé	Dallé, ruptures de dalle en 1974 et 1996, remblayé en 1996.

Tableau 7 : Caractéristiques des ouvrages miniers de la concession de La Chapelle-Enjuger [13], [14], [15], [19], [74]

4.4.3 Concession de Bourberouge

4.4.3.1 Historique et descriptif des travaux miniers

La concession de Bourberouge est instituée par décret en 1902. Elle s'étend sur 1322 ha sur les communes de Barenton, Ger, Bion, Rancoudray, Saint-Clément, Saint-Georges de Rouelley et Saint-Jean du Corail [20].

Les premiers travaux miniers datent de la première moitié du XIX^{ème} siècle avec de nombreuses fouilles dans différents secteurs (en minières probablement) et des travaux de fonderie² au château de Bourberouge, [27]. Cette première phase d'exploitation sera arrêtée en 1861, [27].

La mine est ensuite activement exploitée de mai 1909 à août 1914, date d'arrêt définitif des extractions de minerai de fer, [20].

D'octobre 1933 à février 1934, un traçage de 45 m de longueur est réalisé dans le synclinal de Doumont, [20].

De 1936 à 1938, d'importantes campagnes de recherche sont entreprises sur différents points de la concession (cf. secteurs de travaux ci-après), [20]. Malgré ces fouilles et sondages, l'extraction n'a pas été relancée, [20].

En 1963, les travaux de mise en sécurité (pose de clôtures ou remblayage, [21]) définis depuis les années 1936-1940 et non réalisés jusqu'alors, sont mis en œuvre, [20].

4.4.3.2 Secteurs de travaux

Dans la concession de Bourberouge, les recherches et l'exploitation entreprises ont porté sur plusieurs petits panneaux [11] décrochés par des failles transversales. Ces travaux sont décrits ci-après.

a) Secteur de Berdallier (commune de Barenton)

L'exploitation minière est réalisée (Tableau 8 et Figure 19) du 01-05-1909 au 01-08-1914 [23], [25], par la méthode des chambres et piliers partiellement défilés [24] à partir d'une descenderie principale en couche (descenderie de Berdallier N°1, (Annexe 1 : photo 1)) [7]. Cette descenderie est reliée à divers ouvrages de surface servant à l'entrée du personnel et à l'aérage (travers-bancs de Berdallier (Annexe 1 : photo 2), cheminée d'aérage et puits de Berdallier [32], descenderies N°2, N°3 (Annexe 1 : photo 3) et N°4 de Berdallier [31], [33]).

La descenderie principale, inclinée à 40°, dessert plusieurs niveaux : 36, 60, 90, 120 et 150 (*profondeur en mètres depuis la surface*, [23]) [5]. Les 5 niveaux d'exploitation sont réunis par des montages en couche placés à 50 m les uns des autres [28].

En ce qui concerne la méthode d'exploitation, à chaque niveau, les longs piliers résultant des premiers traçages ont été refendus tous les 20 m par des remontées allant de la galerie de base jusqu'à celle du niveau supérieur. Ces remontées présentent une largeur de 3 m à 4 m. En-dessous des galeries de niveaux, des parallèles horizontales ont ensuite été creusées ; elles se succèdent en descendant et délimitent des piliers de 4 m à 4,50 m de longueur sur 2,50 m de largeur. De ces parallèles partent plusieurs montages

qui sont réunis par des recoupes de façon à former des piliers identiques aux précédents. La mine est ainsi constituée au final de petits piliers (2 m x 2 m) qui seront enlevés par la suite de haut en bas soit en partie soit en totalité [28], [29]. Ces petits piliers sont disposés en fonction de l'allure et la résistance du toit. Au voisinage des galeries ces piliers sont beaucoup plus développés en longueur que dans le centre du défilage [29]. La surface défilée à la fermeture de la mine en 1914, est estimée à 27 000 m² [30].



Figure 19 : Plan de l'exploitation souterraine de Berdallier [31]

Le toit de la couche de minerai de fer est très régulier et solide, le boisage se fait surtout dans les galeries à la traversée des failles et des schistes du mur [28].

La continuité du gisement exploité s'étend sur plus de 900 m à l'est de la descenderie d'extraction principale et sur plus de 1300 m à l'ouest. Cette continuité du gisement est seulement rompue par une faille, nettement délimitée, qui s'accompagne d'un rejet de 300 m (panneau Berdailler-Doumont). Au niveau 60, la galerie en direction atteint 1500 m de longueur, [5]. Aux niveaux 90, 120 et 150, les traçages se développent sur 100 m de longueur de chaque côté de la descenderie principale [5].

Les galeries en direction sont « *trop étroites pour un roulage avec traction animale, il faut donc 4 hommes pour pousser un wagon* », [5], [10].

Il existe plusieurs puits de recherche sur la route qui mène de Barenton à la mine. Ces derniers « *sont tous comblés* » [10]. Le travers-banc de Berdallier sert toujours d'exhaure de la mine. Les travaux situés à plus de 20 m de profondeur sont donc noyés.

b) Secteur du panneau de Doumont (commune de Saint-Jean-Du-Corail et de Saint Clément Rancoudray)

Ce panneau, situé à l'ouest de la route Rancoudray-Barenton, présente un double pli anticlinal et synclinal axé est-nord-est. Il est connu sur 1 kilomètre [11], [20].

Jusqu'en 1861, les premiers travaux de la concession de Bourberouge ont principalement porté sur ce panneau [27]. L'affleurement de minerai de fer est alors reconnu et exploité sur une longueur de 800 m par une série d'anciennes exploitations de surface (minières) de 4 m de profondeur en moyenne [26], (Figure 20, Photos 23, 24, 25, 26, 27 et 28).

Des recherches ont été réalisées de 1936 à 1938, elles comprenaient 20 puits de 4 m à 11 m de profondeur sur l'affleurement [34], [35] (Photos 14, 15, 16, 17 et 18), 10 fouilles de 3 m à 4 m de profondeur et 4 sondages qui ont rencontré la couche à 27 m, 35 m, et 76 m de profondeur [20], [23].

Une exploitation a ensuite été entreprise à partir d'une galerie de 80 mètres de longueur (galerie de Doumont (Annexe 1 : photo 13) et des petits travers-bancs N°1 et N°2 [20], [26], [27], [31] (Photos 11 et 12), de 10 m de longueur, Tableau 8 et Figure 20.

c) Secteur du panneau de Gremont (commune de Saint-Jean-Du-Corail)

Ce panneau situé à l'ouest de la route Rancoudray-Barenton a été reconnu sur 850 m de longueur par des minières superficielles [23], [26] et par deux descenderies (descenderies N°1 et N°2 de Grémont), [33], Tableau 8, Figure 20 et Annexe 1 : photo 29 et 30.

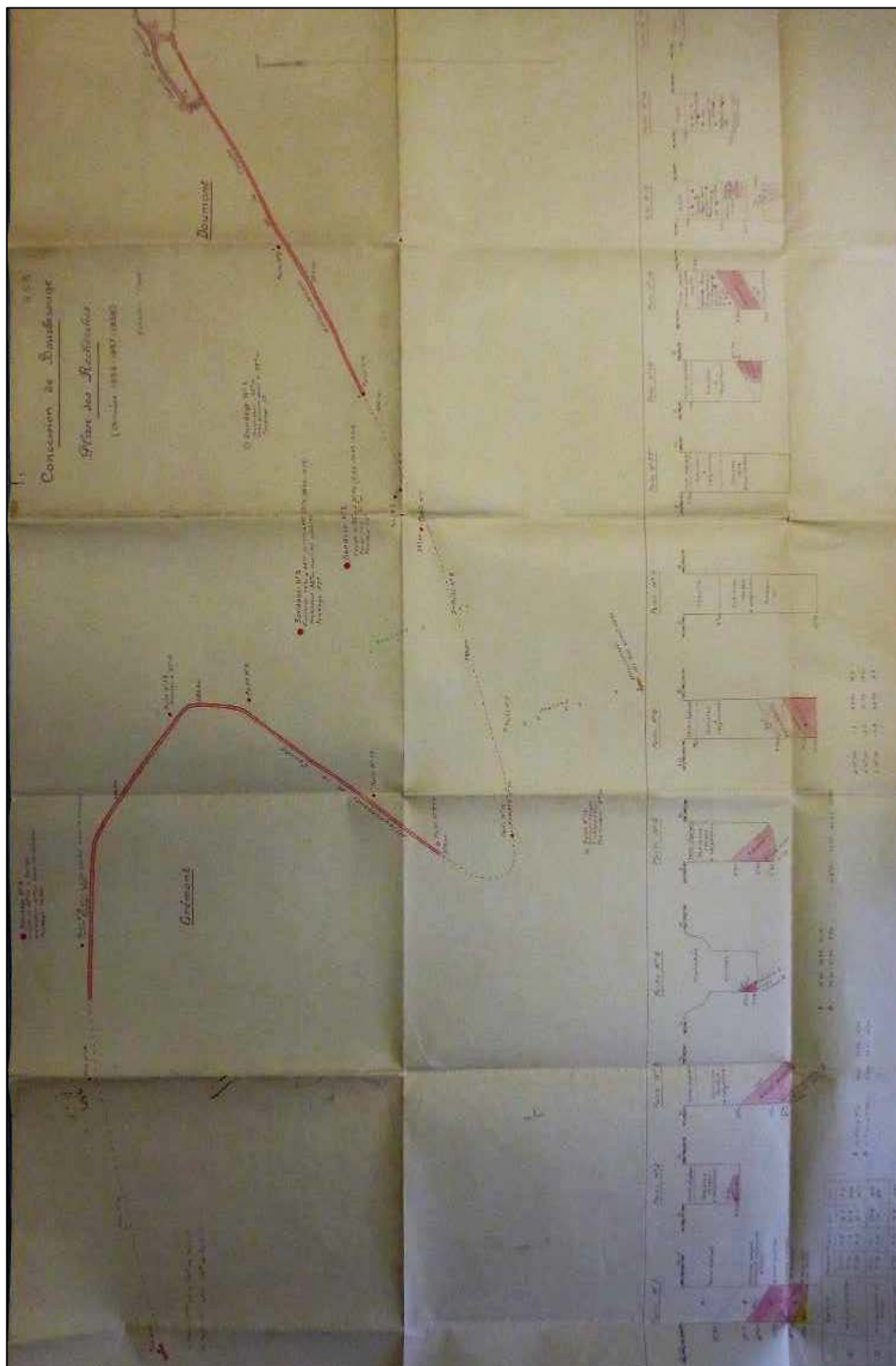


Figure 20 : Plan des travaux de Doumont [34]

d) Secteur du panneau de Bousentier (commune de Barenton)

Ce panneau d'exploitation est situé le plus à l'est de la concession [11].

D'anciennes exploitations par des minières (avant 1902) ont été réalisées sur les affleurements [36], [38] (Photos 31 et 36) sur 700 m environ suivant une direction est-sud-est [26]. Les affleurements ont été reconnus jusqu'à proximité du lieu-dit Le Moulin du Bois [26]. Les minières ont 4 mètres de profondeur en moyenne [26]. Le pendage aux affleurements est de 30° à 35°. Le minerai était alors envoyé à la forge de Bourberouge.

Une exploitation souterraine a été entreprise vers 1906 (Figure 21 et Figure 22). Elle a extrait le minerai de fer oxydé sur 10 m à 15 m de longueur, en suivant le pendage, au-dessous des vieux travaux superficiels, au moyen de trois travers-bancs et de galeries en direction, Figure 21. Ces anciens travaux ont été percés aux puits N°1 et N°2, ainsi qu'à la descenderie de Bousentier [26].

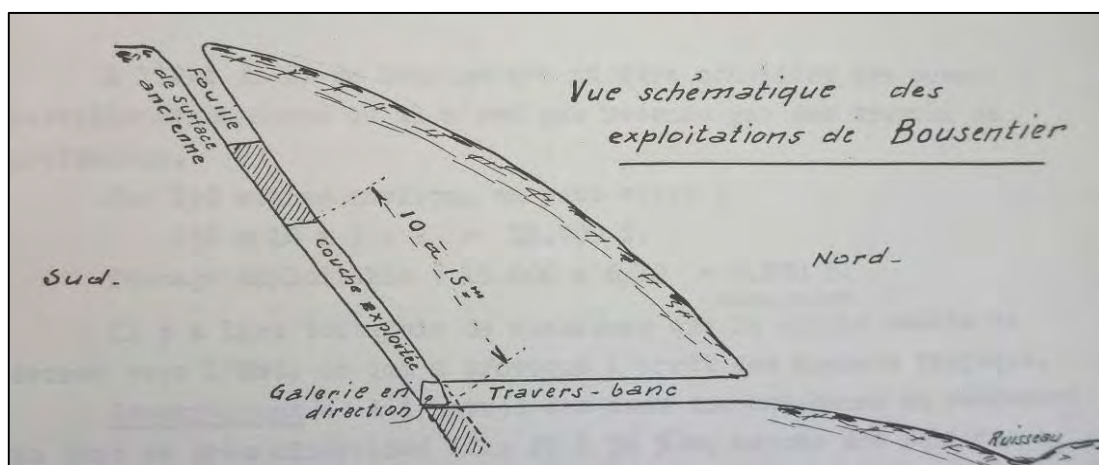


Figure 21 : Vue schématique des exploitations souterraines de Bousentier, [26]

Une première exploitation a été menée à partir du travers-banc N°1 (travers-bancs Ouest, Annexe 1 : photo 38). Il existe également dans cette zone : des baladons (ou cheminées d'aérage), une descenderie et des galeries souterraines s'étendant sur 250 m de longueur [20]. La sortie du minerai se faisait par le travers-banc N°1.

La couche a 2 m d'épaisseur et 15° à 20° de pendage nord [11] (Photos 39 et 40). Vers l'est, les travaux butent sur une faille. Les affleurements sont mités de fouilles d'anciennes exploitations qui s'étendent sur 300 m à l'ouest de la route du Ger [11].

Un second travers-banc, N°2 (travers-banc Est,) est localisé à environ 300 m du travers-banc N°1. Une exploitation analogue a dû être menée à l'est du travers-banc N°2 [26], [39], [40], [41] (Annexe 1 : photo 38 bis).

La méthode d'exploitation mise en œuvre n'est pas connue en détails, il est probable qu'elle soit proche de celle réalisée sur le panneau Berdallier.

Les travers-bancs servent toujours d'exhaure, les travaux sont hors d'eau.

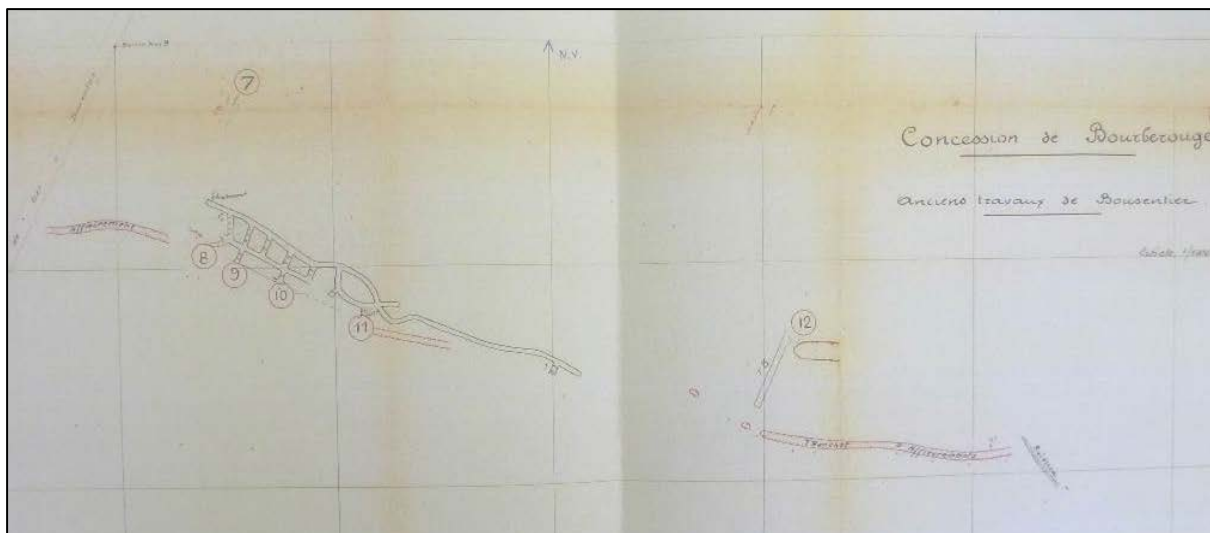


Figure 22 : Plan de l'exploitation souterraine de Bousentier [39]

e) Secteur du Rocher de La Demoiselle-Moulin de Neuf Etang (commune de Barenton)

D'anciennes exploitations ont été réalisées sur des affleurements minéralisés sur environ 600 m de longueur et orientés NE-SW au nord-est du Rocher des Demoiselles [11], [20], [26] et [36]. Il s'agissait de fouilles superficielles ou de travaux souterrains à partir de travers-bancs. Ces travaux se sont limités à une dizaine de mètres d'extension 4 m à 5 m de profondeur [11], [20], [26] et [36].

Un travers-banc de 10 m de longueur plus récent mais non localisé, est également mentionné [20].

La couche de minerai de fer aurait une puissance de 2,50 m, près de la faille qui rattache cette zone à celle du Berdallier [26].

Les archives mentionnent la présence du Puits de Recherche du Moulin de Neuf Etang dans ce secteur [37] (Tableau 8).

f) Secteur de Beauchamp Château-Haut-Fiché (commune de Saint-Jean-Du-Corail)

Des affleurements minéralisés sont connus en ce lieu situé à 1 kilomètre au sud-ouest du panneau de Doumont [20], [36]. D'anciennes minières ont reconnu et exploité la couche de minerai à l'affleurement [23], [26] (Annexe 1 : photo 48).

Au vu des observations sur site, il est probable qu'une exploitation souterraine ait été entreprise sur ce secteur (observations de puits et de descenderies ouvertes).

Les archives mentionnent également la présence du puits de Recherche du Plateau du Haut-Fiché dans ce secteur [37].

Au nord de ce panneau, les archives mentionnent la présence de 2 puits de recherche : puits de La Réserve N°1 et puits de La Réserve N°2, [37] (Tableau 8).

g) Secteur de La Chapelle de Bourberouge (commune de Bion)

Les archives détaillent qu'une mine souterraine a été « exploitée autrefois près de la chapelle de Bourberouge, à partir du travers-banc de la Chapelle de Bourberouge »

(Tableau 8), [73]. Cet ouvrage de 75 m de longueur, a recoupé une veine de minerai oxydé de 1,50 m de puissance. La veine a été suivie en « *direction avec deux montages de 20 m de longueur, les dépilages ont été réalisés jusqu'au jour* » [73].

4.4.3.3 Observations faites sur le terrain (INERIS 2016)

Ces secteurs de travaux ont été visités en compagnie du garde-chasse qui connaissait parfaitement les lieux. Ce dernier a guidé les visites vers tous les sites les plus dangereux qu'il connaissait et qui ont été grillagés par ses soins.

- Secteur Berdallier : la moitié des ouvrages recensés sur ce secteur a été retrouvée et observé, dont l'accès principal du TB 1 (Annexe 1 : photo 1).
- Secteur Doumont : une trentaine de dépressions ont été relevées sur l'affleurement de ce secteur, il peut s'agir d'anciens ODJ ou de minières.
- Les travaux miniers de Bousentier ont été en partie visités lors de la phase terrain de la présente étude. Il a ainsi été constaté la présence de ruptures locales de la couronne avec écoulement de remblais des minières. Toutefois, les piliers en place sont en bon état.
- Rocher de La Demoiselle-Moulin de Neuf Etang. Aucune trace de l'exploitation n'a été retrouvée.
- Beauchamp Château-Haut-Fiché : deux descenderies ouvertes ont été retrouvées Annexe 1 : photographies 43 et 44 (sans description dans les archives). Une exploitation plus importante que celle décrite dans les archives est donc possible.

Remarque :

Précisons que ces secteurs ont été des zones de combats importants en 1944. La forêt est parsemée de trous de combats dans les zones de travaux miniers connus. Il a donc parfois été difficile de différencier ces dépressions militaires de celles d'origine minière.

4.4.3.4 Visite complémentaire de terrain sur le secteur de la Chapelle de Bourberouge (GEODERIS, 2017)[88]

Remarque préalable : cette zone n'avait pas été visitée par l'INERIS lors de la phase terrain de septembre 2016 car :

- il n'existait pas de document cartographique localisant des travaux dans ce secteur précis ;
- le garde-chasse rencontré sur le terrain n'a pas indiqué de travaux ouverts dans ce secteur contrairement aux autres secteurs sur lesquels il avait accompagné l'INERIS ;
- cette zone de chasse clôturée n'était pas accessible sans autorisation préalable du propriétaire.

GEODERIS ayant eu à sa disposition des informations complémentaires, une visite a été réalisée en juillet 2017. GEODERIS a établi une carte des éléments à partir des données relevées au DGPS (Figure 23). Ces éléments ont été compilés et analysés par l'INERIS de manière à les intégrer, de manière homogène à l'étude.

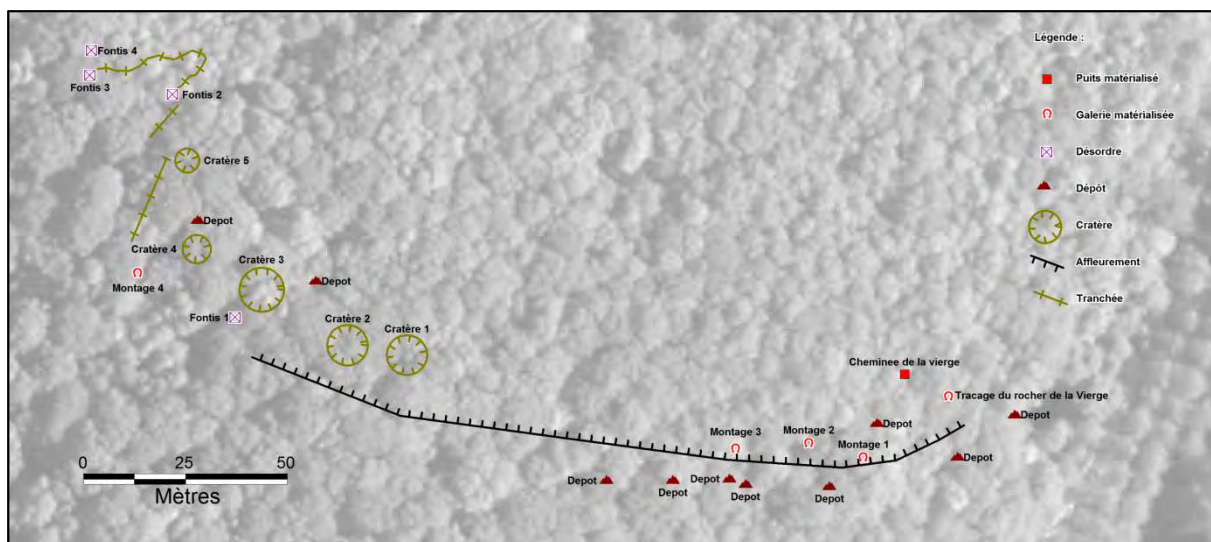


Figure 23 : éléments localisés par GEODERIS en juillet 2017.

Cette visite a permis de localiser une tranchée, probablement de recherche, de 175 m localisée sur l'affleurement. De part et d'autre de celle-ci, plusieurs dépressions plus ou moins large et profondes correspondant à des minières ont été observées et mesurées. Les dimensions sont équivalentes à celles observées dans les autres secteurs exploités de la concession. Ces travaux sont probablement datés de la fin XIX^{ème} ou du début du XX^{ème} siècle.

Plusieurs ouvrages débouchant en surface ont été observés. Le premier, nommé par GEODERIS tracage du rocher de la Vierge, est un travers-banc horizontal rejoignant une couche de minerai qui a été exploitée en remontant vers l'affleurement. Ces travaux rejoignent la surface à la faveur de plusieurs montages (3 observés sur le terrain) et d'une cheminée (Photo 3 et Photo 4). Ils correspondent très probablement à ceux identifiés dans les archives mais ils n'ont pas été localisés sur le terrain.

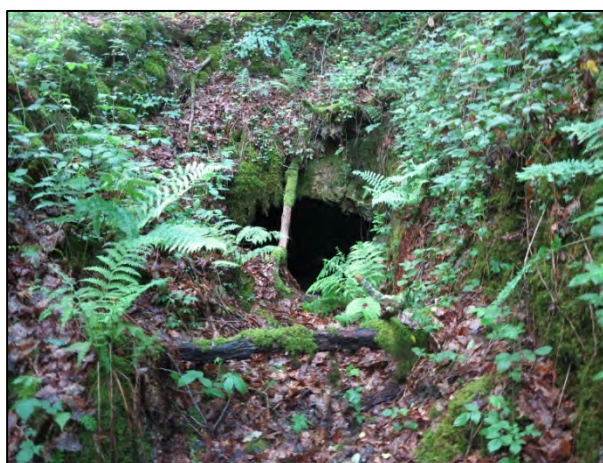


Photo 1 : Entrée du travers-banc (GEODERIS)



Photo 2 : Intérieur du travers-banc (GEODERIS)



**Photo 3 : Tête de la cheminée d'aérage
(GEODERIS)**



Photo 4 : Cheminée ouverte (GEODERIS)



**Photo 5 : Montage menant aux dépilages
(GEODERIS)**



Photo 6 : Intérieur des dépilages (GEODERIS)

Un montage isolé accédant à un petit dépilage a été localisé plus à l'ouest.



Photo 7 : Montage ouest (GEODERIS)

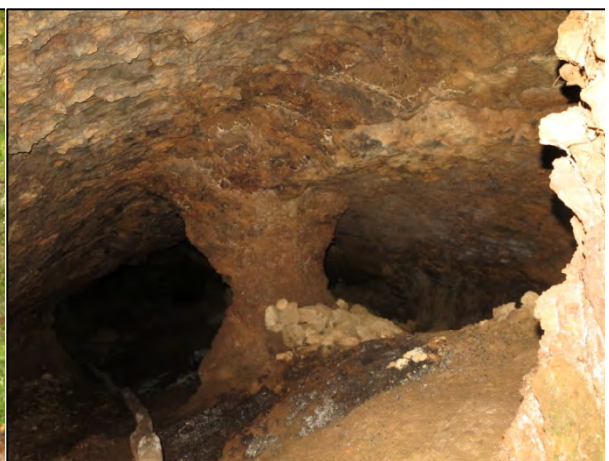


Photo 8 : Intérieur du dépilage (GEODERIS)

Plusieurs petits dépôts sont visibles à proximité de l'affleurement. Ils mesurent 5 à 20 m de diamètre pour une hauteur inférieure à 10 m. Une dizaine a été localisée au dGPS.

Tous ces éléments complémentaires ont été intégrés dans le SIG et dans l'analyse des aléas.

4.4.3.5 Caractéristiques des ouvrages miniers

L'analyse des plans et des documents disponibles a permis d'identifier une cinquantaine d'ouvrages débouchant en surface (Tableau 8). Ils peuvent être différenciés en deux catégories : les ouvrages de recherche d'une part et les ouvrages d'exploitation d'autre part.

Le tableau suivant détaille les caractéristiques principales des ouvrages de la concession de Bourberouge.

Communes	Secteur	Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
Barenton	Travaux de Berdallier	Travers-bancs de Berdallier (Photo 2)	1909-1914	15 m	15 m	Eboulée. Exhaure visible sur son trajet.	Entrée du personnel-aérage et exhaure.
		Descenderie N°1 de Berdallier (Photo 1)	1909-1914	70 m	15 m	Effondrée formant un cratère d'environ 10 m par 20 m et 15 à 18 m de profondeur.	Descenderie principale desservant les niveaux 36, 60, 90, 120 et 150 jusqu'à 70 m de profondeur.
		Descenderie N°2 de Berdallier	1909-1914	12 m	12 m	Non observée.	Située au fond d'une minière importante.
		Descenderie N°3 de Berdallier (Photo 3)	1909-1914	19,50 m	5 m	Non observée.	Située dans une zone effondrée correspondant à des travaux à très faible profondeur.
		Descenderie N°4 de Berdallier	1909-1914	6,70 m	6,70 m	Non observée.	Des fontis observés à 30 m à l'est sans travaux identifiés sur les plans.
		Cheminée d'Aérage de Berdallier	1909-1914	14 m	14 m	Non observée.	Rien de visible en surface.
		Puits de Berdallier	1909-1914	30,50 m	30,50 m	Non observée.	Rien de visible en surface. N'est peut-être pas connecté aux travaux. Recherche ?
		Puits Inconnu de Berdallier	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Fontis parfaitement circulaire de 2 m de diamètre et 1.5 m de profondeur.	-
	Bousentier	Travers-bancs Ouest (Photo 37)	1906	3 m de largeur et 2 m de hauteur	15 m	Galerie ouverte et remplie d'eau sur 1/3 de la hauteur (exhaure minière).	-
		Travers-bancs Est	1906	3 m de largeur et 2 m de hauteur	15 m	Galerie ouverte et remplie d'eau sur 1/3 de la hauteur (exhaure minière).	-
		Descenderie de Bousentier	1906	Moins de 10 m	Moins de 10 m	Non observée dans des ronces denses.	Dans une minière.
		Cheminée d'Aérage N°1 de Bousentier (Photo 33)	1906	Section carrée de 1,50 m	7	Dans une minière, ouverte.	Donne accès facile aux travaux souterrains. Entrée de chiroptères.
		Cheminée d'Aérage N°2 de Bousentier (Photo 34)	1906	Moins de 10 m	S/O	Dans une minière, ouverte.	Donne accès facile aux travaux souterrains. Entrée de chiroptères.
		Cheminée d'Aérage N°3 de Bousentier	1906	Moins de 10 m	S/O	Non observé.	Dans une minière importante. Débouché visible en souterrain.
		Puits de Bousentier (Photo 32)	1906	Inconnu	Inconnu	Dépression circulaire nette.	-
	Recherches du rocher de la Demoiselle	Puits de Recherche du Moulin Neuf Etang	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non observé.	Un travers-banc à sa base, d'après archives.
Saint Jean du Corail	Travaux de Beauchamp Château-Haut Fiché	Puits de Recherche du Plateau du Haut-Fiché	Inconnu	14 m	Borgne	Non observé.	-
		Puits N°1 du Haut-Fiché	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Dépression net visible en surface.	
		Puits N°2 du Haut-Fiché (Photo 46)	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Dépression net visible en surface.	-

Communes	Secteur	Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
		Puits N°3 du Haut-Fiché (Photo 47)	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Dépression net visible en surface.	-
		Descenderie N°1 du Haut-Fiché (Photo 43)	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Galerie probablement ouverte au fond d'une minière profonde et escarpée.	Difficilement pénétrable.
		Descenderie N°2 du Haut-Fiché (Photo 44)	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Galerie ouverte.	Difficilement pénétrable.
		Descenderie N°3 du Haut-Fiché (Photo 45)	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Dépression nette visible en surface.	-
	Travaux de la réserve	Puits de Recherche de la Réserve N°1	Inconnu	6,50 m	Borgne	Non localisé, inconnu des riverains.	Ouvrage très mal localisé (500 m d'incertitude) à partir d'un plan schématique.
		Puits de Recherche de la Réserve N°2	Inconnu	20,85 m	19 m	Non localisé, inconnu des riverains.	Ouvrage très mal localisé (500 m d'incertitude) à partir d'un plan schématique.
	Travaux de Doumont et de Grémont	Descenderie N°1 de Grémont (Photo 29)	XIX ^{ème} siècle-1938	Inconnu	Inconnu	Dépression visible en bordure d'une minière.	Effondrée, plan incliné nettement visible en surface.
		Descenderie N°2 de Grémont (Photo 30)	XIX ^{ème} siècle-1938	Inconnu	Inconnu	Dépression visible au fond d'une minière.	Effondrée.
		Galerie de Doumont (Photo 13)	Début XIX ^{ème} siècle-1861	7 m	7 m	Entièrement effondrée.	Localisée par la tranchée importante visible.
		Travers-bancs N°1 de Doumont (Photo 11)	Début XIX ^{ème} siècle-1861	2 m	2 m	Entièrement effondré.	Localisée par la tranchée importante visible.
		Travers-bancs N°2 de Doumont (Photo 12)	Début XIX ^{ème} siècle-1861	2 m	2 m	Entièrement effondré.	Localisée par la tranchée importante visible.
		Puits de Recherche N°1 de Doumont	1936-1938	9,60 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°2 de Doumont	1936-1938	4,50 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°3 de Doumont	1936-1938	8,10 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°4 de Doumont	1936-1938	5,70 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°5 de Doumont	1936-1938	6,8 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°6 de Doumont	1936-1938	10,50 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°7 de Doumont	1936-1938	10,70 m	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.
		Puits de Recherche N°7 Bis de Doumont	1936-1938	8,60 m	Borgne	Dépression visible au fond d'une minière.	-
		Puits de Recherche N°8 de Doumont	1936-1938	Inconnu	Borgne	Dépression circulaire nette en surface.	Fontis.
		Puits de Recherche N°9 de Doumont (Photo 14)	1936-1938	Inconnu	Borgne	Dépression visible au fond d'une minière.	Fontis.
		Puits de Recherche N°10 de Doumont	1936-1938	6,50 m	Borgne	Dépression circulaire nette en surface.	Fontis.
		Puits de Recherche N°11 de Doumont (Photo 15)	1936-1938	Inconnu	Borgne	Dépression circulaire nette en surface.	Fontis.
		Puits de Recherche N°12 de Doumont	1936-1938	Inconnu	Borgne	Non observé.	Rien de visible en surface.

Communes	Secteur	Nom	Date de fonçage	Profondeur / Diamètre (m)	Profondeur recettes (m)	Etat actuel (2016)	Observations
Saint Clément Rancoudray		Puits de Recherche N°13 de Doumont (Photo 16)	1936-1938	Inconnu	Borgne	Dépression plus importante en bordure d'une minière très étendue.	Fontis.
		Puits de Recherche N°14 de Doumont (Photo 17)	1936-1938	7 m	Borgne	Dépression visible au fond d'une minière.	Fontis.
		Puits de Recherche N°16 de Doumont (Photo 18)	1936-1938	3,60 m	Borgne	Dépression visible au fond d'une minière.	Fontis.
		Puits de Recherche N°15 et 15 bis de Doumont	1936-1938	5,60 m	Borgne	Non observé.	Au milieu d'un champ dont les talus ont été récemment arrachés.
		Puits de Recherche N°17 de Doumont	1936-1938	1 m	Borgne	Non observé.	Au milieu d'un champ dont les talus ont été récemment arrachés.
Bion	Travaux de la Chapelle de Bourberouge	Travers-bancs de la Chapelle de Bourberouge	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Non localisé.	75 m de longueur d'après archives mais aucun plan de localisation.
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°1	XIX ^{ème} siècle	0,4 x 0,4 m	Inconnu	Ouverture non pénétrable	Ouvert mais non pénétrable car très petit
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°2	XIX ^{ème} siècle	1,8 m x 0,6 m	Inconnu	Galerie ouverte	Ouvert mais non pénétrable car très bas
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°3	XIX ^{ème} siècle	1,8 m x 0,4 m	Inconnu	Galerie ouverte	Ouvert mais non pénétrable car très bas
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°4	XIX ^{ème} siècle	0,8 mx 1,2 m	Inconnu	Galerie ouverte	Ouvert pénétrable accès à un petit défilage penté à 30°
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°5	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Fontis	Dépression dans une minière
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°6	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Fontis	Dépression dans une minière
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°7	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Fontis	Dépression dans une minière
		Montage de la Chapelle de Bourberouge n°8	XIX ^{ème} siècle	Inconnu	Inconnu	Fontis	Dépression dans une minière
		Travers bancs du Rocher de la Vierge	XIX ^{ème} siècle	2 m x 2 m	26 m	Galerie ouverte	Ouvert et pénétrable accès aux travaux
		Puits d'aérage du Rocher de la Vierge	XIX ^{ème} siècle	1,5 mx 1,5 m	8 m	Puits ouvert	Entouré d'une clôture

Tableau 8 : Caractéristiques des ouvrages miniers de la concession de Bourberouge [20], [21], [22], [23], [24], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [73]

4.5 Autres travaux miniers dans le secteur étudié

- La zone de Surtainville a été l'objet de plusieurs permis de recherche. Les informations collectées sur ces PER lors des recherches d'archives sont fournies en annexe du présent rapport. Ces PER n'ont pas fait l'objet de travaux de creusement mais uniquement des prospections géophysiques, géochimiques et des forages.
- Zone de Bourberouge. Trois puits supplémentaires ont été identifiés dans les archives à l'extérieur du périmètre de l'étude, sur la **commune de Mortain**. Ils ont été intégrés dans le SIG pour information. Ils n'ont pas été recherchés sur le terrain. Il s'agit du puits de Baladon et des puits Bonvoisin n°1 et n°2. Ce sont des ouvrages de recherche relatifs au minerai de fer.

Remarque : Ces trois puits n'avaient pas été pris en compte lors de l'Etude des aléas de la concession de Mortain (GEODERIS W2015/006DE – 15BNO22010). Selon les informations disponibles, il s'agirait d'ouvrages hors titre.

4.6 Synthèse des caractéristiques d'exploitation

Les différentes caractéristiques d'exploitation mises en œuvre sur les zones et secteurs de travaux listés précédemment sont synthétisées dans le tableau suivant.

	Zones	Méthode	Dates	Prof (min/max)	Ouverture (m)
Concession de Surtainvilles	Travaux de Pierreville	Galeries isolées et dépilages dans le filon au pendage	1788-1790 puis 1817-1830 puis 1903-1911	0 – 25 m puits de 30 m	Inconnue
	Pont des Quesnots	2 puits, travaux inconnus	Inconnue	Inconnues	Inconnue
	Travaux de La Ferrière	Minières puis puits et galeries	XIV ^{ème} siècle puis entre 1740 et 1788. De 1818 à 1819 et 1904 à 1923	0 – 10 m	Inconnue
	Travaux de La Godaillerie	Recherches par puits, traçages et petits dépilages (en amas pouvant atteindre 5 à 7 m de large)	1819 - 1911	0 – 15 m	1,6 m
	Travaux Duchesnoy	Recherches par galeries (1,2 m de large)	1830 puis 1923	0 – 20 m	1,8 m
	Travaux du Bajin	Galeries isolées (2 m de largeur maximale)	Vers 1911 puis 1923	0 – 10 m	Max 2 m
	Travaux des Cerisiers	Travers-bancs, traçages (2 m de largeur maximale) et quelques dépilages	1904 - 1920	0 – 15 m	Inconnue
Concession de La Chapelle Enjuger	Travaux anciens	Tranchées / minières	Vers 1710	Moins de 10 m	Inconnue
	Travaux continus d'exploitation et de recherche	Puits et galeries et probables petits dépilages	1731 – 1741	Gisement reconnu jusqu'à 75 m de profondeur mais travaux entre 0 et 30 m	Inconnue
	Travaux sporadiques de recherche	Puits et Travers-bancs et recoupes	1788 – 1944	Reprise dans les anciens travaux	Inconnue
	Recherches modernes (BRGM)	Puits et galeries (plus de 250 m linéaire). Galerie de 2 m de largeur maximale.	1962 - 1977	47 m	2 m

	Zones	Méthode	Dates	Prof (min/max)	Ouverture (m)
Concessions de Bourberouge	Travaux Berdallier	Puits, descenderies, galeries de niveau et dépilage. Galeries de 4 m piliers de 2x2 m.	1909-1914	0 à 70 m	Environ 2 m
	Panneau de Doumont	Minières puis puits descenderies et petits travaux souterrains	Avant 1861 puis de recherche de 1936 à 1939	0 – 10 m	Inconnue
	Panneau de Gremont	Minières puis recherches par descenderie	Inconnue	Inconnue	Inconnue
	Panneau de Bousentier	Puits, descenderies, et galeries de niveau avec montages. Chambres 2 à 3 m de large) et piliers partiellement dépilés (50 % de taux de défruitement à 100 %)	Avant 1902 puis repris vers 1906 et abandonnés en 1914	0 – 15 m	2 m
	Rocher de La Demoiselle-Moulin de Neuf Etang	Minières puis quelques recherches	Avant 1902	0-5 m	2,5 m
	Beauchamp Château-Haut-Fiché	Minières et puits de recherche	Avant 1902	Moins de 10 m	Inconnue
	La Chapelle de Bourberouge	Minières et petits travaux souterrains par travers bancs et montages	Avant 1902	0-15 m	Moins de 2 m

Tableau 9 : Paramètres principaux des zones exploitées

4.7 Production

Les travaux miniers étudiés ici restent de taille modeste. La concession de Bourberouge est de loin la zone qui se rapproche le plus d'une réelle exploitation minière. Le tableau suivant synthétise les données de production compilées au cours des recherches d'archives.

Concessions	Secteur	Données de productions
Surtainville	Tous secteurs	La production a été faible avec 5000 tonnes de sidérite, 30 tonnes de blende et 50 tonnes de galène [42].
	Pierreville	« 250 quintaux de galène » ont été extraits par un fondeur de Cherbourg et vendus à Paris en 1818 [46].
	La Godaillerie	La production de minerai de fer a été de 2500 tonnes au cours de l'exploitation [42].
	Bajin	A fin 1911, 200 tonnes de sidérite ont été extraites de ce secteur.
	Cerisiers	Les travaux sont arrêtés en janvier 1907, après la production de 200 à 250 tonnes de sidérite à nodules de blende, [42].
Chapelle-Enjurer	-	En 1741, est mentionnée une production de « 700 à 800 livres de mercure vendues au plus haut prix pour 126 000 livres de minerai extrait », [13].
	Puits de la Joye	30 tonnes de minerai ont été extraites de cet ouvrage, [13]
	Puits des Marcassites	33 tonnes de minerai ont été extraites de cet ouvrage.
Bourberouge	Berdallier	L'exploitation a permis d'extraire 1 620 000 tonnes de minerai de fer [12], sur une profondeur de 70 m [20]
	Doumont	993 000 tonnes de minerai de fer [12] ont été extraites en 1937.
	Bousentier	L'exploitation a permis de tirer 1 974 000 tonnes de minerai de fer [12].

Tableau 10 : Données de production

4.8 Dépôts miniers

Peu d'informations relatives à des dépôts miniers ont été trouvées dans les archives.

Les dépôts miniers repérés sur les différentes concessions sont peu significatifs :

- peu visibles pour ceux situés en domaine forestier ;
- entièrement arasés pour ceux situés en zone agricole.

Ces dépôts (recherches et travaux d'exploitation plus importants) sont constitués principalement de stériles miniers dont la taille des blocs varie de quelques centimètres à, exceptionnellement, quelques décimètres. Ils sont tous végétalisés et suivent la topographie du terrain naturel (5° à 10° en moyenne).

Seul le dépôt du puits des Allemands (Annexe 1 : photo 54, concession de La Chapelle-Enjurer) a été digitalisé du fait de la composition minéralogique et chimique particulière de ce dernier (stériles et fines de cinabre ainsi que de possibles traces de mercure métallique). Ce dépôt végétalisé se présente sous la forme d'une très légère « bosse » peu marquée, mais cependant discernable dans le paysage.

4.9 Désordres observés en surface

4.9.1 Recensement

Sur l'ensemble des concessions étudiées, près de 70 désordres ont été recensés.

- Deux désordres de type mouvement de terrain ont été observés sur la concession de Surtainville. Il s'agit d'une dépression et d'un effondrement localisé.
- Le secteur du Mesnildot (concession de la Chapelle Enjuger) est sujet à plusieurs fontis lors des travaux de recherche du BRGM en 1963. Ces désordres sont la conséquence du dénoyage des anciens chantiers miniers recoupés par les travaux souterrains du BRGM, [17], [18] :
 - o le 26-02-1963, un fontis de 3 x 2 m de diamètre et de 10 m de profondeur se produit à l'emplacement du Puits Pauly. Une seconde excavation de 6 m de diamètre survient brusquement à 31 m à l'ouest de la première ;
 - o le 02-03-1963, l'ouverture d'une excavation de 2 m de diamètre et de 2,5 m de profondeur est mentionnée ;
 - o le 26-03-1963, une excavation de 2 m de diamètre et de 5,5 m de profondeur est observée ;
 - o le 27-03-1963, une dernière excavation de 2 m de diamètre et de 4,5 m de profondeur est notée.

Ces désordres ne sont malheureusement pas tous localisés sur un plan. Toutefois, près d'une dizaine de fontis ont pu être positionnés sur la mine de Mesnildot de la concession de La Chapelle Enjuger.

- La zone de Bourberouge est la zone de l'étude qui concentre le plus grand nombre de désordres (une cinquantaine environ).

4.9.2 Observations et caractéristiques

Ces désordres sont situés soit à l'aplomb d'anciens puits, soit à proximité des entrées de galerie (premiers mètres).

Les désordres liés aux anciens puits sont principalement circulaires et leur diamètre varie de 1 à 10 m pour une profondeur de l'ordre de 0,5 à 10 m.

Les désordres liés aux galeries sont souvent « *allongés* » et suivent le tracé des ouvrages. Il s'agit sans doute des conséquences de plusieurs effondrements ayant eu lieu à l'aplomb de celles-ci. En général, les dix premiers mètres des galeries sont impactés. La largeur observée de ces fontis varie de 1,5 à 3 m pour une profondeur maximale de 3 m.

Certains de ces désordres sont spécifiques de par leurs dimensions importantes :

- le fontis de la descenderie N°1 de Berdallier (Annexe 1 : photo 1), de 12 m de longueur pour 12 m de largeur et 15 m de profondeur, résulte également de la conjugaison d'un ouvrage minier fortement penté traversant en partie supérieure des terrains superficiels altérés et déconsolidés et d'un volume de vide disponible conséquent dans les travaux ;
- le désordre F39 (Photos 11, 12 et 13), correspond probablement plus au défilage intégral du minerai de fer près de la surface qu'à l'effondrement proprement dit des galeries (la galerie et les deux travers-bancs de Doumont). En effet, ouvert sur une longueur de 64 m et sur une largeur de 10 m, on aperçoit les parements creusés par l'exploitation.

Des photos de ces désordres sont proposées en annexe 1.

4.10 Cartographie informative

Les résultats de cette phase sont représentés sur les cartes informatives en annexe.

4.10.1 Géoréférencement des travaux miniers

Les plans pertinents et les points dGPS relevés lors de l'enquête de terrain ont fait l'objet d'un géoréférencement afin d'être intégrés au SIG sous le logiciel MapInfo®. Les ouvrages relevés aux dGPS ainsi que les repères visuels (angle de maison, routes...) ont été utilisés comme points de calage dans le but de réduire au minimum l'incertitude de localisation appliquée à chacun d'entre eux.

En raison de l'ancienneté des travaux miniers aucun plan des plus anciennes exploitations ou travaux de recherche n'a été retrouvé. Seuls les plans issus des exploitations minières les plus récentes, retrouvés dans les différentes archives consultées, ont permis de géoréférencer les zones de travaux.

4.10.2 Système d'Information Géographique

Toutes les informations recueillies ont été compilées afin de constituer le SIG permettant d'élaborer la carte informative. Les données, référencées dans le système géodésique RGF93 et projeté en coordonnées Lambert 93, se composent de plusieurs couches cartographiques :

1. les ouvrages débouchant au jour (ODJ) ;
2. les désordres relevés sur le terrain ;
3. les zones de dépôts miniers ;
4. les émergences minières ;
5. l'emprise précise des travaux miniers localisés sur plans ;
6. l'emprise globale des travaux miniers avec des zones de travaux potentiellement affectées par des travaux miniers ;
7. les affleurements de minerai de fer connus (tracés issus des anciens plans miniers de recherche et/ou d'exploitation) ;
8. les limites de communes ;
9. les limites de concessions ;
10. la BD Orthophotoplan® de l'IGN de 2011 (photos aériennes) ;
11. le Scan 25 de l'IGN de 2010 (tracé topographique et routier).

4.10.3 Incertitudes de localisation et nomination des ouvrages et des désordres

➤ Incertitudes sur la position des ouvrages et des désordres

Les ouvrages et désordres positionnés ont été nommés de la manière suivante :

- « *n* » pour les puits et galeries (*n* étant un numéro « compteur ») ;
- « *Dn* » pour les désordres (*n* étant un numéro « compteur »).

Pour chaque ouvrage positionné, une incertitude de localisation a pu être évaluée. Cette incertitude atteint 30 m pour les ouvrages positionnés à l'aide d'anciens plans miniers ou de coupes issus des archives consultées. Elle est de 2 m quand l'ODJ a été relevé par dGPS. L'incertitude finale de positionnement de ces ODJ sur les cartes informatives doit intégrer, par sommation, l'incertitude du support cartographique utilisé (ici + 3 m pour la BD Ortho® de l'IGN).

➤ Incertitudes sur la localisation des travaux miniers

L'incertitude finale (ou globale) sur la localisation des travaux miniers résulte de la prise en compte des incertitudes suivantes (généralement il s'agit de sommer ces incertitudes) :

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

L'incertitude de calage des plans est précisée dans le tableau 11 suivant.

N° du plan en figure dans le texte	Concession	Echelle	Date	Auteur	Nom du plan	Descriptif	Incertitude de calage (m)	Incertitude globale (m)
Figure 15	Bourberouge (Archives DREAL)	1/1000	1937	Concessionnaire	Plan des travaux de Berdallier (P1210722)	ODJ et travaux miniers	2	5
-		1/1000	-	Concessionnaire	Plan des travaux de Berdallier (P1210762, P1210763)	ODJ et travaux miniers	10 à 30	15 à 30
-		1/1000	1907	Concessionnaire	Plan des travaux d'exploitation et de recherche, section de Berdallier (P1210694)	ODJ et travaux miniers	2	5
Figure 16		1/1000	1936-1937-1938	Concessionnaire	Plan des recherches, (Doumont) (P1210707)	ODJ et travaux miniers	2 à 15	5 à 15
-		1/10000	1936-1937-1938	Concessionnaire	Plan des affleurements et des recherches, (Doumont) (P1210712, P1210710, P1210714)	ODJ et travaux miniers	2 à 30	5 à 30
-		1/10000	1912	Concessionnaire	Concession de Bourberouge (Plan des affleurements, ODJ et travaux, (Doumont, Berdallier et Bousentier) (P1210732, P1210739)	ODJ, travaux miniers et Affleurements de minerai de fer	2	5
-		1/1000	1907	Concessionnaire	Mines de Bourberouge, section de Bousentier, Plan des travaux d'exploitation et de recherche (P1210690)	ODJ, travaux miniers et Affleurements de minerai de fer	2	5
Figure 18		1/1000	1907	Concessionnaire	Concession de Bourberouge, Anciens travaux de Bousentier, (P1210165)	ODJ, travaux miniers et Affleurements de minerai de fer	2	5
-		-	-	Concessionnaire	Concession de Bourberouge, Localisation des puits, (P1210778)	ODJ et Affleurements de minerai de fer	100	100
-		1/5000	1961	BRGM	Planche 3, Concession de Bourberouge, Plan des affleurements et des recherches effectuées en 1936, 1937, 1938, (P1210165)	ODJ, travaux miniers et géologie	30	30
Figure 22	Surtainville (Archives BDSTM)	1/500	-	-	Plan des travaux de La Godaillerie (BNO50S0013 Godaillerie)	ODJ, travaux miniers	2	5
Figure 20		1/500	1911	Concessionnaire	Travaux de Pierreville (galène-blende-pyrite) (BNO50S0013 Surtainville)	ODJ, travaux miniers	2	5
-	Surtainville (Archives Nationales)	1/10000	1935	Concessionnaire	Concession de Surtainville, Plan des travaux (P1180751)	ODJ, travaux miniers	2 à 15	5 à 15
Figure 24		1/1000	1934	Concessionnaire	Commune de Surtainville, Chantiers des Cerisiers (P1180787)	ODJ, travaux miniers	2	5
Figure 23		1/200	1934	Concessionnaire	Commune de Surtainville, Plan des travaux Le Bajin (P1180791)	ODJ, travaux miniers	2	5
-	La Chapelle-Enjuger (Archives DREAL)	1/200	1963	BRGM	La Chapelle-Enjuger, Gîte de cinabre du Mesnildot, Plan d'ensemble, (P1210401)	ODJ, travaux miniers	2	5
Figure 26		1/200	2002	BRGM	Ancienne mine de mercure du Mesnildot, commune de La Chapelle-Enjuger, Diagnostique sécuritaire, Evaluation des risques miniers, Recommandation de travaux, Plan d'ensemble, (P1210122)	ODJ, travaux miniers	2	5

Tableau 11 : Récapitulatif de l'incertitude de calage des plans après géoréférencement

4.10.4 Cartographie des zones potentiellement affectées par des travaux miniers

Du fait de l'ancienneté des travaux d'exploitation ayant eu lieu sur les zones étudiées, peu de plans parfaitement réalisés à l'échelle ont été retrouvés dans les archives. Certains plans retrouvés sont des « croquis » présentant d'importantes incertitudes par rapport aux points remarquables de la surface topographique actuelle (routes et croisements de chemins, habitation et villages...). Ces plans approximatifs renseignent sur l'emplacement des entrées de galeries ou la position des puits avec des incertitudes pouvant aller jusqu'à 100 m.

De plus à l'examen des différentes archives, il semblerait que des travaux aient été réalisés sans que des plans aient été retrouvés (travaux de Doumont et Gremont notamment ou ceux du Travers-banc Est (TB Est) de Bousentier ou ceux du TB Duchesnoy n°3).

Compte tenu de ces éléments des zones potentiellement affectées par des travaux miniers ont été cartographiées :

- entre les affleurements matérialisés par des minières et les sommets des travaux connus par plans ;
- en continuité de travaux connus par plans dans les zones contenant des ouvrages souterrains (puits, Tb et descenderies connues) ;
- par interprétation de documents papier (travaux de Surtainville et de La Chapelle-Enjurer) ;

4.10.5 Cartographie des zones de dépôts

Seul le dépôt du Puits des Allemand (concession de La Chapelle-Enjurer) a été cartographié. Une incertitude de localisation de 2 m liée à l'incertitude des mesures dGPS a été retenue.

Les autres dépôts potentiels, de peu d'importance, sont diffus avec des emprises incertaines, entremêlées et recoupées par les minières à ciel ouvert. La plupart du temps ces dépôts sont totalement invisibles car ils ne se distinguent pas dans le paysage environnant. Ces derniers n'ont donc pas été cartographiés.

5. RETOUR D'EXPERIENCE ET IDENTIFICATION DES ALEAS

Le périmètre de l'étude englobe trois configurations d'exploitation différentes :

- au nord, les travaux de recherches polymétalliques de Surtainville constitués de petites mines artisanales (galeries de recherches et de petits dépilages) ;
- au centre, la mine de mercure de la Chapelle-Enjuger constituée de travaux plus ou moins connectés menés par galeries de niveau et très localisés autour d'un hameau ;
- au sud, les travaux miniers de Bourberouge constitués de travaux de recherche par galeries mais aussi de panneaux dépilés au pendage exploitant l'extrémité ouest du bassin ferrifère bas-normand.

Ce n'est que pour cette dernière qu'une évaluation précise des aléas envisageables est nécessaire en particulier l'affaissement et de l'effondrement généralisé. Pour les deux autres sites, les aléas possibles sont limités par la faible extension des travaux miniers souterrains.

L'identification et l'évaluation des aléas mouvements de terrain sur le bassin ferrifère de Bourberouge font donc appel aux connaissances acquises lors de la phase informative, en particulier l'observation ancienne ou actuelle de désordres.

Néanmoins, cette démarche, à caractère préventif, ne peut pas s'appliquer uniquement sur la simple typologie des phénomènes observés. Elle doit également analyser les conditions de réalisation d'autres phénomènes non encore observés mais envisageables (c'est-à-dire prévisibles).

Cette analyse peut être complétée par une étude plus globale (par rétroanalyse) qui considère non plus le seul bassin de Bourberouge mais l'ensemble des bassins de risque appartenant aux mêmes contextes miniers, comme ceux des gisements ferrifères pentés de l'Ouest.

Elle peut enfin être finalisée par une approche plus théorique, par la mise en œuvre de calculs sur modèles (calés sur des exemples réels d'instabilité), qui permet de valider ou non la crédibilité de réalisation des phénomènes accidentels redoutés.

5.1 Etat des connaissances par retour d'expérience

L'analyse prévisionnelle des phénomènes redoutés de type mouvements de terrain est largement valorisée lorsque l'on procède à une recherche qui déborde le cadre strict du site et lorsque l'on se place à l'échelle de l'ensemble du bassin de risque, voire de plusieurs bassins de risque, s'ils présentent de fortes analogies (ex : gisements ferrifères normands des synclinaux de Soumont, May-sur-Orne, La Ferrière-aux-Etangs, Saint-Rémy-Sur-Orne, Montpinson, Jurques et Segré).

Le Tableau 12 ci-après rappelle les principales caractéristiques des différents bassins précités.

Comme on le constate sur ce tableau, les différents bassins présentent beaucoup d'analogies sur les aspects géologiques et d'exploitation. Ces gisements sont pentés, situés à des profondeurs voisines (entre 20 et 500 ou 600 m) et recèlent une ou deux couches de faible ou moyenne puissance (globalement 2 à 4 m, localement plus).

A quelques variantes près, les méthodes d'exploitation sont sensiblement les mêmes. On note que les chantiers les plus anciens ont été exploités par courtes tailles au pendage, puis par des tailles descendantes chassantes. Par la suite, on a systématiquement appliqué la méthode des tailles montantes ou des tailles chassantes mécanisées pour les

chantiers peu pentés (pendage inférieur à 50°) et la méthode des chambres magasins pour les chantiers pentés à très pentés (pendage supérieur à 50°).

Le site minier est donc susceptible de présenter des chambres vides plus ou moins importantes.

		MAY-SUR-ORNE (14)	SOUMONT (14)	LA FERRIERE (61)	SAINT-REMY-SUR-ORNE (14)	LARCHAMP (61)	HALOUZE (61)	JURQUES (14)	BOURBEROUGE (50)
Dates d'exploitation		1896 - 1968	1907 - 1989	1905 - 1970	1875-1981	1901 - 1931	1811 - 1978	1895 - 1972	1909-1914
Profondeur maximale		450 m	650 m	400 m	200 m	140 m	350 m	90 m	70 m
Méthodes d'exploitation		Dépilages, Tailles descendantes (avant 1925) Chambres magasins (1925-1968)	Tailles montantes Chambres magasins Tailles chassantes ou « dépilages » (type quartier Livet)	Dépilages Tailles montantes Tailles rabattantes	Tailles montantes Chambres magasins				
Pendage	Flanc nord	85° à 90°	45° à 65°	Absent	0 à 90°	Absent	0 à 40°	50° à 70°	Absent
	Flanc sud	45° à 60°	30° à 60° 50° à 90° (plis)	25° à 45°	0 à 90°	0 à 90°	70 à 90°	45° à 70°	40°
Nombre de couches exploitées		1 (très localement 2)	1	1	1 exploitée en deux fois sans intercalaire entre les deux	1	1	1	1
Puissance		3,5 à 4,0 m (localement : 6 à 7 m)	3 m (localement : 6 m)	3 à 4 m (localement : 5 m)	8 m	De 4 à 8 m	De 4 à 8 m	1,5 à 2 m	2 m
Recouvrement jurassique discordant		0 à 60 m (calcaire jurassique)	0 à 50 m (calcaire jurassique)	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Zone d'altération du minéral		20 à 50 m sous le contact jurassique	20 à 50 m sous le contact jurassique	< 80 m	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnue	Inconnue
Types de désordres observés		Fontis (rupture de couronne) Eboulements (6 dans le flanc sud, 2 dans le flanc nord) Débourrage de puits ou cheminée	Affaissements (éboulements de 1929, 1951, 1961, 1965, 1966) Fontis (à l'aplomb de galeries proches de la surface) Deux gros éboulements en 1935 et 1936 avec fontis de 20 à 35 m en surface sur le flanc nord	Affaissements Fontis (rupture de couronne) Fontis (à l'aplomb de galeries proches de la surface)	Affaissements Eboulements Fontis (rupture de couronne) Fontis (à l'aplomb de galeries proches de la surface)	Effondrements localisés proche du débouché de la galerie de niveau 247	Effondrements localisés au droit des vieux travaux	Fontis (rupture de couronne ?) Débourrage de cheminée	Fontis (rupture de couronne ?) Débourrage de cheminée

Tableau 12 : Synthèse comparative des caractéristiques principales des différents bassins ferrifères de l'Ouest (source INERIS)

Les désordres observés dans ces différents bassins sont similaires (essentiellement des effondrements localisés par rupture de couronne et de l'intercalaire, des déboulements de puits ou de cheminées et des fontis dus à des éboulements de galeries). On note toutefois l'existence d'éboulements importants au fond, en phase d'exploitation, dans les exploitations de May-sur-Orne, de Soumont, de Saint-Rémy-sur-Orne et de la Ferrière-aux-Etangs et de Larchamp. A Soumont, à la Ferrière-aux-Etangs mais aussi à Saint-Rémy-sur Orne, certains désordres se sont manifestés en surface par des phénomènes que l'on peut classer comme des affaissements plutôt que comme des effondrements généralisés : forme de cuvettes d'affaissement à bords étalés, amplitude verticale de l'ordre du mètre avec présence de fissures ouvertes mais absence de cassures franches de cisaillement (avec rejet).

5.2 Analyse du risque d'effondrement généralisé

Les témoignages et recherches documentaires ne recensent aucun événement de type effondrement généralisé sur les bassins étudiés (Tableau 12) exploitant le minerai de fer au droit d'exploitations partielles (chambres et piliers notamment).

Les mouvements de terrain de grande ampleur, observés sur ces différents bassins, sont :

- soit des effondrements du stot de protection de la surface dans le cas des chantiers subverticaux ou très pentés ;
- soit des affaissements de la surface consécutifs à des éboulements du fond dans le cas de chantiers faiblement ou moyennement pentés.

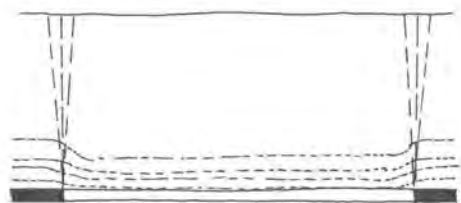
D'un point de vue général, les conditions d'apparition d'un effondrement généralisé peuvent être précisées pour les deux cas d'exploitation suivants :

a) Cas d'une exploitation en plateure

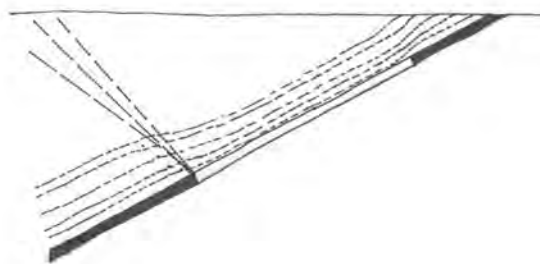
Dans le cas d'un chantier situé dans un gisement stratifié subhorizontal ou très peu penté, constitué de bancs suffisamment raides, les mécanismes du comportement des bancs du toit sont bien connus : les points de rupture par flexion ou par cisaillement se situent sensiblement dans un plan proche de la verticale reliant les bords du chantier à la surface. Un panneau exploité de manière régulière est généralement sollicité de manière homogène, ce qui permet une libération rapide de l'énergie emmagasinée lors de la rupture, entraînant des effets dynamiques. Les zones de cisaillement se développent simultanément au droit des bords du chantier et concernent, en surface, un domaine bien défini. L'effondrement est dit « généralisé ».

b) Cas d'une exploitation pentée

Dans le cas d'un chantier penté (en supposant toujours des bancs raides), les points de rupture, par flexion ou cisaillement, se distribuent en s'éloignant du bord inférieur du chantier selon un angle sensiblement perpendiculaire au pendage des bancs. La zone de cisaillement ou de glissement potentiel, mobilisée en aval, devient beaucoup trop grande pour permettre un effondrement généralisé. Le mécanisme attendu est alors un mécanisme de flexion progressif, même si des ruptures locales sont possibles. Lorsque le pendage croît, le caractère instantané de la rupture devient peu probable. En devenant plus progressif, le phénomène d'effondrement fait place à un phénomène d'affaissement.



**Coupe d'un chantier en plateaux :
Lignes de rupture par cisaillement à l'aplomb
de l'exploitation**



**Coupe d'un chantier en gisement penté :
Lignes de rupture par cisaillement à l'aplomb de
l'exploitation**

Une étude récente sur les accidents affectant les exploitations minières pentées, ne recense aucun cas d'effondrement généralisé sur les exploitations de ce type (Lambert 2005). Ce mode de rupture affecterait donc essentiellement les exploitations en plateaux ou faiblement pentées et fortement défruitées.

Seuls les travaux de la concession de Bourberouge peuvent être analysés vis-à-vis de l'aléa effondrement généralisé. Tous les autres secteurs n'ont fait l'objet que de travaux par galeries et ne sont pas concernés.

Or l'exploitation de la couche de minerai de la mine de Berdalier a été réalisée dans une couche pentée à environ 40°. Ce flanc du synclinal est découpé par de nombreuses failles. L'exploitation est donc délimitée en panneaux séparés régulièrement par des stots massifs.

Ces arguments permettent d'exclure, au vu des connaissances actuelles, le scénario d'effondrement généralisé à caractère spontané des exploitations de Bourberouge.

5.3 Analyse du risque d'affaissement

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'éboulement de cavités souterraines résultant de l'extraction du minerai. Les désordres, dont le caractère est généralement lent, progressif et souple, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture fragile significative (des fractures ouvertes sont possibles dans la zone en extension, située sur la bordure de l'affaissement).

La question que l'on peut se poser est de savoir si, en surface, les anciens travaux miniers peuvent être le siège de nouveaux phénomènes d'affaissement, tels que ceux de Soumont flanc sud de 1929, 1961, 1965 et 1966 et celui de la Ferrière-aux-Étangs.

L'étude de stabilité des gisements ferrifères pentés, menée par modélisation numérique, montre que le déclenchement du processus d'affaissement s'opère par rupture en cisaillement des bancs jusqu'à la surface dans certaines conditions particulières (Renaud, 2004).

Les configurations d'exploitation qui permettent le déclenchement (ou non) du processus de rupture doivent présenter une certaine combinaison des trois facteurs suivants :

- le pendage des couches ;
- le taux d'exploitation (ou taux de « défruitement ») ;
- l'ouverture (hauteur exploitée entre épontes).

L'analyse paramétrique réalisée dans cette étude montre que le processus d'affaissement peut être exclu dans les conditions suivantes :

Pendage	Taux de défrètement ($\tau\%$)	Ouverture (w)
> 55°	$\leq 90 \%$	$\leq 4 \text{ m}$
45° à 55°	$\leq 90 \%$	$\leq 3 \text{ m}$
	$\leq 80 \%$	$\leq 5 \text{ m}$
30° à 45°	$\leq 80 \%$	$\leq 3 \text{ m}$
	$\leq 70 \%$	$\leq 5 \text{ m}$

Tableau 13 : Conditions d'exclusion du processus d'affaissement

L'influence de l'augmentation du pendage se manifeste par un déplacement des zones de rupture plus près de la surface (ou de l'affleurement) : plus le gisement est penté, plus sont affectés les terrains proches de la surface (points de ruptures ou points plastiques).

Compte tenu de la configuration des travaux souterrains de Bourberouge (pendage d'environ 40°, ouverture de 2 m maximum et taux de défrètement de l'ordre de 70 à 80%) et des similitudes de ces travaux avec ceux modélisés en 2005, **le scénario d'affaissement peut être exclu de la présente étude.**

5.4 Identification des aléas mouvements de terrain

La phase informative a révélé, sur les travaux miniers du bassin, un certain nombre de phénomènes de mouvements de terrain observés ou prévisibles. D'autres phénomènes peuvent être retenus comme potentiellement prévisibles en raison de certaines configurations de travaux miniers.

Les scénarios accidentels sont examinés plus loin de façon plus approfondie pour en déterminer l'intensité potentielle, la crédibilité de survenance et évaluer ainsi les niveaux d'aléas qui leur incombent.

Les phénomènes prévisibles identifiés sont les suivants :

- les phénomènes d'effondrements localisés provoqués par la rupture du stot de protection (couronne) ou du toit des chambres de tous les chantiers miniers. Ces phénomènes peuvent se traduire en surface par des dépressions en forme de gouttières ou de tranchées qui suivent la couche à proximité de l'affleurement ;
- les phénomènes d'effondrements localisés liés à la rupture d'anciens orifices miniers (puits, cheminées d'aérage et trémies débouchant en surface) ou des galeries à faible profondeur. Ces phénomènes se traduisent en surface par l'ouverture d'un fontis en forme de cratère ou d'entonnoir, généralement circulaire ;
- les phénomènes de tassements ou glissements sur les anciennes minières et dépôts. Même si celles-ci ne présentent pas, à l'heure actuelle, de signes d'instabilités, ces apports de matériaux peuvent néanmoins être le siège de quelques mouvements résiduels.

Notons dès maintenant que l'évaluation des aléas est basée sur une relative stabilité du niveau des eaux. Celle-ci est garantie soit par l'existence de galeries d'exhaure (travaux de Bourberouge ou de Surtainville) soit par la présence d'une nappe de plaine permanente sans exhaure gravitaire possible (La Chapelle-Enjuger).

Dans le cas des galeries d'exhaure qui se boucheraient, en cas d'obstruction accidentelle, plusieurs phénomènes sont à craindre :

- une remontée du niveau des eaux dans les travaux actuellement hors d'eau avec le risque de déstabilisation de remblais ;
- l'apparition de nouveaux points d'exhaure dans les coteaux ;
- la déstabilisation d'obturations de galeries ou montages situés au-dessus ;
- mais aussi la rupture du bouchon créé par l'éboulis après mise en charge et déversement brutal d'eaux boueuses.

Ces scénarios n'ont pas été retenus dans la présente analyse mais pourraient éventuellement se traduire par la mise en place d'un aléa inondation.

Enfin, rappelons que les aléas « environnement » et « gaz de mine » n'ont pas été pris en compte dans la présente étude.

6. EVALUATION DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE

6.1 Effondrements localisés par rupture du toit des chambres et/ou de piliers couronnes

Les secteurs menacés du risque d'effondrement localisé à l'aplomb des panneaux proches de la surface affectent les parties du gisement minier de Bourberouge pour lesquelles les travaux ont été poursuivis en montant vers les affleurements de la couche de minéral.

6.1.1 Nature des désordres et mécanismes de rupture

La phase informative a identifié des désordres au niveau des affleurements des travaux de Bourberouge qui pourraient correspondre à ce mécanisme (effondrements localisés en gouttière).

Le mécanisme à l'origine de ce type de désordres est la rupture du toit ou de la couronne (Figure 24) au droit de la chambre, suivie d'un effondrement allongé en surface.

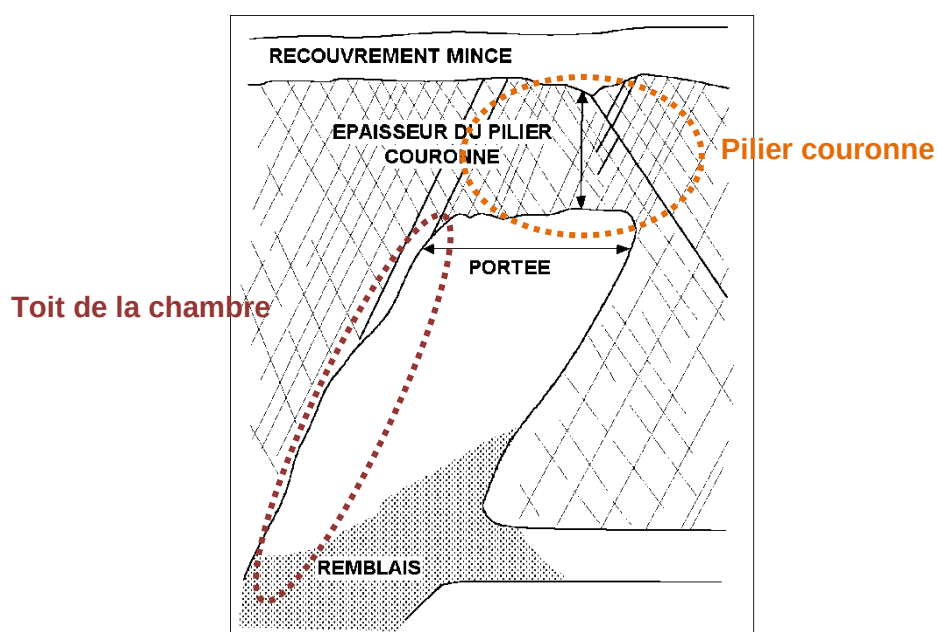


Figure 24 : principe du pilier couronne en gisement penté.

6.1.2 Configurations d'exploitation

Les secteurs menacés du risque d'effondrement localisé de type « piliers couronne » se situent à l'aplomb de tous les chantiers miniers proches de la surface. Les chantiers concernés correspondent à ceux exploités par chambres plus ou moins vides creusées au pendage principalement dans le Quartier de Berdalier de la concession de Bourberouge. Il peut exister de petites zones de travaux de configuration similaire dans le secteur de Bousentier avec des couronnes à très faibles profondeurs (entre 5 et 10 m) mais aussi dans le secteur de Pierreville (Surtainville) mais sans travaux importants (limités à 20 à 25 m de profondeur).

La zone susceptible de s'effondrer au fond a été fixée en tenant compte à la fois de :

- la visite des travaux souterrains du quartier de Bousentier en 2016 durant laquelle très peu de rupture de toit ont été observées au fond dans la galerie de base située à seulement 15 m de profondeur ;
- le calcul de remontée de voute réalisé dans cette présente étude qui montre qu'il est peu probable qu'il y ait remontée au jour de fontis au-delà de 30 m de profondeur (cas des galeries de niveaux ou de travaux partiellement remblayés).

Nous avons retenu les travaux situés entre l'affleurement et environ 30 m de profondeur comme potentiellement sujet à ce phénomène de rupture de pilier couronne. Ce qui se traduit de manière pratique à tous les travaux avérés connus au-dessus de 30 m de profondeur soit pour la concession de Bourberouge, de tous les travaux situés au-dessus de la galerie de niveau 36.

Les zones concernées ont été étendues à toutes les emprises de fouilles et de minières des trois concessions étudiées, même dans les cas où les archives ne mentionnent pas de travaux autres par puits ou montage. Il est en effet constaté, que partout où ces fouilles existent, il existe fréquemment des travaux souterrains parfois très anciens réalisés postérieurement aux minières et qui sont venus les sous-caver.

6.1.3 Intensité du phénomène

L'intensité des effondrements est liée en premier lieu au volume des terrains mobilisables, c'est à dire à l'épaisseur de ces terrains et à leur angle d'équilibre. Dans les configurations particulières d'exploitation du bassin de Bourberouge, l'autocomblement des vides n'est pas envisageable car les volumes disponibles dans les chambres sont importants.

Nous avons considéré, suite à la phase informative une épaisseur mobilisable de terrains sub-surfaciques non cohésifs de 5 m. Les terrains superficiels rencontrés étant pour la plupart des formations rocheuses (gréseuses et schisteuses) altérées, en place ou sous forme de remblai, nous considérerons des angles d'équilibre amont et aval égaux et d'une valeur de 45°.

Ces paramètres pourraient conduire à des effondrements dépassant les 10 m de diamètre si le dimensionnement se base uniquement sur l'épaisseur de la couche (2 m) et l'épaisseur des terrains mobilisables non cohésifs (5 m) ce qui correspondrait alors à une intensité élevée.

Cependant, l'expérience acquise sur les autres bassins ferrifères normands révèle que les effondrements de ce type se limitent très souvent à la largeur de la chambre ou de l'ancienne minière. Dans le cas de l'étude, cette largeur est généralement inférieure à 10 m.

Nous avons donc retenu une intensité modérée pour le phénomène d'effondrement initié par rupture du pilier couronne. Les terrains encaissants connus des concessions de Surtainville et de La Chapelle-Enjuger étant similaires (voir plus résistants), nous avons retenu le même niveau d'intensité.

6.1.4 Facteurs de prédisposition

L'éventualité de ce phénomène est très directement liée à la profondeur de la tête de la chambre et à l'altération ou le degré de fracturation de la couronne de celle-ci. L'altération de cette couronne est d'autant plus forte que la chambre se rapproche de la surface (circulations d'eau, anciens grattages, ...).

Bien qu'aucun événement de cette sorte ne se soit manifesté dans le passé, la présence de chambres peu profondes ne permet pas d'exclure ce risque. Le pendage de la couche (environ 40°) et la possibilité de présence d'anciens grattages superficiels altérant la

couronne du fait de l'infiltration préférentielle des eaux, sont autant de facteurs favorisant ce type de phénomène.

Deux configurations sont présentes :

- les zones de minières sans travaux connus en souterrain. L'expérience acquise dans les autres bassins miniers normands révèle la présence possible de vieux travaux sous-jacents, en particulier dans les zones à la topographie pentée ;
- les zones de travaux en chambres vides connues et dont la couronne est située entre 5 et 30 m de profondeur au maximum.

En tenant compte des paramètres énoncés en début de paragraphe, nous retenons :

- une prédisposition qualifiée de sensible pour toutes les zones de travaux souterrains en chambres dépilées connues dont les couronnes sont situées à moins de 30 m de profondeur ;
- une prédisposition qualifiée de peu sensible pour les zones de travaux suspectés sous minières connues ;
- une prédisposition nulle pour les travaux dont les couronnes sont situées au-delà de 30 m de profondeur.

6.1.5 Evaluation de l'aléa effondrement localisé

En tenant compte des prédispositions et des intensités proposées auparavant, nous retenons :

- un aléa moyen localisé dans les zones sous minées par des travaux en chambres vides situées à moins de 30 m de profondeur (galerie de niveau 36 de Berdallier) ;
- un aléa faible localisé pour les zones de travaux suspectés (fonds de minières, zones avec ouvrages connus mais sans plan de travaux en continuité de travaux cartographiés).

6.2 Effondrements localisés de puits ou de montages fortement pentés

La phase informative a permis de recenser 34 puits ou montages.

Les ouvrages de recherche sont, soit des petits puits, soit des fouilles plus ou moins carrées de faible profondeur (comprises entre 1 et 15 m).

Les ouvrages d'exploitation sont plus importants. Aucun ne semble cependant avoir été muraillé. Ils devaient probablement être boisés en tête. Cette absence de confortement est sans doute liée à la durée relativement courte de leur utilisation (moins de 5 ans pour les travaux les plus importants du quartier de Berdallier). Aucun puits ne ferait plus de 30 m de profondeur (les travaux miniers plus profonds étaient accessibles via des montages ou des descenderies internes).

Plusieurs ouvrages ont été observés ouverts permettant l'accès aux travaux souterrains. D'autres sont visibles par le tassement des remblais de leur colonne ou par des fontis à leur aplomb.

6.2.1 Nature des désordres et mécanismes de rupture

Les effondrements localisés de puits non sécurisés ou insuffisamment traités (remblayage, renforcement, protection en surface, etc.) relèvent de deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais (pour les puits remblayés) ou/et la rupture de la tête de puits (après rupture du revêtement ou rupture de la dalle de protection, etc.).

La rupture de la tête de puits.

Pour les puits miniers dont la partie sommitale n'est pas remblayée ou qui a subi un mouvement de matériau de remblai, le phénomène qui peut se produire est la rupture du revêtement et/ou de la structure de maintien ou de fermeture mise en place en partie sommitale de l'ouvrage.

Le débouillage des remblais au sein de la colonne du puits.

Le remblai mis au sein de la colonne peut évoluer par compaction naturelle, par remaniement en présence d'eau ou encore par comblement des vides résiduels de l'ouvrage. En fonction de la vitesse du mouvement, on peut évoquer les termes de tassement ou de coulisage. 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.

Les désordres observés en 2016 sont principalement des tassements des colonnes de remblais laissant ainsi apparaître l'emplacement des puits.

Les désordres en surface observés correspondent également parfois à des effondrements circulaires coniques de type fontis globalement de petits diamètres (moins de 5 m).

6.2.2 Evaluation de la prédisposition

Pour évaluer la prédisposition d'apparition du phénomène d'effondrement localisé relatif aux puits, il convient de prendre en compte [2] :

- l'absence ou la présence de revêtement ;
- le remblayage ;
- le traitement des têtes de puits ;
- les éventuelles dépressions observées à l'emplacement des puits.

Les puits non retrouvés correspondent majoritairement à des ouvrages anciens et assez petits (anciens puits de recherche) creusés au rocher.

Ils n'ont pas été retrouvés car ils ont probablement été comblés au moment de l'exploitation ou naturellement avec le temps. Cependant, il est possible que des vides persistent au sein de la colonne et un débouillage ou un tassement des remblais ne peut pas être exclu.

La simple mise en place de remblais sans obturation préalable des recettes n'est pas suffisante pour empêcher tout risque de débouillage de la colonne du puits.

Dans le cas des mines du secteur étudié, deux grandes configurations de puits sont possibles.

La première concerne les puits situés au droit des travaux d'extraction connus. Ces ouvrages sont dans la catégorie matérialisés et sont soit ouverts, soit partiellement traités, soit non localisés. Les mines concernées n'ont jamais eu de grand développement et ont été arrêtées en période de guerre (1914 ou 1939) et jamais reprises par la suite. Elles ont été abandonnées en l'état sans qu'aucun document n'atteste d'un quelconque traitement des ouvrages. Il existe donc de sérieux doutes sur les techniques employées pour les boucher.

Pour ces ouvrages, l'analyse nous a conduits à leur associer une prédisposition sensible aux effondrements localisés (traitement non pérenne).

La seconde configuration concerne les autres puits de recherche situés sur tous les secteurs. Ces ouvrages sont tous de petites dimensions et ne sont pas connectés avec des travaux. Une prédisposition peu sensible aux effondrements localisés leur est associée.

6.2.3 Evaluation de l'intensité

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

D'une manière générale, la rupture de la tête de puits peut conduire à des effondrements conséquents si le volume pouvant accepter le matériau éboulé au sein du puits est élevé et si l'épaisseur des terrains meubles ou altérés est importante, permettant une extension latérale du phénomène. L'épaisseur des terrains superficiels est estimée à 5 m.

L'analyse de la dimension maximale du cône d'éboulement est normalement estimée en combinant le diamètre de l'ouvrage, le volume disponible dans la colonne du puits et l'épaisseur des terrains mobilisables en surface. Dans ce cas, le diamètre possible pourrait dépasser 10 m.

Nous ne retenons cependant qu'une intensité modérée (diamètre de 3 à 10 m) car les observations faites sur le terrain et les informations des archives montrent que les diamètres des phénomènes observés sur les puits et les montages sont systématiquement inférieurs à 10 m.

6.2.4 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition et de l'intensité, le niveau d'aléa « effondrement localisé lié aux puits » est qualifié de :

- moyen pour les puits d'exploitation ouverts ou dont les traitements sont inconnus ;
- faible pour tous les autres puits, principalement les puits de recherche.

6.3 Effondrements localisés par éboulement de galeries isolées

La présence de galeries isolées situées à faible profondeur (galeries d'accès ou galeries de reconnaissance ou galeries de liaison) peut provoquer, en cas d'éboulement, des phénomènes d'effondrement localisé dénommés fontis.

6.3.1 Intensité du phénomène

L'intensité du phénomène redouté en surface, en cas de remontée d'un fontis, est globalement proportionnelle au volume du vide souterrains et donc aux dimensions de la galerie. S'agissant de galeries relativement petites (2 m x 2 m, au maximum), on peut présumer que l'intensité du phénomène soit au plus que modérée même si l'épaisseur des terrains mobilisables en surface peut atteindre 5 m. Le faible volume disponible au fond sera un facteur limitant important pour l'extension latérale du phénomène.

De plus, les fontis observés en surface en 2016 sur les trois concessions corroborent cette affirmation. Aucun n'a été observé d'un diamètre supérieur à 5 m sauf cas particulier unique de la Descenderie de Berdallier 1 qui s'est déjà totalement effondrée, produisant une dépression de 20 m de longueur, 10 m de largeur et plus de 15 m de profondeur. Cette dimension extrême n'est pas retenue pour dimensionner les éventuels nouveaux désordres liés à des ouvrages plus petits.

Une intensité modérée est donc finalement retenue.

6.3.2 Evaluation de la prédisposition

A l'issue de la phase informative, les informations disponibles indiquent l'existence de galeries et de travaux souterrains creusés depuis les affleurements ou depuis les puits. Les dimensions moyennes de ces ouvrages sont de l'ordre de 1,5 à 2 m de hauteur pour 1,5 à 2 m de largeur. Aucune information n'a été retrouvée à propos du remblayage éventuel de ces ouvrages. La présence de vides résiduels au niveau de ces travaux ne peut donc pas être écartée.

Même si la largeur de ces cavités est limitée (< 2 m), la nature des terrains du toit et l'absence de soutènement pérenne ne permettent pas d'écarter toute rupture des premiers bancs de toit. Dans ce cas, une montée de voûte est possible.

Lors des visites de 2016, des ruptures de toit ont été observées dans les premiers mètres des galeries ouvertes ainsi que des fontis en surface au droit des galeries connues.

Pour déterminer la hauteur limite de remontée du phénomène d'effondrement localisé induit par la rupture du toit des galeries situées à faible profondeur, un calcul volumique de remontée de cloche a été réalisé en se basant sur les paramètres suivants :

- les caractéristiques géométriques des galeries isolées exploitées (vides résiduels : hauteur moyenne comprise entre 1,5 et 2 m et largeur moyenne entre 1,5 et 2 m). D'expérience, nous avons également retenu un rayon de fontis égal à 80% ou 100% du rayon maximal possible ;
- l'angle de talus naturel (pente à l'équilibre des matériaux éboulés) : valeurs retenues de 35° à 45° pour des terrains à dominante schisteuse et gréseuse potentiellement altérés ;
- le coefficient de foisonnement des matériaux 1,3 à 1,4 pour les schistes et grès potentiellement altérés.

Par approche sécuritaire et étant donné l'absence d'information sur l'ensemble des exploitations, le calcul de remontée de cloche a été réalisé en prenant comme hypothèse l'absence totale de remblayage dans les galeries.

Dimension vides résiduels		Rayon de la cheminée au toit (r en m)		Angle talus naturel (°)	Coef. foisonnement	Hauteur remontée de voûte (m)
H (m)	L(m)					
1,5	2	100%	1	35 et 45	1,4	10 – 5
1,5	2	80%	0,8	35 et 45	1,4	13 – 8
1,7	2	100%	1	35 et 45	1,4	11 – 6
1,7	2	80%	0,8	35 et 45	1,4	16 – 9
2	2	100%	1	35 et 45	1,4	15 – 10
2	2	80%	0,75	35 et 45	1,4	21 – 16
1,5	2	100%	1	35 et 45	1,3	13 – 8
1,5	2	80%	0,8	35 et 45	1,3	18 – 13
1,7	2	100%	1	35 et 45	1,3	15 – 10
1,7	2	80%	0,8	35 et 45	1,3	21 – 16
2	2	100%	1	35 et 45	1,3	20 – 15
2	2	80%	0,75	35 et 45	1,3	31 - 25

Tableau 14 : Simulation des hauteurs de remontées de voûte liées aux galeries isolées

Les calculs réalisés avec les paramètres ci-dessus, représentatifs des contextes miniers et géologiques des sites, conduisent à des remontées de fontis maximales mais raisonnables proches de 30 m (Tableau 14).

En combinant ces résultats avec les observations des instabilités de galeries faites en 2016, nous proposons de retenir une prédisposition :

- sensible pour les portions de galeries de recherche situées entre 0 et 10 m de profondeur.
- peu sensible pour les parties de galeries situées entre 10 et 30 m de profondeur ;
- nulle au-delà.

6.3.3 Evaluation du niveau d'aléa

Par croisement de la prédisposition et de l'intensité, le niveau d'aléa effondrement localisé lié aux galeries isolées est qualifié de :

- moyen pour toutes les galeries situées entre 0 et 10 m de profondeur ;
- faible pour les parties de galeries situées entre 10 et 30 m de profondeur ;
- nul à négligeable au-delà de 30 m.

6.4 Evaluation de l'aléa tassement des dépôts

La phase informative a permis de recenser quelques dépôts situés à proximité des galeries dans les coteaux ou de certains puits.

Ces dépôts sont maintenant végétalisés et ne montrent pas de signe d'instabilité.

Sous l'effet de surcharges en surface ou à l'occasion de modifications sensibles des conditions hydriques au sein des matériaux constitutifs de ces ouvrages, des tassements d'extension et d'amplitudes limitées sont susceptibles d'affecter la surface des dépôts.

Nous proposons de retenir un aléa faible par croisement :

- d'une prédisposition peu sensible à sensible dépendante de la surcharge appliquée et/ou de l'épaisseur du dépôt, considérant qu'aucun n'est compacté ;
- d'une intensité limitée par la nature même du phénomène de tassement.

6.5 Les aléas tassement et glissements associés aux minières

Les minières ou anciennes fouilles ont été décrites en phase informative et positionnées sur la carte informative.

Les minières ouvertes peuvent atteindre une dizaine de mètres de profondeur. Les pentes de leurs flancs sont relativement verticales car creusées au rocher massif. Le talutage observé sur certaines résulte plus d'un glissement des formations superficielles. Elles ont atteint maintenant un profil d'équilibre qui n'évolue plus et qui se végétalise. Les minières résultent de l'exploitation à ciel ouvert de la couche de minerai et de la mise en déblais des stériles. Depuis leur édification à la fin 19^{ième} début 20^{ième}, on peut penser qu'un relatif profil d'équilibre des flancs des minières ait été atteint et que les phénomènes de glissement profond peuvent être exclus.

Il demeure que des glissements superficiels peuvent encore survenir localement mais finalement sous la forme de ravinement. Ils sont liés à la nature parfois éboulue des matériaux qui constituent les talus. Compte tenu de l'intensité intrinsèquement très limitée d'un tel phénomène, nous ne retiendrons pas d'aléa glissement superficiel.

Pour les fouilles ayant été comblées par des remblais de nature inconnue, on retiendra cependant un aléa tassement faible, par homogénéité aux aléas évalués sur les dépôts.

7. CARTOGRAPHIE DES ALEAS

Le fond utilisé pour le report cartographique est la BD Ortho® de l'IGN fournie par GEODERIS. On considère généralement une incertitude de 3 m pour l'utilisation de l'orthophotoplan comme fond topographique.

Les marges d'influence et d'incertitude liées à l'extension de l'aléa et à la précision des levés et des reports cartographiques tels que définies dans les paragraphes respectifs de chaque aléa sont intégrées aux zonages figurés sur les cartes d'aléas en annexe.

7.1 Cartographie du phénomène d'effondrement localisé

La carte relative aux effondrements localisés est présentée en Annexe 1.

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

- une marge de sécurité ou d'incertitude globale de localisation des galeries. Les valeurs de cette marge varient de 3 à 20 m, selon le type de galerie ;
- une marge d'influence correspondant à l'extension latérale maximale d'un fontis en surface prise égale à l'épaisseur des terrains peu cohérents de surface. La valeur maximale de cette marge dans le cas présent est estimée à 5 m (pour 45°).

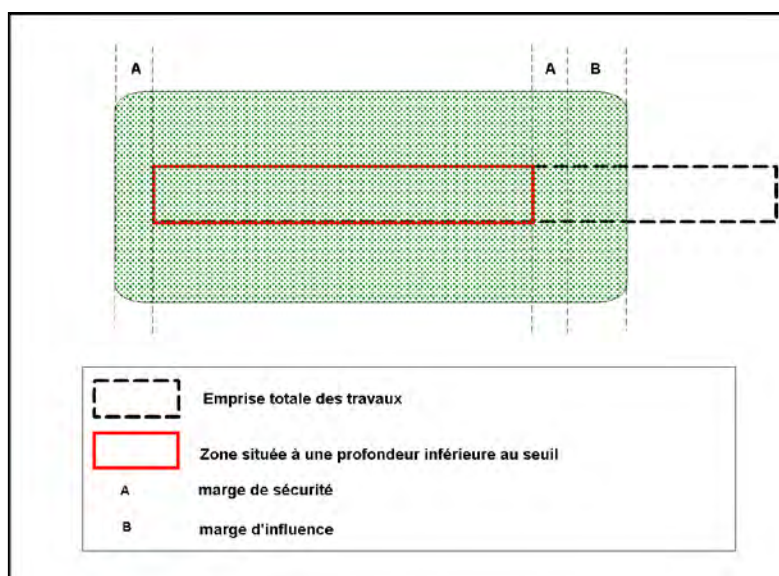


Figure 25 : Zonage de l'aléa effondrement localisé lié à la présence d'une galerie ou d'une descenderie souterraine

Les chambres dépilées (rupture du pilier-couronne et du toit des chambres)

On considère d'une manière générale que l'éboulement produit par la rupture d'un pilier-couronne ou du toit des chambres, se propage principalement dans le plan du filon ou en suivant le filon (pour des pendages élevés, supérieurs à 45°). Sur les flancs des mines dont les pendages sont compris entre 50° et 90°, on peut penser qu'une rupture des terrains encaissants puisse se produire par cisaillement du toit de la couche (même si ce phénomène est quasi-inexistant en deçà de 70°). Pour des zones à plus faible pendage, c'est plutôt le phénomène de rupture du toit de la chambre qui sera favorisé.

L'épaisseur des terrains non cohésifs est estimée à 5 mètres, conformément à ce qui peut être observé en 2016.

Dans la zone des terrains mobilisables, l'effondrement qui affecte la surface forme un cratère selon un angle d'influence (angle de talus qui dépend de la nature des terrains superficiels). Globalement, cet angle a été pris égal à 45°, en se formant à une profondeur de 4 à 5 m.

La *marge d'influence* est de 5 m du côté du mur pris à partir de l'intersection de la couche et de la limite des terrains mobilisables et de 5 m du côté du toit pris approximativement à l'aplomb de la zone de travaux à 30 m de profondeur.

La *marge d'incertitude* est variable en fonction du secteur (de 5 à 20 m).

Les limites de zonage cartographique correspondent à la *marge de sécurité* qui intègre les deux marges précédentes.

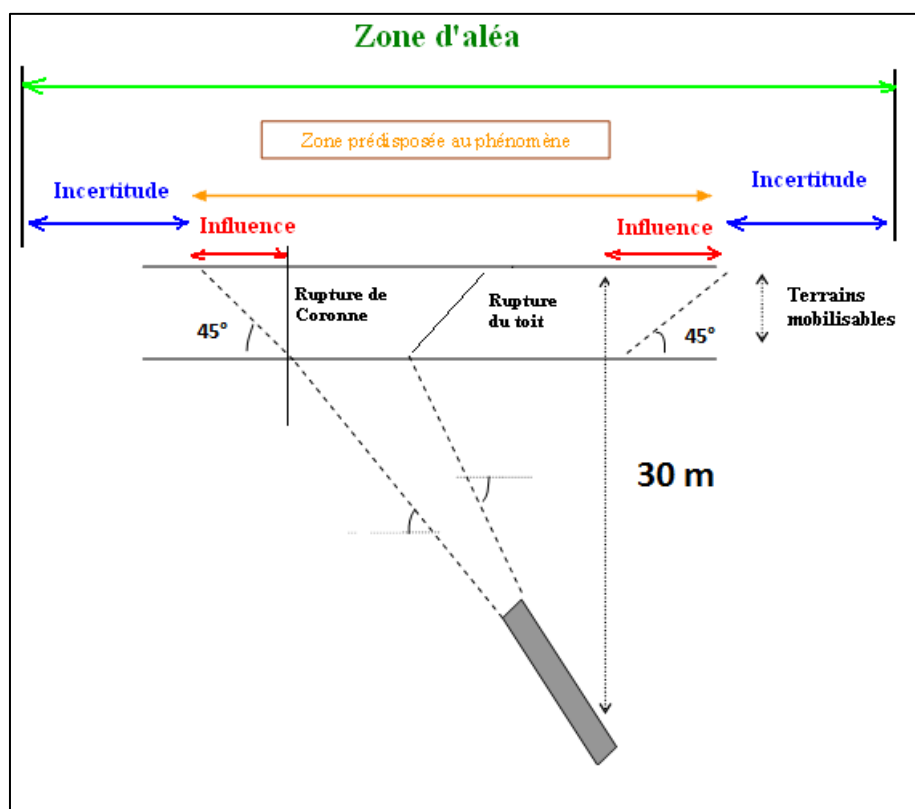


Figure 26 : Zonage de l'aléa effondrement localisé de type rupture de couronne et de toit de chambres

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 :

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

Avec :

R_{puits} : estimé, par manque d'information, à 1 m pour les puits « inconnus » et par sa valeur exacte lorsqu'elle est connue ;

$R_{\text{influence}}$: relatif à l'extension latérale du cône d'effondrement, pris égal à l'épaisseur des terrains non cohésifs de surface (ici 5 m pour 45°). Cette épaisseur est justifiée par la dimension des dépressions observées à l'aplomb des fontis ;

$R_{\text{incertitude de localisation}}$: est estimé de 3 à 50 m.

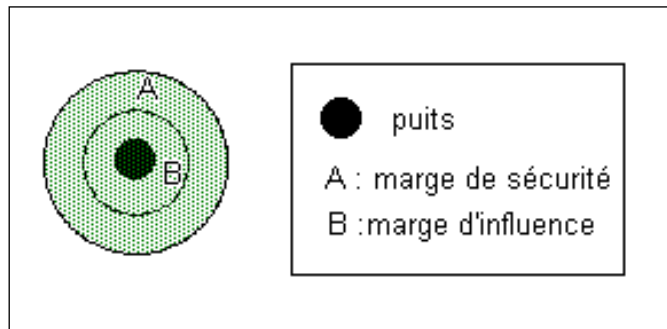


Figure 27 : zonage de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

7.2 Cartographie du phénomène de Tassement

La carte relative aux tassements est présentée sur la carte des aléas en Annexe.

La cartographie de l'aléa tassement concerne les emprises estimées sur le terrain des dépôts ou des minières auxquelles s'ajoutent l'incertitude de localisation liée à leur report cartographique (5 à 30 m). La marge d'extension latérale est considérée comme nulle (les tassements se manifestant au droit exact des dépôts).

8. CONCLUSIONS

La présente analyse a conduit à la définition de l'aléa pour les risques « mouvements de terrains » liés aux exploitations souterraines et aux travaux de surface sur tous les secteurs du bassin de Surtainville, de La Chapelle-Enjuger et de Bourberouge

Deux phénomènes ont été retenus sur le site :

- le phénomène d'effondrement localisé qui a différentes origines dont la rupture des piliers couronne, la rupture du toit de galeries isolées et la rupture des têtes de puits ;
- le phénomène de tassement sur les dépôts et les minières.

L'analyse des différentes configurations d'exploitation a permis d'exclure l'occurrence d'effondrements généralisés et d'affaissements sur l'ensemble des secteurs sous-minés en particulier celui le quartier de Berdallier de la concession de Bourberouge.

Les différents niveaux d'aléas retenus sont synthétisés dans le tableau 15. Selon la BD Ortho® de l'IGN, année 2010, quatre bâtiments situés sur la commune de la Chapelle Enjuger seraient concernés par l'aléa effondrement localisé de niveau moyen. Ces enjeux seront intégrés à l'opération de hiérarchisation des zones de risque mise en place par GEODERIS.

Configuration	Prédisposition	Intensité	Aléa	Marge d'influence	Incertitude de localisation
Effondrement localisé lié aux puits et montage d'extraction ouverts ou traitement inconnu	Sensible	Modérée	Moyen	5 m	De 5 à 20 m
Effondrement localisé lié aux puits de recherche	Peu sensible	Modérée	Faible	5 m	De 5 à 50 m
Effondrement localisé au droit de tête de galeries, descenderies et travers bancs situés entre 0 et 10 m	Sensible	Modérée	Moyen	5 m	De 5 à 25 m
Effondrement localisé au droit des galeries, descenderies et travers bancs situés entre 10 et 30 m	Peu sensible	Modérée	Faible	5 m	De 5 à 30 m
Effondrement localisé de travaux souterrains (rupture de couronne ou rupture du toit) situés entre 0 et 30 m	Sensible	Modérée	Moyen	5 m	De 5 à 20 m
Zones de travaux supposés ou travaux suspectés en fond de mine	Peu sensible	Modérée	Faible	5 m	De 5 à 30 m
Tassement sur dépôts et minières	Peu sensible	Limitée	Faible	0	De 5 à 30 m

Tableau 15 : Récapitulatif des aléas retenus.

Rappelons que l'évaluation des aléas du secteur de Berdallier est basée sur une relative stabilité du niveau des eaux qui est garantie par l'exhaure créé par le Travers-bancs de Berdallier.

Les instabilités du travers bancs pourraient engendrer des désordres plus importants en cas d'obturation de l'exhaure. Dans ce cas, plusieurs phénomènes sont à craindre :

- une remontée du niveau des eaux dans les travaux actuellement hors d'eau avec le risque de déstabilisation de remblais ;

- l'apparition de nouveaux points d'exhaure dans les coteaux ;
- la déstabilisation d'obturations de galeries ou montages situés au-dessus ;
- mais aussi la rupture du bouchon créé par l'éboulis après mise en charge et déversement brutal d'eaux boueuses dans la zone de l'ancien carreau.

Ces scénarios n'ont pas été retenus dans la présente analyse mais pourraient éventuellement se traduire par la mise en place d'un aléa inondation.

9. BIBLIOGRAPHIE

9.1 Documents de référence

- [1] « L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers – Guide Méthodologique – Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa – Les risques de mouvements de terrain, d'inondations et d'émissions de gaz de mine », document INERIS référencé INERIS-DRS-06-51198/R01 ;
- [2] « Guide pratique pour l'homogénéisation des études détaillées des aléas miniers Volet « effondrement localisé », document GEODERIS référencé N2012/010DE – 12NET2210 ;
- [3] « Nouvelles consignes de cartographie de l'aléa effondrement localisé sur travaux avérés et travaux supposés », document GEODERIS référencé N2012/016DI – 12NAT2210.

9.2 Documents d'archives du monde du travail

- [4] Affaire de Poorter 1912-1939. Affaire De Poorter 1920 Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, Bourberouge, carton 208 AQ2.
- [5] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Renseignements extraits des Rapports de M. Duclos (9 septembre 1916), Bourberouge, carton 208 AQ2.
- [6] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Renseignements extraits du dossier de la Société des Minerais de Fer Français (Visite de la Commission Anglaise en 1918), carton 208 AQ2.
- [7] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Affaires de Poorter, Renseignements extraits de nos dossiers, concession de Bourberouge, carton 208 AQ2.
- [8] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Etude du service des mines (1913) pour les affaires de Poorter. Note sur la Société Française des Mines de Fer, carton 208 AQ2.
- [9] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Mémoire. Note sur Mortain et Bourberouge, Concession de Bourberouge, carton 208 AQ2.
- [10] Affaire de Poorter 1912-1939. De Poorter Note 1920. Mine de fer carbonaté de Bourberouge, carton 208 AQ2.
- [11] Bassins Ouest fer Bourberouge. Synclinal Domfront-Mortain-Bourberouge. Bassin de Bourberouge, carton 208 AQ34.
- [12] Compagnie Métallurgique et Minière franco-Marocaine, Note sur la société Française des Mines de fer (De Poorter), 1920.

9.3 Documents d'archives de la DREAL Normandie

- [13] Ancienne mine de mercure du Mesnildot. Commune de La Chapelle-Enjuger (Manche). Diagnostique sécuritaire. Evaluation des risques miniers. Recommandations de travaux. Octobre 2002. BRGM/RP-51870-FR.
- [14] Etude en surface du gisement de cinabre de La Chapelle-Enjuger (Manche). Projet de travaux miniers. Par J.P Gautsch. Paris le 02-04-1963. DRMM63.
- [15] Rapport de l'ingénieur des TPE (mines). Recherches de mines. Mine de cinabre de La Chapelle-Enjuger. Caen 23-03-1930.
- [16] Bulletin de la Société Géologique de Bretagne tome VII, 1926. Pages 80 à 134. Monographie de la mine de cinabre de La Chapelle-Enjuger par G. Baudre.

- [17] Rapport de l'Ingénieur des TPE (Mines). Travaux de recherche de cinabre entrepris par le BRGM à La Chapelle-Enjuger. Granville le 09-05-1963.
- [18] Plan d'ensemble BRGM La Chapelle-Enjuger. Gîte de cinabre du Mesnildot. Echelle 1/250, mis à jour le 28-03-1963, (photo P1210401).
- [19] Bulletin de la Société Géologique de Bretagne, tome VII, 1926, monographie de la mine de cinabre de la Chapelle-Enjuger par G. Baudre, pages 80 à 134.
- [20] Mine de fer de Bourberouge, bulletin BRGM 1961, section II, N°1, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [21] Lettre de Madame Veuve André Detolle à Monsieur l'Ingénieur en chef des mines relative à la mise en sécurité des ouvrages. 13-06-1963, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [22] Rapport de l'Ingénieur des TPE (mines), renonciation à la concession des mines de Bourberouge, visite des travaux de mise en sécurité, 21-06-1963, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [23] Procès-verbal de visite de l'Ingénieur de TPE (mines), Mines de Bourberouge, 06-06-1939, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [24] Procès-verbal de visite de la mine de Bourberouge, visite du 04-07-1912, PV finalisé le 11-07-1912 par l'Ingénieur des mines, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [25] Concession des mines de fer de Bourberouge, demande en renonciation totale, rapport de l'Ingénieur des mines du 09-08-1963, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [26] Concession de Bourberouge, travaux effectués de 1936 à 1938, 02-08-1938, carton DREAL 1619, Bourberouge.
- [27] Concession de Mines de Fer de Bourberouge, rapport du 18-06-1952, carton DREAL 1619, Bourberouge 1911-1965.
- [28] Procès-verbal de visite de mine, mine de Bourberouge, visite du 25-06-1912, PV finalisé le 10-07-1912 par l'Ingénieur des mines, carton DREAL 1619, Bourberouge 1911-1965.
- [29] Procès-verbal de visite de mine du subdivisionnaire, visite du 25-01-1913, PV finalisé le 27-01-1913, carton DREAL 1619, Bourberouge 1911-1965.
- [30] Concession de Bourberouge, renseignements généraux, 15-04-1921, carton DREAL 1619, Bourberouge 1911-1965.
- [31] Plan des travaux de Berdallier et Doumont 1937, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210722).
- [32] Plan des travaux de Berdallier 30-06-1907, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210694).
- [33] Plan travaux de Berdallier, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photos P1210753 et P1210762).
- [34] Plan recherches 1936-1938, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210707).
- [35] Plan recherches 1936-1938 avec routes, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photos P1210710, P1210711 et P1210712).
- [36] Plan travaux et recherches 15-07-1912, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210732).
- [37] Plan et coupes puits, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210778).
- [38] Plan fouilles 1936-1937, carton DREAL 1619, Bourberouge 1911-1965, (photo P1210545).
- [39] Plan travaux Bousentier, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210165).
- [40] Plan travaux Bousentier, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210727).

- [41] Plan Bousentier 30-06-1907, carton DREAL 1619, Bourberouge, (photo P1210689).
- [42] Audit sécuritaire des vestiges miniers de la concession de plomb argentifère de Surtainville (Manche), Rapport final, BRGM/RP-53317-FR octobre 2004, J. Féraud.
- [43] Arrêté de déchéance de la concession de Surtainville, 11-11-1901, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [44] Quelques têtes de filons de la partie ferrifère de la concession de Surtainville, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [45] Décret de renonciation de la concession de Surtainville, 08-10-1935, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [46] Notice descriptive de la concession de Surtainville, 20-05-1902, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [47] Procès-verbal de visite de la Mine de Surtainville, 14-12-1923, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [48] Procès-verbal de visite de la Mine de Surtainville, 15-02-1905, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [49] Procès-verbal de visite de la Mine de Surtainville, 18-11-1905, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [50] Procès-verbal de visite de la Mine de Surtainville, 22-01-1920, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [51] Rapport de l'Ingénieur des mines, 01-12-1931, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [52] Procès-verbal de visite de la Mine de Surtainville, 18-11-1911, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [53] Rapport de l'Ingénieur des mines, 24-11-1934, carton DREAL 1619, Surtainville.
- [54] Décret du journal officiel du 04-10-1979 donnant à la SNEAP l'octroi du permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre et substances connexes de Saint-Jacques de Néhou, carton DREAL 1619, Saint-Jacques de Néhou.
- [55] Demandes en octroi de Permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes avec concurrence partielle entre premier pétitionnaire : COMINCO France SA pour sa demande d'un permis exclusif de recherche dit « Permis de Besneville » et second pétitionnaire : Société Nationale ELF AQUITAINE Production pour sa demande d'un permis exclusif de recherche dit « Permis de Saint-Jacques de Néhou », rapport définitif après enquêtes publiques, 03-11-1978. Carton DREAL 1619, Saint-Jacques de Néhou.
- [56] Demande d'autorisation d'occupation temporaire de terrains situés au lieu-dit « Le Haut du Parc », commune de Fierreville-Les-Mines, déposé par la SNEAP le 27-03-1980, carton DREAL 1619, Saint-Jacques de Néhou.
- [57] Arrêté préfectoral du 03-07-1980 autorisant l'occupation temporaire des terrains situés au lieu-dit « Le Haut du Parc », commune de Fierreville-Les-Mines, carton DREAL 1619, Saint-Jacques de Néhou.
- [58] Cotentin, PER de Saint-Jacques de Néhou, projet d'étude géophysique au sol par méthode PP, plan de la SNEAP, février 1980, carton DREAL 1619, Saint-Jacques de Néhou.
- [59] Recherche minière et potentiel minier en Normandie BRGM, carton DREAL 1619, rapport activité et recherches diverses.
- [60] Actualisation des travaux de recherche minière dans le Cotentin, carton DREAL 1619, rapport activité et recherches diverses.
- [61] Inventaire du territoire métropolitain, BRGM rapport annuel 1985, carton DREAL, prospections BRGM.

- [62] Inventaire Normandie, premier trimestre 1986, BRGM, carton DREAL, prospections BRGM.
- [63] Demande d'assistance financière de la SNEAP au comité du plan métaux, avril 1981, carton DREAL, prospections PER.
- [64] Demande en octroi de Permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes avec concurrence partielle entre premier pétitionnaire : COMINCO France SA pour sa demande d'un permis exclusif de recherche dit « Permis de Saint-Germain-Le-Gaillard » et second pétitionnaire : Société Nationale ELF AQUITAINE Production et BRGM pour leur demande d'un permis exclusif de recherche dit « Permis de Pierreville », rapport définitif après enquêtes publiques, 1977, Carton DREAL 1619, prospections PER.
- [65] Demande retrait de l'octroi du permis exclusif de recherche de mines de « Saint-Germain-Le-Gaillard », COMINCO France SA, lettre du 22-07-1981. Demande retrait de l'octroi du permis exclusif de recherche de mines de « Pierreville », Société Nationale ELF AQUITAINE Production et BRGM, lettre du 02-09-1981, Carton DREAL 1619, prospections PER.
- [66] Demande de permis de Pierreville, mémoire justificatif, Carton DREAL 1619, prospections PER.
- [67] Décret ministériel du 29-08-1988, qui donne à la Compagnie Générale des Matières Nucléaires le permis exclusif de recherche de mines d'or, argent, arsenic, plomb, zinc, cuivre, et substances connexes, dit « Permis de Martainville », Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Martainville.
- [68] Permis de Martainville, Première demande de prolongation, Mémoire technique, COGEMA, Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Martainville.
- [69] Permis de Martainville, déclaration de travaux réalisés en 1989, rapport annuel COGEMA, 1989, Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Martainville.
- [70] Permis de Martainville, projet de tranchées, COGEMA, 1990, Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Martainville.
- [71] Questionnaire recherches minières effectuées en 1991, COGEMA, 1991, Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Martainville.
- [72] Inventaire Pays de la Loire-Normandie, périmètre du PER proposé pour le sujet Bricquebec (Manche), Carton DREAL 1619, Pierreville, Permis de Bricquebec.

9.4 Documents des Archives Nationales

- [73] Etude sur le gisement de fer carbonaté de Rancoudray (Manche) et rapport sur les sondages et prospections effectuées par Messieurs Houduce, Busnel, Bourdet, Pépin, Roche-Rivière Frères, demandeur en concession du dit gisement, 05-02-1912, carton F14-18524.
- [74] Plan des travaux et des puits de la mine de La Chapelle Enjurer, 30-01-1857, carton F14-8099 (photo P1180896).
- [75] Note sur la concession de Surtainville (Manche), 1930, carton F14-18644.
- [76] Rapport de l'Ingénieur des mines, 04-03-1931, carton F14-18644.
- [77] Procès-verbal de constatation de fermeture des travaux, 10-05-1935, carton F14-18644.
- [78] Chantier des Cerisiers, concession de Surtainville, plan des travaux, 15-06-1934, carton F14-18644, (photo P1180787).
- [79] Plan des travaux Le Bajin, 15-06-1934, carton F14-18644, (photo P1180791).
- [80] Plan de la concession de Surtainville avec positionnement des différents travaux, 1935, carton F14-18644, (photo P1180751).

- [81] Plan de la concession de Surtainville avec situation des travaux, 1935, carton F14-18644, (photo P1180738).

9.5 Documents d'archives BRGM (BDSTM)

- [82] Plan des travaux de La Godaillerie, BNO50S0013.
[83] Plan des travaux de Pierreville (galène, blende, pyrite) d'après un plan partiel et un croquis de 1911, BNO50S0013.

9.6 Documents d'archives de l'Association Historique de Surtainville

- [84] Les mines de fer et de plomb argentifère de Surtainville et Pierreville.
[85] Extrait d'un mémoire sur la houille, Journal des Mines N°VIII, suite du mémoire sur la minéralogie du département de la Manche, prairial de l'an III.

9.7 Documents généraux issus de sites internet

- [86] Site Infoterre du BRGM (infoterre.brgm.fr).
[87] Site de la Préfecture de la Manche (<http://www.manche.gouv.fr>).

9.8 Documents GEODERIS

- [88] Compte rendu de la visite du site minier de Bourberouge (50) réalisée le 6 juin 2017. Document référencé **GEODERIS E2017/061DIO – 17BNO21010** ;
[89] Compte rendu de la visite du site minier de Surtainville (50) réalisée le 4 juillet 2017, document référencé **GEODERIS E2017/065DIO – 17BNO21010**.

10. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Planches photographiques	11 A4
Annexe 2	Permis de recherche	12 A4
Annexe 3	Cartes informatives	8 Hors texte
Annexe 4	Cartes des aléas	12 Hors texte

Annexe 1

Planches photographiques

Concession de Bourberouge

Travaux de Berdallier



Photo 1 : Fontis Descenderie N°1 de Berdallier



Photo 2 : Fontis travers-bancs de Berdallier



Photo 3 : Fontis Descenderie N°3 de Berdallier



Photo 4 : Fontis Berdallier N°1



Photo 5: Fontis Berdallier N°3



Photo 6 : Fontis Berdallier N°4



Photo 7 : Fontis Berdallier N°7



Photo 9 : Fontis Berdallier N°9 remblayé avec des souches



Photo 8 : Fontis Berdallier N°8 remblayé avec des souches



Photo 10 : Minière de Berdallier N°1

Travaux de Doumont



Photo 11 : Fontis travers-bancs N°1 de Doumont



Photo 14 : Fontis Puits de Recherche N°9 de Doumont

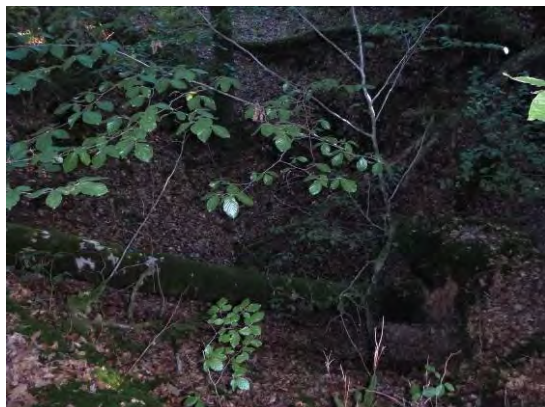


Photo 12 : Fontis travers-bancs N°2 de Doumont



Photo 15 : Fontis Puits de Recherche N°11 de Doumont



Photo 13 : Fontis Galerie de Doumont



Photo 16 : Fontis Puits de Recherche N°13 de Doumont



Photo 17 : Fontis Puits de Recherche N°14 de Doumont



Photo 21 : Fontis Doumont N°19



Photo 18 : Fontis Puits de Recherche N°16 de Doumont



Photo 22 : Fontis Doumont N°20



Photo 19 : Fontis Doumont N°7



Photo 23 : Minière de Doumont N°1



Photo 20 : Fontis Doumont N°13



Photo 24 : Minière de Doumont N°2



Photo 25 : Minière de Doumont N°4



Photo 27 : Minière de Doumont N°9



Photo 26 : Minière de Doumont N°6



Photo 28 : Minière de Doumont N°10

Travaux de Grémont



Photo 29 : Fontis Descenderie N°1 de Grémont



Photo 30 : Fontis Descenderie N°2 de Grémont

Travaux de Bousentier



Photo 31 : Minière de Bousentier N°4



Photo 35 : Fontis de Bousentier N°2



Photo 32 : Fontis Puits de Bousentier



Photo 36 : Minière de Bousentier N°1



Photo 33 : Cheminée d'aérage N°1 de Bousentier



Photo 37 : Entrée du travers-bancs Ouest



Photo 34 : Cheminée d'aérage N°2 de Bousentier

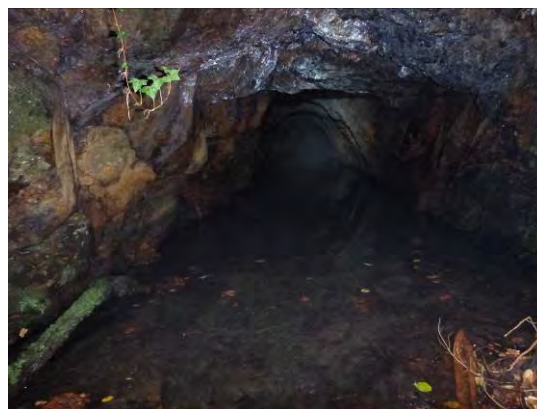


Photo 38 : Vue de l'intérieur du travers-banc Ouest ennoyé



Photo 38 bis : Vue de l'intérieur du travers-banc Est ennoyé

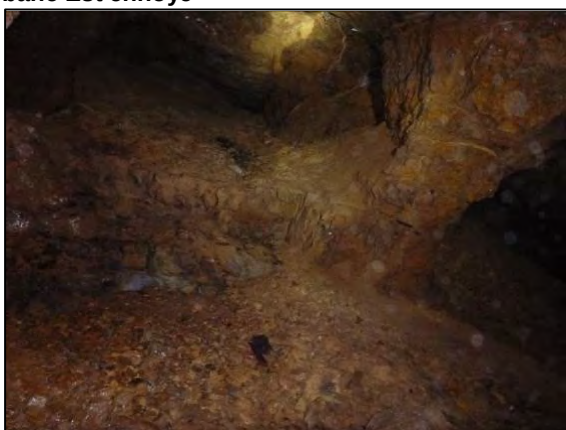


Photo 39 : Piliers de minéral de fer des travaux souterrains de Bousentier



Photo 40 : Couche de minéral de fer de Bousentier



Photo 41 : Galerie de roulage des travaux souterrains de Bousentier



Photo 42 : Remontée de voûte

Travaux de Beauchamp Château-Haut-Fiché



Photo 43 : Descenderie N°1 du Haut-Fiché



Photo 44 : Descenderie N°2 du Haut-Fiché



Photo 45 : Fontis Descenderie N°3 du Haut-Fiché



Photo 46 : Fontis Puits N°2 du Haut-Fiché



Photo 47 : Fontis Puits N°3 du Haut-Fiché



Photo 48 : Minière de Beauchamp Château (Haut-Fiché) N°2

Concession de Surtainville

Travaux de Pierreville

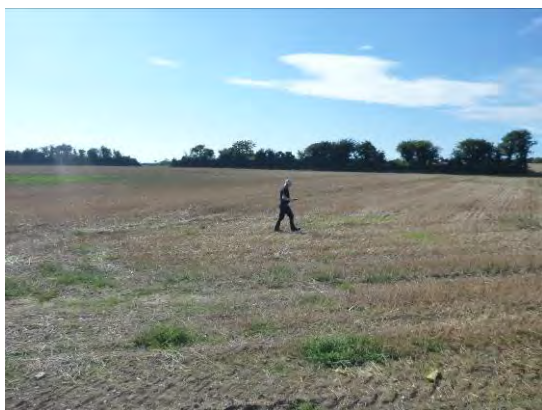


Photo 49 : Emplacement du fontis secteur du Puits de Pierreville N°2

Travaux Duchesnoy



Photo 50 : Fontis travers-bancs Duchesnoy N°1

Travaux du Bajin



Photo 51 : Emplacement du Puits Bajin

Travaux des Cerisiers



Photo 52 : Emplacement du Puits Cerisiers N°7

Concession de La Chapelle-Enjuger

Travaux du Mesnildot



Photo 53 : Emplacement du fontis du Puits des Allemands



Photo 55 : Emplacement du fontis du Puits P2



Photo 54 : Emplacement du dépôt végétalisé du Puits des Allemands



Photo 56 : Emplacement du fontis du Puits P7

Annexe 2

Permis de recherche

Permis de recherche de Saint-Jacques de Néhou

Historique

Avant 1975, le BRGM dans le cadre de la réalisation de l'inventaire minier du territoire métropolitain avait découvert des indices minéralogiques intéressants dans le secteur de ce permis de recherche [59].

Des travaux de recherche par prospection géochimique et géophysique sont faits en juin 1975, par la Société Nationale ELF-AQUITAINE Production (SNEAP).

Dans le cadre de l'aide du Plan Cuivre, conventions n°85 (20 décembre 1976), n°118 (3 décembre 1977) et son avenant (22 août 1978), n°219 (27 décembre 1979), n°228 (12 février 1980) et n° 278 (30 décembre 1980), la SNEAP poursuit ses recherches qui finalement seront concentrées en 1980 sur les secteurs de Fierville-Les-Mines et le Valdecie [63].

Le 14-11-1977, la Société Nationale ELF-AQUITAINE Production (SNEAP) demande un permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes, dit « Permis de Saint-Jacques de Néhou » d'une superficie de 27 km² [55].

Ce permis porte sur les communes de Saint-Jacques-de-Néhou, Fierville-Les-Mines, Besneville, Le Valdecie, Saint-Sauveur-Le-Vicomte. [55]

Cette demande est en concurrence partielle avec une autre demande adressée le 07-06-1977 à Monsieur le Préfet de la Manche par la Société Anonyme COMINCO France SA.

Après avoir déposé sa demande de permis exclusif de recherche, la SNEAP a continué ses travaux de prospection géochimique et géophysique au cours de l'année 1978.

Suite à la communication au Service des Mines des résultats des recherches engagées, par les deux sociétés concurrentes, l'ingénieur des mines propose le partage du territoire demandé entre la société COMINCO France SA et la SNEAP. Il laisse ainsi à chaque pétitionnaire l'ensemble des points anormaux que ces derniers ont mis en évidence [55].

Le décret présidentiel du 04-10-1979, octroie à la SNEAP le permis demandé pour une durée de 3 ans [54].

Devant le refus d'un propriétaire terrien qui s'oppose aux recherches minières, l'arrêté préfectoral du 03-07-1980, autorise la SNEAP à entrer temporairement dans des terrains situés au lieu-dit « Le Haut du Parc », commune de Fieville-Les-Mines [57].

Géologie

Le périmètre du permis se situe dans les terrains siluro-dévonien [55]. Dans ce secteur se trouve un axe anticlinal discontinu, constitué par les grès de May (sommet de l'Ordovicien) orienté NO/SE, qui s'allonge de Saint-Pierre-d'Arthegeglise à Besneville et au-delà. De chaque côté de cet axe, on rencontre successivement :

- la série des terrains du Caradocien (Ordovicien supérieur) –Gedinnien Dévonien inférieur), composés de schistes et grès ;
- les grès du Dévonien inférieur ;
- les schistes du Dévonien moyen (schistes de Néhou).

Malgré une allure conforme de cette structure, les géologues l'interprète comme étant allochtone car à la suite d'un rejeu de l'accident majeur de Saint-Germain-Le-Gaillard, une partie des séries paléozoïques aurait glissé par gravité sur le cambrien se comportant alors comme le socle [55]. Des minéralisations sulfurées à cuivre, plomb et zinc se situent dans cette même série.

La découverte de l'existence d'anomalies géochimiques en cuivre, plomb et zinc sur le périmètre de la demande de permis justifie donc des travaux de prospection plus poussés.

Secteurs

Des travaux de recherche par prospection géochimique stream-sédiments sont réalisés en juin 1975. Ces derniers permettent d'individualiser de nombreux petits secteurs anormaux qui ont fait l'objet de relevés cartographiques détaillés et de travaux tactiques en géochimie essentiellement puis en géophysique (polarisation spontanée) dont le détail est donné dans le tableau ci-dessous :

Date	Nature des travaux	Localisation des secteurs	Nombre d'échantillons
Juin 1975	Géochimie stratégique stream-sédiments (NW Cotentin 2000 km ²)	Tout le NW Cotentin	5471
Juillet 1976	Géochimie tactique spectro UV 30 éléments et surtout Pb, Zn, Cu (maille prélèvement 100X100 m)	Saint-Jacques-de-Néhou, Fierville-Les-Mines, Pont d'Aizy et 4 autres secteurs (28 km ² au total)	2463
Octobre 1976	Géochimie tactique Sols pour spectro UV 30 éléments (maille de prélèvement 100X100 m)	Bretteville / Ay, Flottemanville, Montsurvent, Saint-Sauveur-Le-vicomte (13 km ² au total)	1561
Avril 1977	Géochimie alluvionnaire	Région Saint-Lô - 750 km ²	3385
Juin 1977	Géochimie tactique Sols pour spectro UV 30 éléments (maille de prélèvement 100X100 m)	La Coudraivie, La Bergerie, Le grand Breuil (8,2 km ² au total)	872
Août 1977	Géochimie tactique Sols (maille de prélèvement 100X100 m)	Epaville et 3 autres secteurs	2225
	Géophysique (polarisation spontanée)	Fierville et 3 autres secteurs	7000 m de profils et 760 mesures
1978	Géochimie tactique Sols (maille de prélèvement 100X100 m)	5 secteurs dont 3 déclarés	1649
	Géophysique électrique Forages percutant (wagon drill)	- Saint-Jacques-de-Néhou	10 Kilomètres de profils 6770 m dont 1885 m sur le secteur de Saint-Jacques-de-Néhou

Table 1 : récapitulatif des travaux de la SNEAP [55]

Des recherches minières sont réalisées dans des terrains, aux lieux-dits « Le Haut du Parc » et Les Herbages (commune de Fierville-Les-Mines) [57], La vieille Roquette (commune de Saint-Jacques-de-Néhou) [58]. La méthode employée est celle de la polarisation provoquée qui nécessite entre autres, pour l'étalonnage, l'implantation de sondages carottés. Des mesures électriques sont réalisées à l'intérieur de deux grands rectangles de 700 m X 1000 m le long de profils nord-sud espacés de 100 m. Les mesures se font tous les 25 m.

Sur la commune du Valdecie (site de La Ferrière), un sondage carotté a recoupé 35 m de pyrite massive et une prospection INPUT aéroportée a révélé en 1979 une douzaine d'anomalies [63].

Permis de recherche de Besneville

Historique

Avant 1975, le BRGM dans le cadre de la réalisation de l'inventaire minier du territoire métropolitain avait découvert des indices minéralogiques intéressants dans le secteur de ce permis de recherche [59].

Des travaux de recherche par prospection géochimique des alluvions, prospection magnétique et électromagnétique sont réalisés du printemps 1975 jusqu'en 1977, par la Société COMINCO France SA.

Le 07-06-1977, la Société COMINCO France SA demande un permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes, dit « Permis de Besneville » d'une superficie de 39 km² [55].

Ce permis porte sur les communes de Saint-Jacques-de-Néhou, Canville-La-Roque, Catteville, Fierville-Les-Mines, Neuville-en-Beaumont, Porbail, Saint-Sauveur-De-Pierrepont, Taillepied, Le Valdecie, Besneville, Saint-Sauveur-Le-Vicomte [55].

Cette demande est en concurrence partielle avec une autre demande adressée le 14-11-1977 à Monsieur le Préfet de la Manche par la Société Nationale ELF-AQUITAINE Production (SNEAP).

Après avoir déposé sa demande de permis exclusif de recherche, la SNEAP a continué ses travaux de prospection géochimique et géophysique au cours de l'année 1977.

Suite à la communication au Service des Mines des résultats des recherches engagées, par les deux sociétés concurrentes, l'ingénieur des mines propose le partage du territoire demandé entre la société COMINCO France SA et la SNEAP. Il laisse ainsi à chaque pétitionnaire l'ensemble des points anormaux que ces derniers ont mis en évidence [55].

Un décret présidentiel octroie à la société COMINCO France SA le permis demandé pour une durée de 3 ans.

Géologie

A l'exception de quelques dépôts de sables plio-quaternaires, et de quelques alluvions de vallée, les terrains englobés par le permis sollicité appartiennent tous à la série Siluro-dévonienne.

Les grès de May (ordovicien supérieur) apparaissent en position anticlinale au sein de la série du Caradocien-Gedinien largement représentée. Cet axe anticlinal est orienté NW-SE. Les schistes de Néhou (Dévonien moyen) occupent la position la plus externe et se trouvent au voisinage des limites NE et SW du permis sollicité. D'après les géologues, cet ensemble de terrains serait allochtone, à la suite d'un glissement du nord vers le sud provoqué par un rejeu de la dislocation majeure infracambrienne de Saint-Germain-Le-Gaillard. Les séries auraient glissées par gravité sur le cambrien qui se comportant comme le socle rigide aurait été raboté. Le grès armoricain (ordovicien inférieur) au niveau duquel s'est effectué le décollement a été démantelé et laminé. Les différents étages n'ont pas seulement été affectés par des déplacements tangentiels, mais également de façon diverse selon leur nature pétrographique plus ou moins compétente, la charge qu'ils supportaient, la nature de la couche immédiatement inférieure, plus ou moins favorable aux glissements [55]. La proximité de l'ensemble volcano-sédimentaire de Saint-Germain-Le-Gaillard favorise le développement des minéralisations sulfurées à cuivre, plomb et zinc qui se situent dans cette même série.

La découverte de l'existence d'anomalies géochimiques en cuivre, plomb et zinc et de quelques indices minéralogiques sulfurés sur le périmètre de la demande de permis justifie donc des travaux de prospection plus poussés.

Secteurs

C'est au printemps 1975 que les recherches menées par COMINCO France, dans le département de la Manche ont commencé. En mai et juin 1975 une prospection géochimique des alluvions a été réalisée sur une superficie d'environ 800 km² (500 échantillons récoltés et analysés pour plusieurs substances minérales.

Une reconnaissance géologique était également réalisée en même temps que la prospection [55].

En 1976, un complément de géochimie stratégique alluvionnaire et un début de prospection géochimique tactique ont été faits. Une campagne de prospection magnétique et électromagnétique aéroportée utilisant le système INPUT (Induced Pulse Transient) a été mise en œuvre au mois de juillet 1976 (600 km² survolés sur les secteurs de Lessay, Valognes, Les Pieux et Besneville) [55].

A l'issue de ces travaux de géophysique et de géochimie, des petites zones ponctuelles anormales sont mises en évidence (76 petits secteurs de 0,25 à 0,50 km² environ).

Parmi ces secteurs, 60 ont fait l'objet en 1977 d'une prospection géochimique tactique des sols, avec localement prélèvement d'échantillons à la tarière.

Le permis Besneville englobe 9 petits secteurs anormaux sur lesquels COMINCO France a réalisé des compléments d'investigations géophysiques, géochimiques, cartographiques détaillés, forages de reconnaissances, dont le détail est donné dans le tableau ci-dessous :

Date	Nature des travaux	Localisation des secteurs	Nombre d'échantillons
Mai-juin 1975	Géochimie systématique dans le paléozoïque normand (pour recherche Pb, Zn, Cu, Mn, Fe, Ag et prospection géologique)	850 km ² dont une bonne partie dans le département de la Manche	500 échantillons stream-sédiment
1976	Complément géochimie alluvionnaire	Manche	300 échantillons stream-sédiment
Juillet 1976	Prospection électromagnétique aéroportée sur 600 km ² (système Barringer Input)	Lessay-Valogne-Les Pieux (600 km ²)	-
1977	Poursuite des travaux de géochimie et géophysique tactique avec échantillonnage à la tarière	60 anomalies désignées avec précision dont 9 anomalies dans les limites du permis de Besneville	3357

Table 2 : Récapitulatif des travaux de COMINCO France [55]

Permis de recherche de Bricquebec

Historique

Avant 1975, le BRGM dans le cadre de la réalisation de l'inventaire minier du territoire métropolitain avait découvert des indices minéralogiques intéressants dans le secteur de ce permis de recherche [59]. Des minerais de barytine filonienne et plomb-zinc associés sont mis en évidence à Bricquebec par sondages et tranchées de recherche dans les terrains volcano-sédimentaires [60].

Le permis de recherche de « Bricquebec » porte sur les communes Bricquebec, Quettetot, Rocheville, Negreville, l'Etang-Bertrand [72].

Géologie

A deux cent toises du bourg de Bricquebec se trouvent des affleurements de terres noires schisteuses et vitriolitiques qui furent sondés en 1744 ou 1745 par un puits de 30 pieds. A proximité de ce puits se trouve une couche de schistes noirs mous et pyriteux. Cette formation est intercalée dans des bancs de grès et de schistes [85]. Cette veine de schiste noir a été prise par mégarde et méconnaissance par les anciens explorateurs pour de la houille.

Secteurs

Des travaux de recherche par sondages et tranchées de recherche ont été réalisés par le BRGM avant 1975, sur les territoires des communes Bricquebec, Quettetot, Rocheville, Negreville, l'Etang-Bertrand.

La position du Puits réalisé en 1744 ou 1745, pour reconnaître une veine de schiste noir, prise par méconnaissance pour de la houille est inconnue, faute de plans de localisation.

Permis de recherche de Martainville

Historique

Avant 1975, le BRGM dans le cadre de la réalisation de l'inventaire minier du territoire métropolitain avait découvert des indices minéralogiques intéressants dans le secteur de ce permis de recherche [59].

Des minerais de barytine filonienne et plomb-zinc associés sont mis en évidence à Bricquebec par sondages et tranchées de recherche ainsi qu'à Fritot (commune de Saint-Germain-Le-Gaillard) dans les terrains volcano-sédimentaires [60]. Ainsi, des recherches par prospection géochimique des alluvions, prospection magnétique et électromagnétique et des sondages sont faits de 1959 à 1974, puis de 1976 à 1978 (à cette dernière période, les travaux sont fait en association avec la SNEAP).

Le 07-06-1977, la Société COMINCO France SA demande un permis exclusif de recherche de mines de plomb, zinc, cuivre, argent et substances connexes, dit « Permis de Saint-Germain-Le-Gaillard » d'une superficie de 58 km² [64], situé dans la moitié nord du département de la Manche.

Cette demande est en concurrence partielle avec une autre demande (« Permis de Pierreville ») adressée le 19-11-1977 à Monsieur le Préfet de la Manche par la Société Nationale ELF-AQUITAINE Production (SNEAP) associée au BRGM [64].

Après avoir déposé leurs demandes de permis exclusif de recherche, les deux sociétés concurrentes poursuivent leurs travaux de prospection géochimique et géophysique, mais les résultats ne sont finalement pas économiquement encourageants.

Le 22-07-1981, la Société COMINCO FRANCE SA fait savoir par courrier qu'elle souhaite retirer sa demande d'obtention du permis exclusif de recherche de « Saint-Germain-Le-Gaillard » [65].

Le 02-09-1981, la Société Nationale ELF-AQUITAINE Production (SNEAP) associée au BRGM fait également savoir par courrier qu'elle souhaite retirer sa demande d'obtention du permis exclusif de recherche de « Pierreville » [65].

Le 29-08-1988, un décret ministériel donne à la Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA) le permis exclusif de recherche de mines d'or, argent, arsenic, plomb, zinc, cuivre, et substances connexes, dit « Permis de Martainville », pour une durée de 3 ans [67]. Ce permis d'une superficie de 70,6 km², porte sur les communes de Benoitville, Breuville, Briquebosq, Groville, Pierreville, Les Pieux, Quettetot, Rauville-La-Bigot, Le Rozel, Saint-Germain-Le-Gaillard, Sotteville, Surtainville, Treauville et Le Vretot [67].

En 1991, la COGEMA stoppe toute recherche sur le périmètre du « Permis de Martainville » puisque les résultats démontrent que les structures minéralisées découvertes ne sont pas économiquement exploitables [68], [71].

Géologie

Le périmètre du permis se situe au sud-est du granite hercynien de Flamanville, dans les terrains de la série détritique de base du Cambrien et les ignimbrites infracambriennes sous-jacentes (formations volcaniques de Saint-Germain-Le-Gaillard) [61], [62], [64] le tout recoupé par de nombreux filons (dykes) de microgranitiques et kersantites hercyniens.

Les formations volcaniques sont composées de trois unités acides :

- une unité volcano-sédimentaire de tufs et cinérites ;
- une puissante nappe ignimbritique dite de Saint-Germain-Le-Gaillard ;
- un stock rhyolitique semble intruder l'ensemble.

- Enfin, un volcanisme basique sous-jacent pourrait également exister à la base de cet ensemble puisqu'il existe une anomalie gravimétrique lourde à cet emplacement [69].

Le granite hercynien de Flamanville intrude les formations cambriennes sur la bordure nord-ouest du permis. Il s'agit d'un granite calco-alcalin porphyroïde à biotite et amphibole. Son intrusion a entraîné la mise en place de réseaux filoniens de microgranites en position radiale ou concentrique [69].

Ce secteur est riche de nombreux éboulis de formations quartzeuses et bréchiques, riches en chlorite et magnétite, ainsi que porteuse de traces d'or et de sulfures.

Une minéralisation plomb-zinc est également liée aux calcaires récifaux du Dévonien de Surtainville. Ce type de minéralisation est connu depuis le 15^{ème} siècle [64].

Au nord de l'axe anticlinal des Moitiers d'Allone, les terrains d'âge Dévonien inférieur se sont déposés dans un environnement paléogéographique et paléostructural particulier, qui se caractérise par la puissance des faciès récifaux et para-récifaux [66]. Des biohermes (récifs algaïres de 15 m à 20 m d'épaisseur se sont formés au Siegénien supérieur, le long d'un axe orienté SW-NE. Autour de Surtainville et Pierreville, à 3 kilomètres en aval dans le bassin, affleurent, suivant une extension E-W de 5,5 kilomètres, des calcaires à tendance récifale alternants avec des bandes de schistes noirs. Ces calcaires riches en matières organiques se caractérisent par leur richesse en débris de faune (algues, crinoïdes, polypiers, bryozoaires...) [66].

Au nord les séries détritiques cambriennes (poudingues, arkoses, grès et schistes) recouvrent les formations volcaniques de Saint-Germain-Le-Gaillard. Vers le sud, les volcanites sont en contact avec les formations dévoniennes du synclinal de Pierreville par l'intermédiaire d'un accident régional majeur N30°E à 70°E [69].

Structuralement on peut également distinguer deux directions majeures de fractures [69] :

- un cisaillement complexe N60°-N70°E qui vers l'est, se redresse selon une direction N30°E. Il limite, au sud les formations volcaniques qu'il met en contact avec les formations paléozoïques dévoniennes. Ce cisaillement entraîne la formation d'importants niveaux de mylonites et des redoublements de séries. Au nord, des accidents parallèles N60°E sont jalonnés par des filons de microgranites ou de kersantite ;
- des décrochements N140° à N 160° plus tardifs favorisent la mise en place de nombreux filons de microgranites. Ils sont à rapprocher d'une structure majeure profonde N150°E repérée par la gravimétrie.

Les terrains superficiels sont altérés sur une épaisseur d'environ 25 m (données extraites de l'interprétation des sondages de recherche [69]).

La découverte de l'existence d'anomalies géochimiques en cuivre, plomb et zinc sur le périmètre de la demande de permis justifie donc des travaux de prospection plus poussés. Ces anomalies se disposent selon un axe SW-NE superposées grossièrement aux accidents profonds N60°E qui guidaient les fluides hydrothermaux activés par la mise en place du granite de Flamanville [69]. Les minéralisations or sont associées aux anomalies plomb et baryum. La paragenèse comprend la pyrite, la blende, la chalcopryrite, la galène, l'argent et l'or [69].

Secteurs

Le permis Saint-Germain-Le-Gaillard englobe 11 secteurs anormaux (révélés par les travaux de recherche de COMINCO France des années 1975-1977). Deux de ces points n'ont subi aucune vérification au sol à cause de la trop forte épaisseur de la couverture limoneuse. Sur les neuf autres, COMINCO France a réalisé des compléments d'investigations géophysiques, géochimiques, cartographiques détaillés, forages de reconnaissances, dont le détail est donné dans le tableau

Les travaux de recherche réalisés par la SNEAP et la BRGM sont les suivants [64] :

- Travaux anciens (1960 à 1970) réalisés par le BRGM, ;
- Travaux récents (1970 à 1978), recherches de la SNEAP (1974 à 1978) et recherches du BRGM (1970 à 1975, puis dans le cadre de l'inventaire minier du territoire métropolitain de 1976 à 1978). Les recherches ont été réalisées par prospection stratégique, tactique.

Date	Nature des travaux	Localisation des secteurs	Nbre d'échantillons
Juin 1975	Cf. Table 1		
Juillet 1976			
Octobre 1976			
Avril 1977			
Juin 1977			
Août 1977	Géochimie tactique Sols (maille de prélèvement 100X100 m)	Epaville et 3 autres secteurs	2225
	Géophysique (polarisation spontanée)	4 secteurs (38 km ²)	7000 m de profils et 760 mesures

Table 3 : Récapitulatif des travaux de la SNEAP [64]

Date	Nature des travaux	Localisation des secteurs	Nbre d'échantillons
1959	Géochimie stratégique pour Pb-Zn	Secteurs de Surtainville et Pierreville (27 km ² au total)	1071
1960-1961	Prospection microchimique	Secteurs de Surtainville et Pierreville (1,5 km ²)	803
1964	Prospection alluvionnaire	Secteurs de Saint-Germain-Le-Gaillard	-
1966	Sondages carottés	Secteurs de Surtainville et Pierreville 3 sondages dans le synclinal dévonien	362 m
1970	Géochimie tactique sol pour spectro UV 30 éléments avec échantillonnage à la tarière	Secteurs de Surtainville et Pierreville	-
1972-1973	Prospection alluvionnaire Géochimie tactique sol pour spectro UV 30 éléments	Secteurs de Fritot et Grosville	639
1974 (association BRGM et SNEAP)	Géochimie tactique sol avec échantillonnage à la tarière	Secteurs de La Ferrière et Pierreville Secteurs de Saint-Germain-Le-Gaillard	283
1976	Prospection au marteau	Découverte d'une zone mylonitisée à proximité de Grosville Nouvel indice de galène à La Godaillerie	-
1977	Géochimie tactique sol pour spectro UV 30 éléments et surtout Pb, Zn, Cu (maille de prélèvement 100X100 m) Géophysique (polarisation spontanée)	Dans la région de Grosville, présence d'une importante anomalie Pb-Zn-Cu qui souligne la zone mylonitisée A Pierreville, étude d'une anomalie Pb-Zn au stade tactique A Surtainville, 5 profils de sondages wagon drill sont réalisés sur l'anomalie des calcaires récifaux A Fritot, étude d'une anomalie au stade tactique	-
1978	Géochimie tactique Sols pour spectro UV 30 éléments (maille de prélèvement 100X100 m) Géophysique (polarisation spontanée)	A Grosville, réalisation de 2 profils de sondages wagon drill A Fritot, l'étude tactique montre la présence d'une anomalie Pb-Zn de 1 km d'extension	-

Table 4 : Récapitulatif des travaux du BRGM [64], [66]

Des travaux de recherche plus tardifs ont également été réalisés par le BRGM ultérieurement sur les secteurs miniers suivants :

- Zone de Fritot [61] :

En 1984 le BRGM réalise des reconnaissances par sondages carottés, le sondage FRT3 (Fritot Ouest) traverse 1 m de brèches à matrice chloriteuse contenant des sulfures titrant 12 g/t d'or et 3 % de plomb à 74 m de profondeur. Ce sondage est situé au croisement de plusieurs couloirs de fracturation, recoupés par des dykes de microgranite, suivant deux directions conjuguées SSE-NNW et NE-SW. Les extensions de la minéralisation ont ensuite été recherchées par géochimie puis par tranchée. Une coupe E-W de 65 m de longueur a permis de recouper 6 formations

bréchiques pluridécimétriques bien groupées autour d'une direction moyenne WNW-SSE à fort pendage est affectant les grès cambriens.

Ce faisceau de fractures présente un remplissage de limonite, pyrite, barytine et quartz avec des teneurs en or de plusieurs grammes à la tonne.

Situé à 1 kilomètre au NE de Fritot Ouest, le prospect Fritot B est souligné par une anomalie géochimique Pb, jalonné de brèches pyriteuses et d'anomalies or de direction dominante NNW-SSE sur 500 m d'allongement. Au nord du prospect le réseau de fracturation a été reconnu par tranchées puis par sondages destructifs et deux sondages carottés. La minéralisation est l'or, mais avec des teneurs inférieures à 1 g/t. Vers le sud les teneurs augmentent sur le prolongement de la structure. Une tranchée de 40 m de longueur a traversé une zone faillée de 4 m de puissance avec de bonnes concentrations d'or libre en place et sur des volants de quartz et brèches limoniteuses prélevées au-dessus des zones minéralisées (>100 g/t Au).

La partie centrale du district Fritot-Grosville renferme les meilleurs teneurs de la prospection alluvionnaire, avec une granulométrie fine de l'or pouvant caractériser la proximité de gisements en place.

Cette zone centrale contient localement des anomalies à teneur exceptionnelles en sol profond (Fontaine-Saint-Martin). Cependant la recherche des gîtes primaires a été entravée par l'existence de recouvrements allochtones (cailloutis transportés par solifluxion dans les fonds de vallons et couches de limons loessiques sur les pentes et les points hauts).

La présence de nombreux blocs de formations quartzeuses et bréchiques riches en chlorite et magnétite, porteuses d'or et de sulfures, ainsi que la découverte d'un volcanisme basique sous-jacent aux ignimbrites, ont conduit le BRGM à faire un lever magnétique dans le but de cartographier les terrains sous les formations loessiques, dont la position des failles et de localiser les brèches ferrugineuses liées aux structures recherchées ;

- Zone du Hameau Turbert [62] :

Situé au nord du district aurifère de Fritot-Grosville, cet indice d'or présente un contexte analogue à celui de Fritot (encaissant de siltites et grès cambriens, absence de recouvrement allochtone, anomalies en plomb et or. Une tranchée de 68 m de longueur a révélé la présence d'une brèche à barytine, des éboulis quartzeux à pyrite et un grès à stockwerk limoniteux qui seul renferme de l'or ;

- Zone de Grosville [62] :

Situé en position centrale dans le district aurifère, cette zone correspond aux meilleures teneurs de la prospection alluvionnaire.

Les deux sociétés en concurrence devant des résultats économiquement non viables à l'époque abandonnent les recherches en 1981.

En 1987, la Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA) reprend les études sur ce secteur en réalisant une cartographie pédologique, afin d'évaluer l'importance des formations allochtones éoliennes, l'éventualité de paléosols glaciaires et les déplacements de ces sols [68].

Suite à l'obtention le 29-08-1988, du permis exclusif dit « Permis de Martainville, la COGEMA réalise en 1989, une cartographie des formations volcaniques de la partie centrale du permis (35 km²). En 1990, elle cartographie l'ensemble du permis en reprenant les éléments de 1989 (70 km²). Par ailleurs, elle cartographie également tout l'axe anormal en géochimie.

De ces cartographies résultent de nouveaux éléments permettant de faire des différenciations plus fines dans les séries géologiques et de modifier certaines interprétations :

- o Existence de faciès ignimbritiques et cambriens gréseux au sud de la boutonnière volcanique, au contact de la faille bordière ;
- o Mise en évidence de conglomérats intravolcaniques montrant qu'il existe plusieurs épisodes distincts ;
- o Dans la série volcanique réputée monotone, mise en évidence d'un cortège varié, associé aux rhyolites : dacite, andésites, trachyte... dans la région de Grosville.

Par ailleurs, un échantillonnage a également été réalisé dont le détail est donné dans le tableau ci-dessous :

A la maille de 200 m, la géochimie montre que les anomalies sont réparties sur un axe régulier de direction NE entre Fritot au sud-ouest et Grosville au nord-est.

La maille de 50 m a couvert l'axe anormal précédent et précisé l'extension ainsi que la direction des principales anomalies. Sept secteurs principaux en ressortent : Fritot (Ouest et Est), La Prévoterie, Le Hameau Rouvillois, La Faitacherie-Dallot, Grosville Nord et Bonnetot [68].

La maille de 25 m centrée a permis de choisir trois cibles pour les sondages : Le Hameau Rouvillois, La Faitacherie et Bonnetot.

La géophysique aérienne, la géophysique sol, les sondages (3020.30 m linéaires) et des tranchées de recherche sur les secteurs de Fritot (Ouest et Est), Le Hameau Rouvillois, La Faitacherie et Bonnetot ont permis de confirmer les études précédentes (Au 13 g/t sur le hameau de Rouvillois, 15 à 52 g/t sur Fritot Est et 46 à 120 g/t sur Fritot Ouest) [68].

Les meilleures teneurs sont presque toujours obtenues sur des structures géologiques quartzeuses bréchiques ou mylonitiques, riches en oxydes de fer ou de pyrite, de direction NE ou subméridienne, dans l'environnement proche des grand axes microgranitiques.

Au final en 1991, la synthèse et l'analyse des différentes recherches ont montré que les deux secteurs de Fritot n'étaient pas économiquement exploitables malgré leur relative faible profondeur de la minéralisation (20 m à 60 m), puisque cette dernière est assez limitée en extension et en profondeur [68], [71].

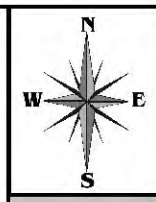
Date	Nature des travaux	Localisation des secteurs	Nbre d'échantillons
1987-1990	Géochimie tactique sol Géochimie tactique sol (maille de prélèvement 200X200 m)	Tout le périmètre du permis. Principales anomalies de la géochimie alluvionnaire (14 km ²)	113
1989	Sondages	23 sondages sur les cibles de Fritot	352 2024 m linéaires
1989-1990	Géochimie tactique sol (maille de prélèvement 50X50 m)	Prélèvements sur 10 km ² sur tout l'axe anormal NE de la maille de 200 m	3900
1991	Géochimie tactique sol (maille de prélèvement 50X50 m centrée)	Prélèvements sur les cibles précises de la maille de 50 m	600
1991-1994	Géochimie tactique sol (maille de prélèvement 25X25 m centrée)	Prélèvements sur les cibles précises de la maille de 50 m centrée	2000
	Tranchées	Fritot, Hameau Rouvillois, Faitacherie, Grosville Nord, Bonnetot et Prevoterie	4000 m linéaires
	Sondages carottés	Fritot, Hameau Rouvillois	2000 m linéaires

Table 5 : récapitulatif des travaux de la COGEMA [68]

Annexe 3

Cartes informatives

(Hors texte)



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIRS DE LA CONCESSION
DE LA CHAPELLE-ENJUGER
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)
CARTE 3A : CARTE INFORMATIVE DE LA COMMUNE
DE LA CHAPELLE ENJUGER

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- Descenderie localisée
- Galerie matérialisée
- Galerie localisée

DESORDRES

- Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

DEPOTS MINIRS

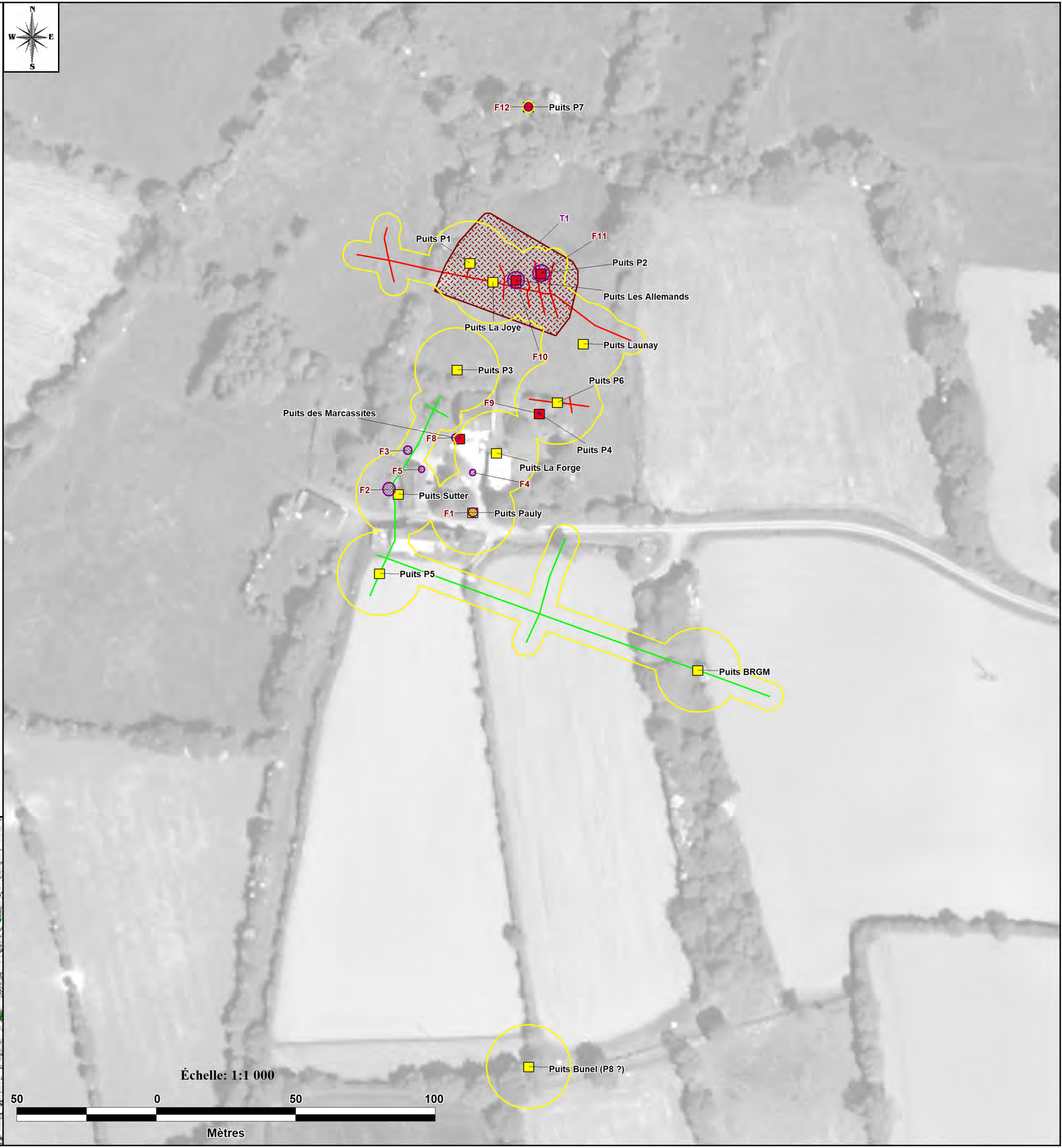
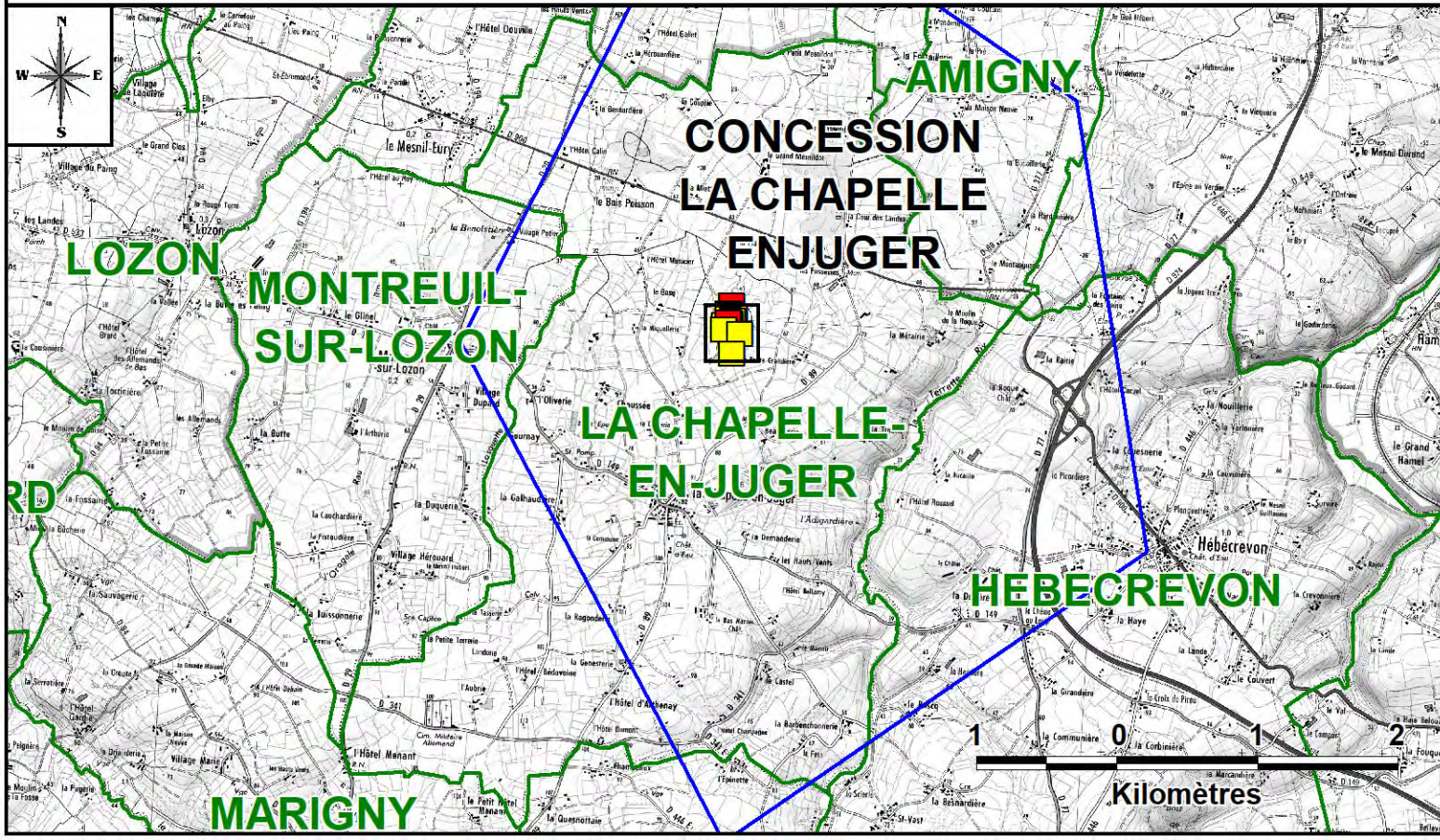
- Dépôts miniers

TRAVAUX MINIRS

- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur
- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux
dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



The map shows the Bousontier mine and its associated infrastructure. The mine is located in the center of the map, with several shafts (F14, F15, F16, F17, F18) and a main entrance (F14). The mine is surrounded by a large area of forest and fields. The map is divided into three sectors: Secteur Ouest, Secteur Est, and Secteur Est 3. Key features include the mine shafts (F14, F15, F16, F17, F18), the Bousontier mine (F14), the Bousontier mine (F15), the Bousontier mine (F16), the Bousontier mine (F17), and the Bousontier mine (F18). The map also shows the Bousontier mine (F14), the Bousontier mine (F15), the Bousontier mine (F16), the Bousontier mine (F17), and the Bousontier mine (F18). The map includes a scale bar (0 to 150 meters) and a north arrow.

Echelle: 1:2 500

Secteur Ouest

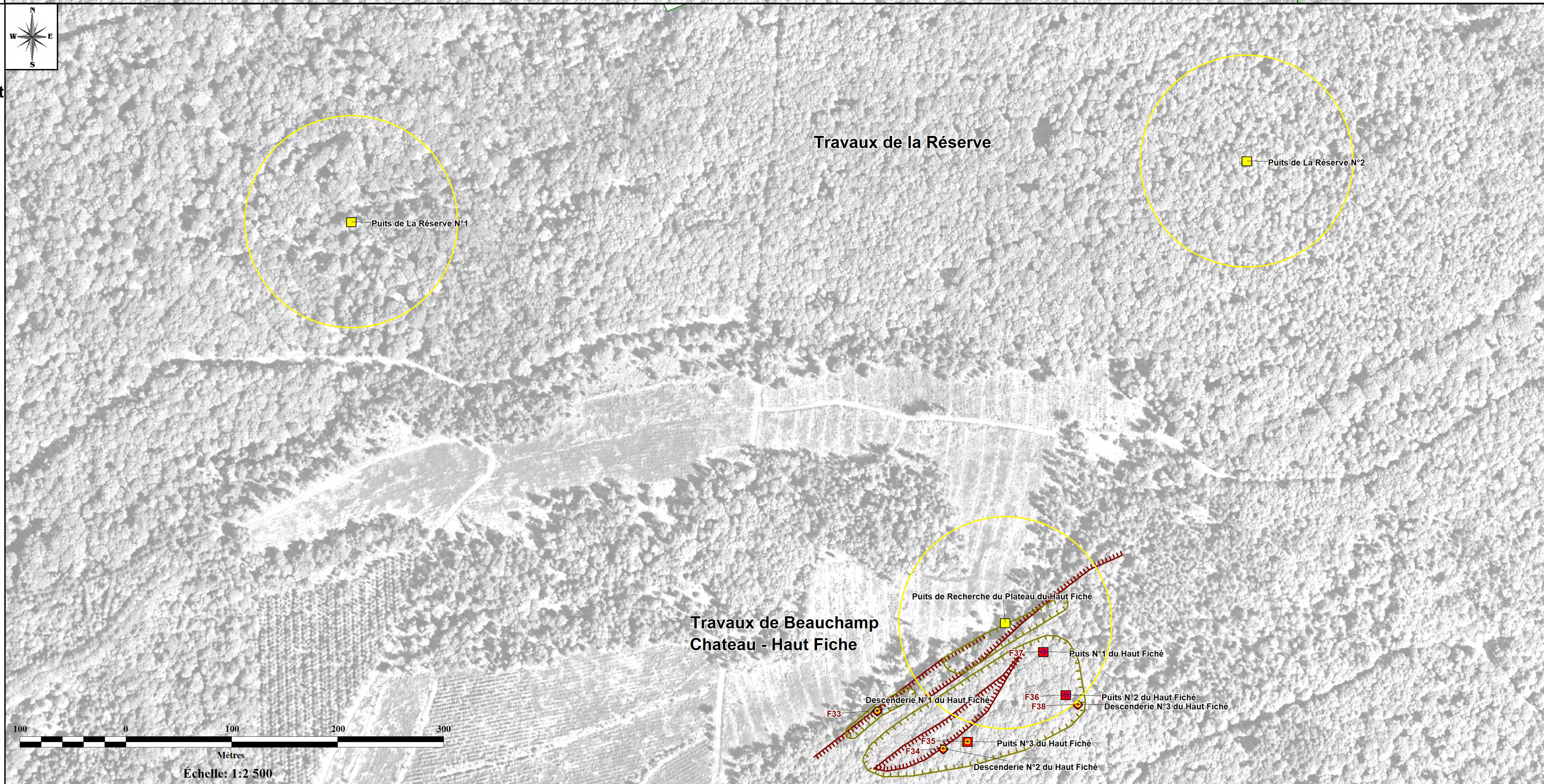
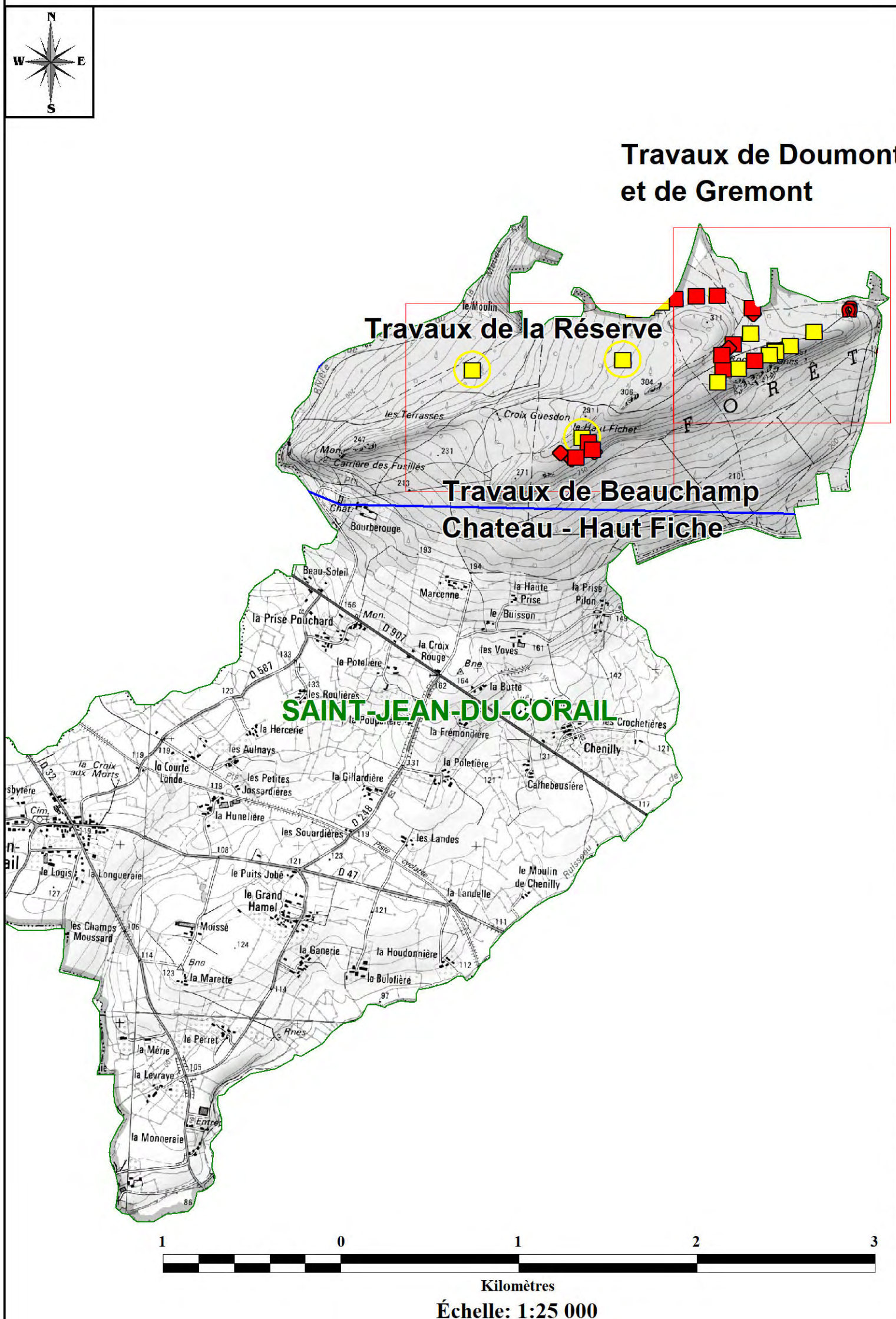
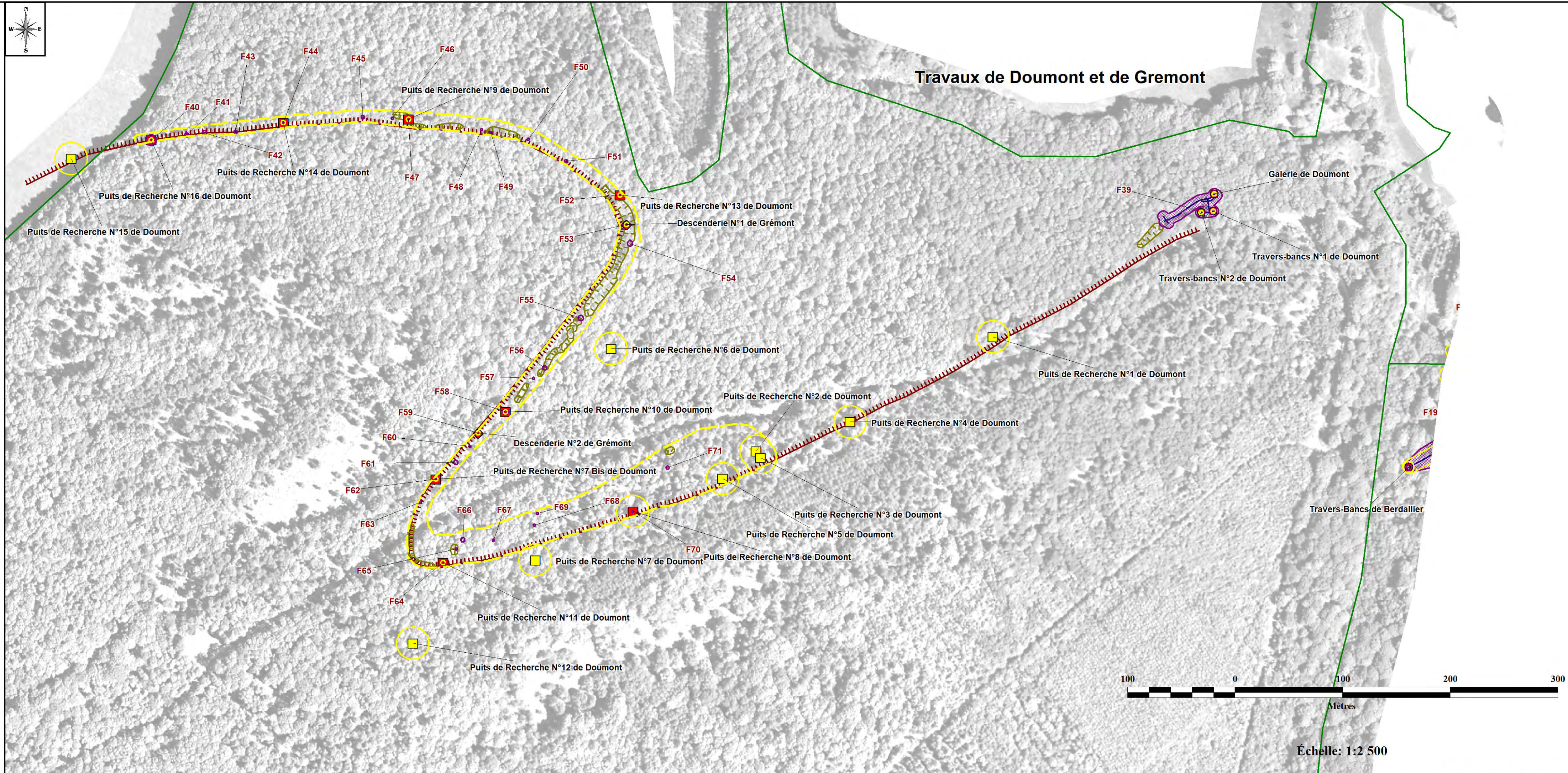
BOURBEROUGE

Echelle: 1:2 500

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR	TRAVAUX MINERS
■ Puits/Cheminée matérialisé(e)	 Emprise des travaux miniers avérés
■ Puits/Cheminée localisé(e)	 Emprise des travaux miniers supposés
◆ Descenderie localisée	— Travaux miniers en minières
— Galerie matérialisée	● Zone d'exhaure probable : E2
— Galerie localisée	
DESORDRES	
● Désordres de surface	— Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
LIMITES ADMINISTRATIVES	— Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
 Limite Commune	— Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur
 Limite titre minier	
DEPOTS MINERS	
— Dépôts miniers	

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 3D : CARTE INFORMATIVE DE LA COMMUNE DE BION

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Ⓜ Galerie matérialisée
- Ⓜ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

DEPOTS MINIER

- Ⓜ Dépôts miniers

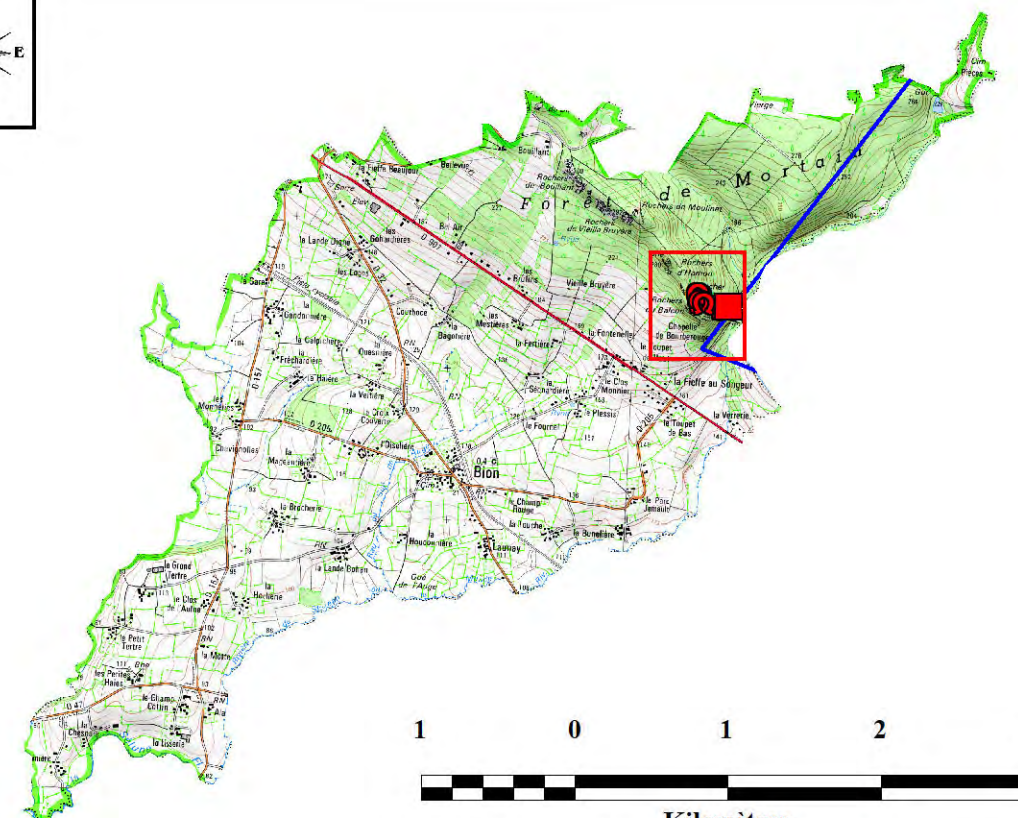
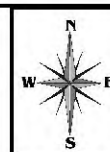
TRAVAUX MINIER

- Ⓜ Emprise des travaux miniers avérés
- Ⓜ Emprise des travaux miniers supposés
- Ⓜ Travaux miniers en minières
- Zone d'exhaure probable : E2

- Ⓜ Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Ⓜ Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Ⓜ Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



Kilomètres
Échelle: 1:50 000

Travaux de la Chapelle de Bourberouge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°8

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°7

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°6

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°4

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°3

Cheminée d'Aérage du Rocher de la Vierge

Travers-bancs du Rocher de la Vierge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°5

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°1

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°2

100 0 100 200 300

Mètres
Échelle: 1:2 500

DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIERES DE LA CONCESSION DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 3E : CARTE INFORMATIVE DE LA COMMUNE DE SAINT-CLÉMENT-RANCOUDRAY

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- ⌒ Galerie matérialisée
- ⌒ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- ⬢ Limite Commune
- ⬢ Limite titre minier

DEPOTS MINIERES

- ⬢ Dépôts miniers

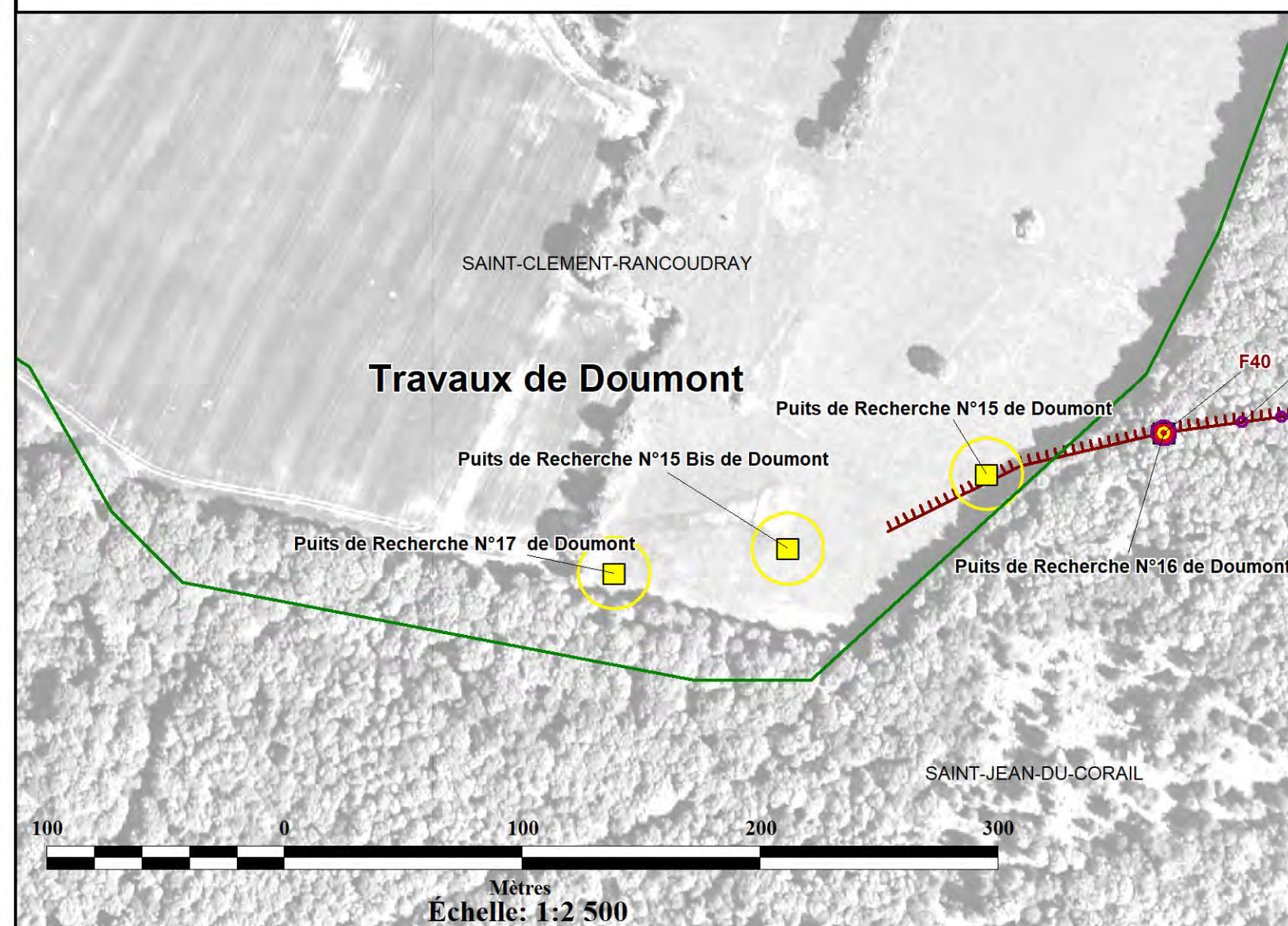
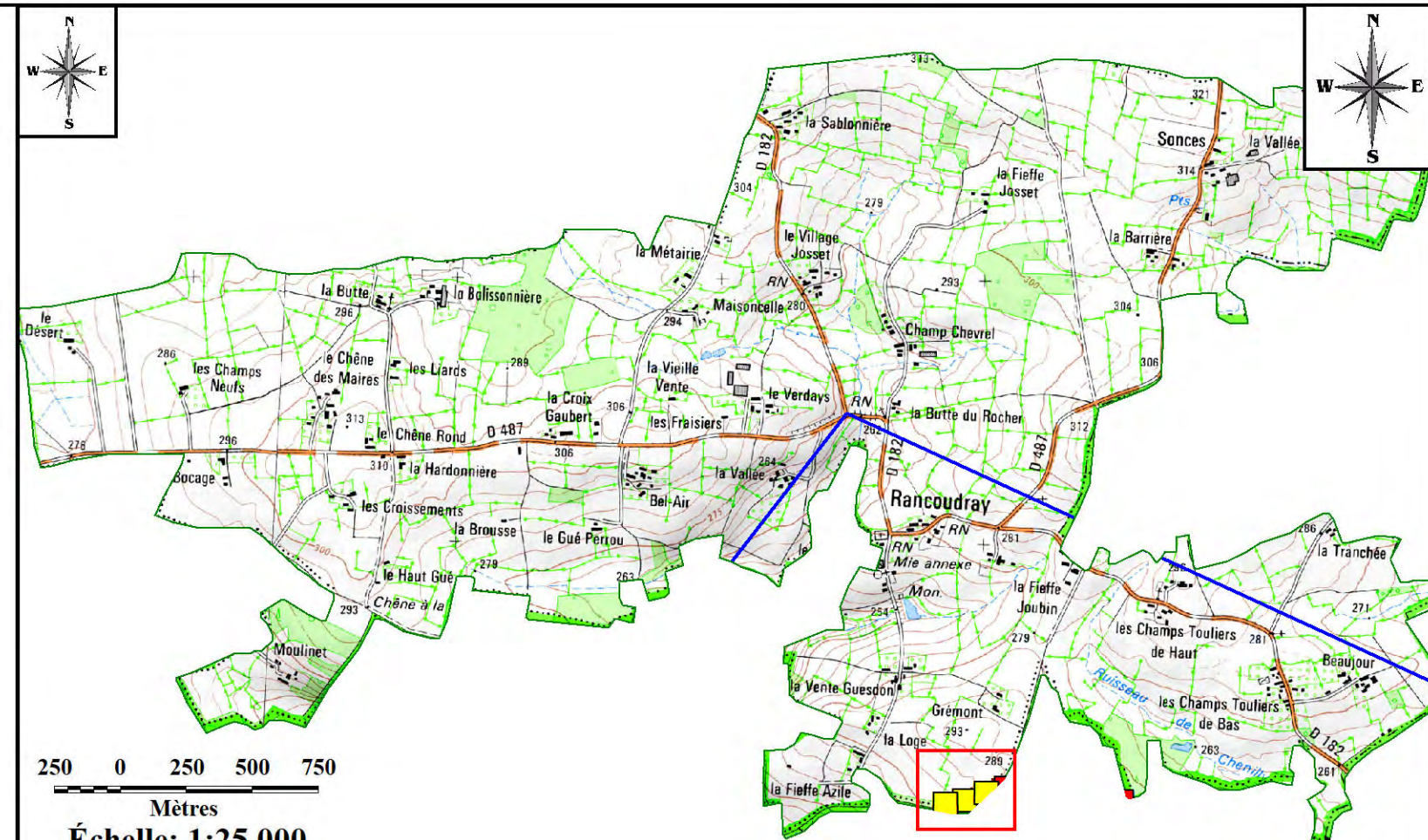
TRAVAUX MINIERES

- ⬢ Emprise des travaux miniers avérés
- ⬢ Emprise des travaux miniers supposés
- ⬢ Travaux miniers en minières
- Zone d'exhaure probable :E2

- ⬢ Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- ⬢ Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- ⬢ Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIERIS DE LA ZONE DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 3F : CARTE INFORMATIVE DE LA COMMUNE DE MORTAIN

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- ⌒ Galerie matérialisée
- ⌒ Galerie localisée

DESORDRES

- ⬢ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- ⬢ Limite Commune
- ⬢ Limite titre minier

DEPOTS MINIERIS

- ⬢ Dépôts miniers

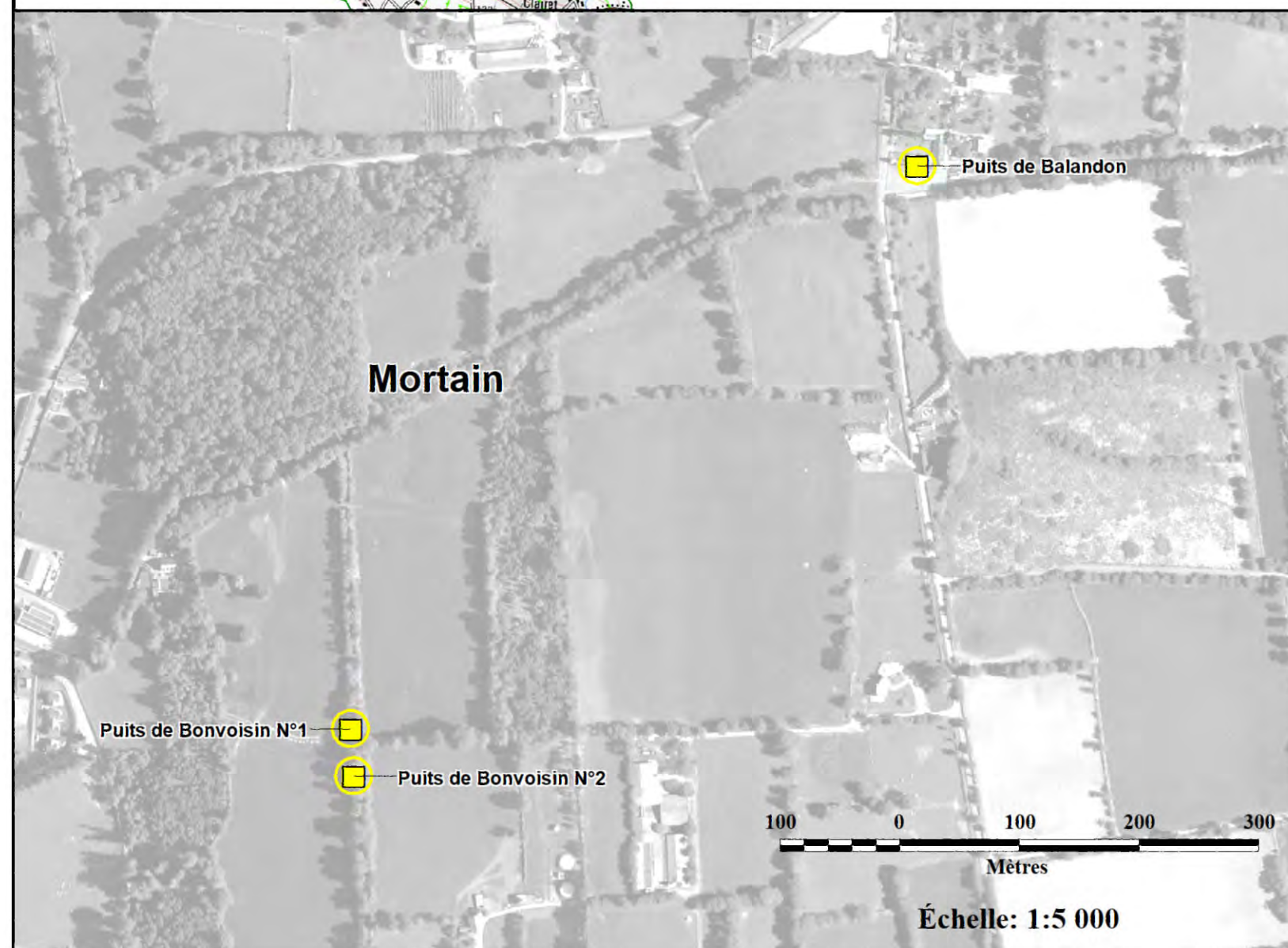
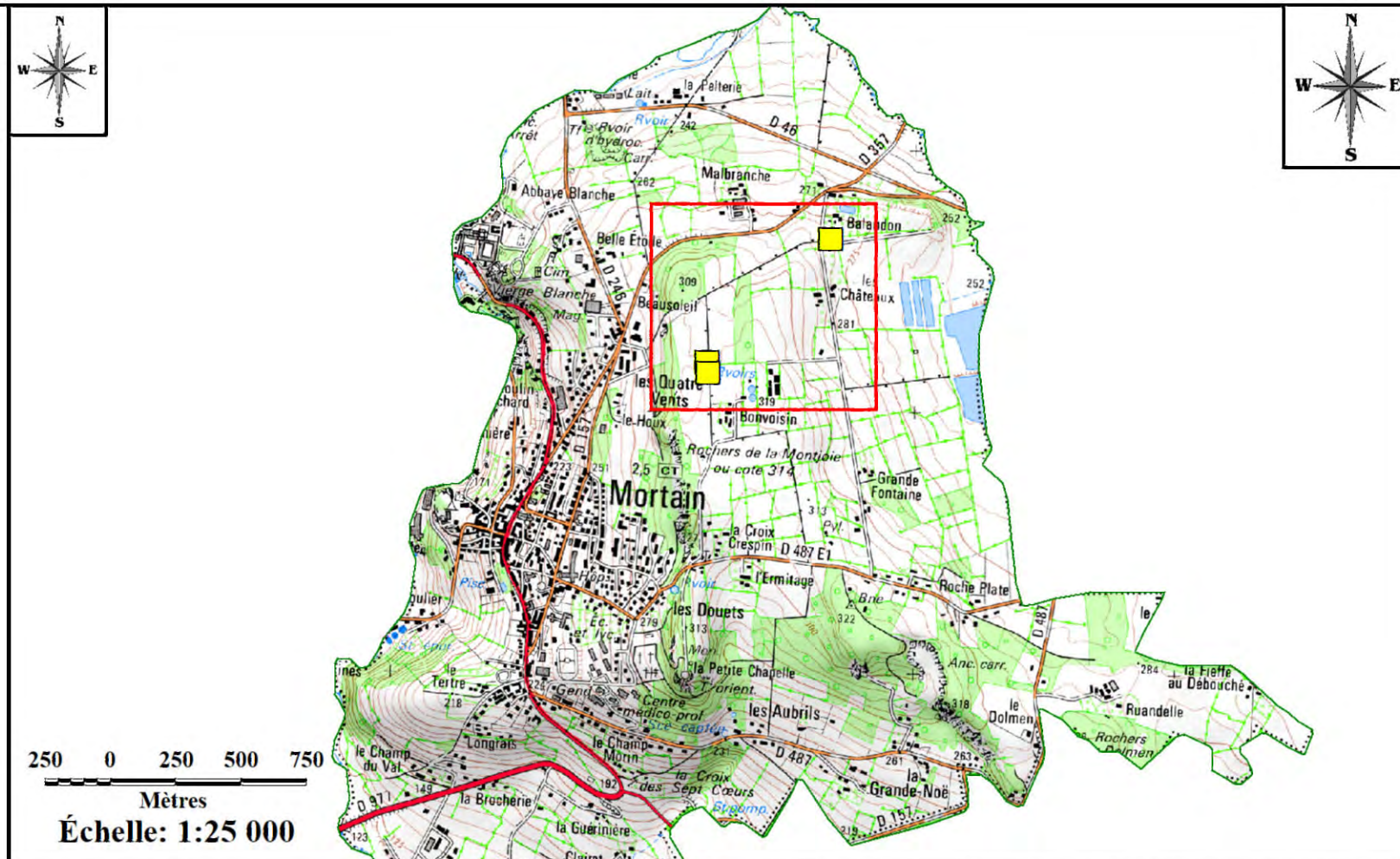
TRAVAUX MINIERIS

- ⬢ Emprise des travaux miniers avérés
- ⬢ Emprise des travaux miniers supposés
- ⬢ Travaux miniers en minières
- Zone d'exhaure probable :E2

- ⬢ Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- ⬢ Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- ⬢ Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION DE SURTAINVILLE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 3G : CARTE INFORMATIVE DE LA COMMUNE DE SURTAINVILLE

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◇ Descenderie localisée
- Ⓜ Galerie matérialisée
- Ⓜ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- ⬢ Limite Commune
- ⬢ Limite titre minier

DEPOTS MINIER

- Ⓜ Dépôts miniers

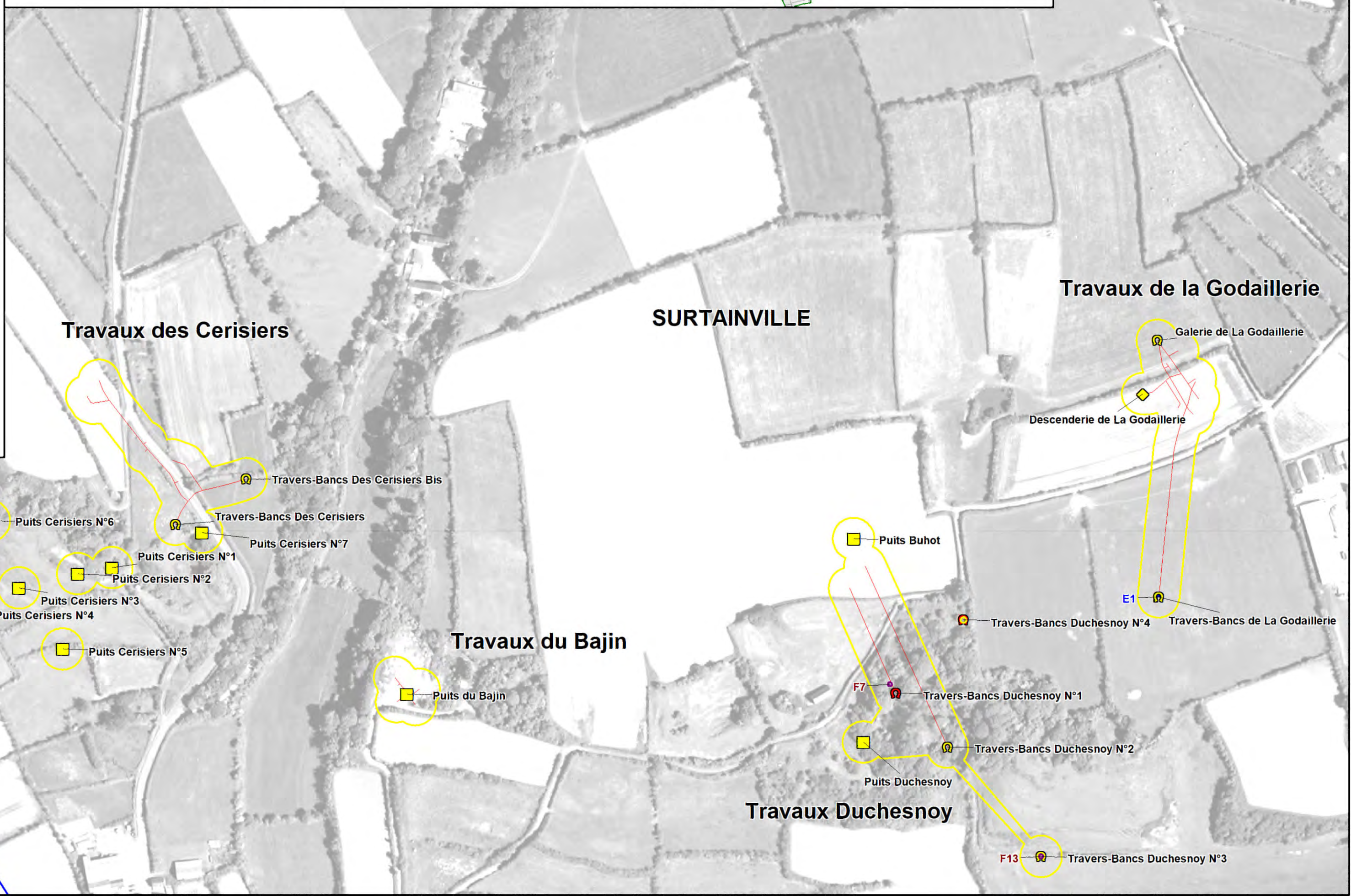
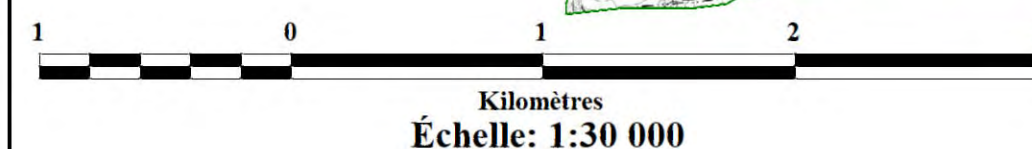
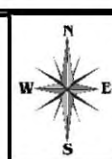
TRAVAUX MINIER

- ⬢ Emprise des travaux miniers avérés
- ⬢ Emprise des travaux miniers supposés
- Ⓜ Travaux miniers en minières
- Zone d'exhaure probable : E2

- Ⓜ Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Ⓜ Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Ⓜ Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION
DE SURTAINVILLE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 3H : CARTE INFORMATIVE
DE LA COMMUNE DE PIERREVILLE

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Galerie matérialisée
- Galerie localisée

DESORDRES

- Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

DEPOTS MINIER

- Dépôts miniers

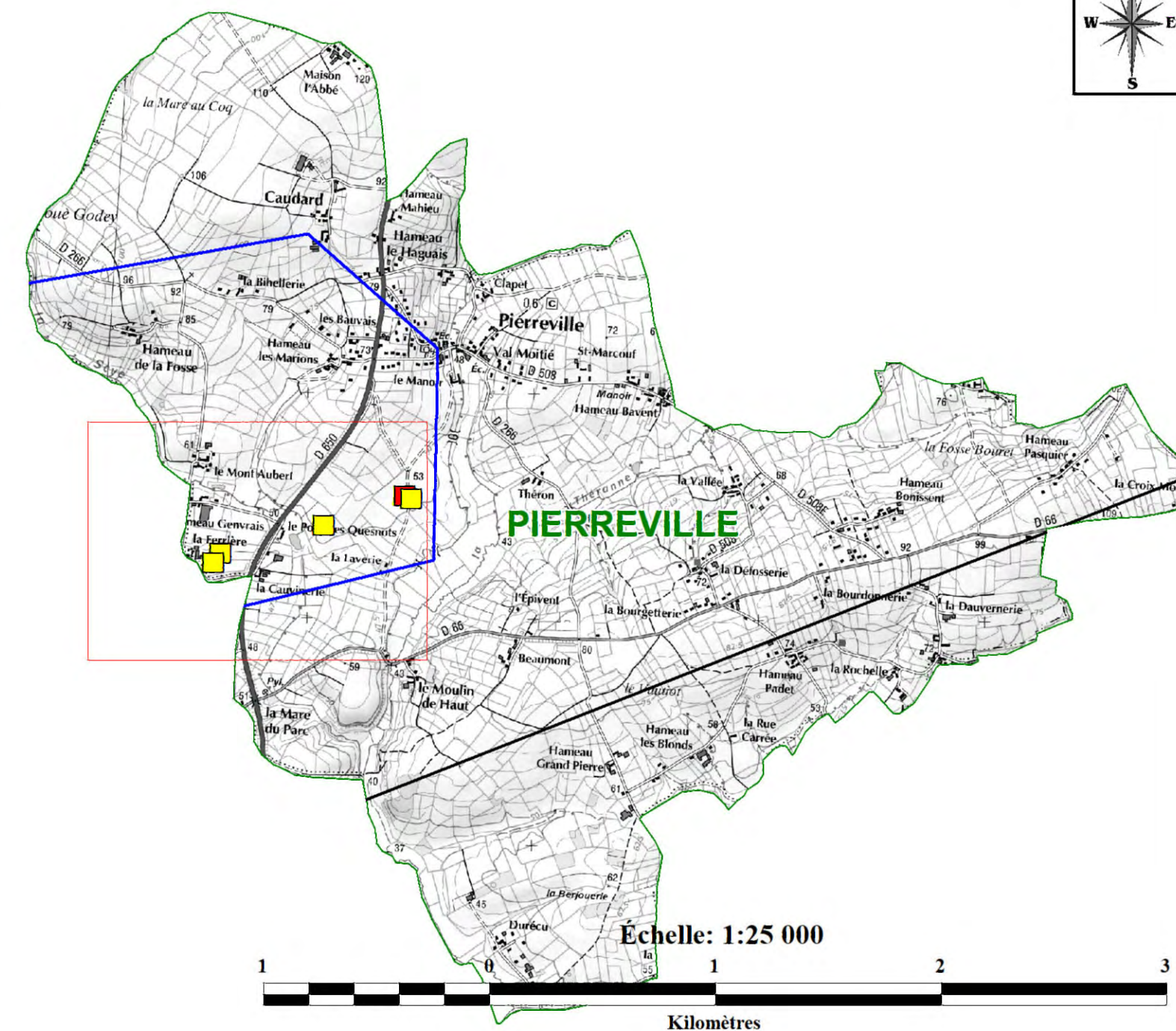
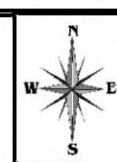
TRAVAUX MINIER

- Emprise des travaux miniers avérés
- Emprise des travaux miniers supposés
- Travaux miniers en minières
- Zone d'exhaure probable : E2

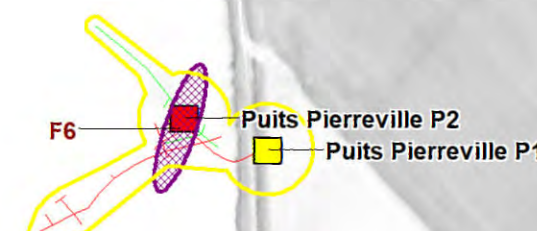
- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

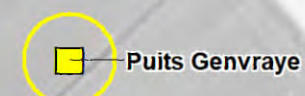
Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux
dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



Travaux de Pierreville



Travaux du Pont des Quenots



Travaux de la Ferrière



50 0 50 100 150
Mètres

Échelle: 1:2 500

Annexe 4

Cartes des aléas

(Hors texte)



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION
DE LA CHAPELLE-ENJUGER
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4A : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ
DE LA COMMUNE DE LA CHAPELLE ENJUGER

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- Descenderie localisée
- Galerie matérialisée
- Galerie localisée

DESORDRES

- Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas effondrement localisé :

Liés aux travaux souterrains

- Aléa moyen
- Aléa faible

Liés aux ouvrages débouchant au jour

- Aléa moyen
- Aléa faible

DEPOTS MINIER

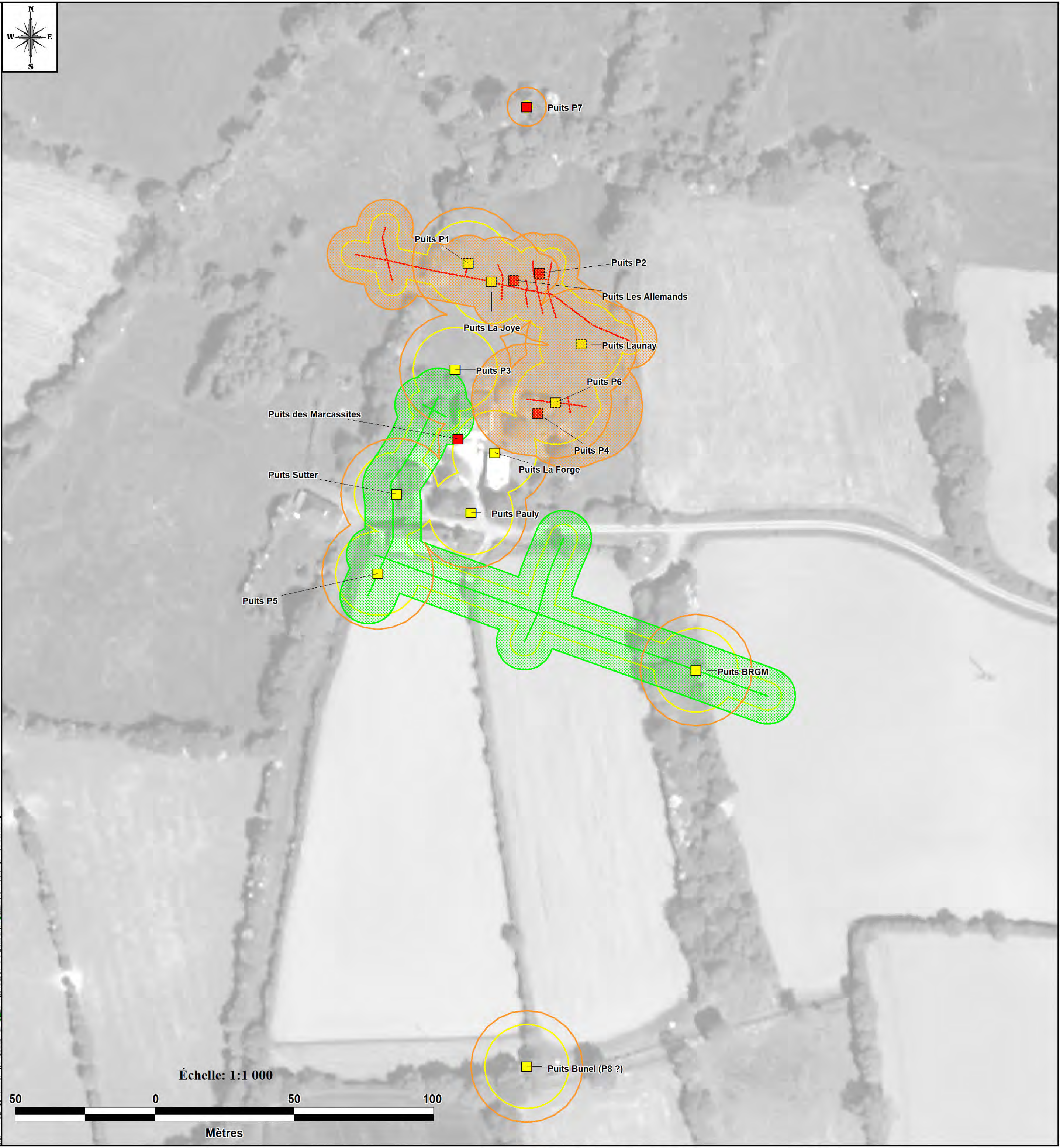
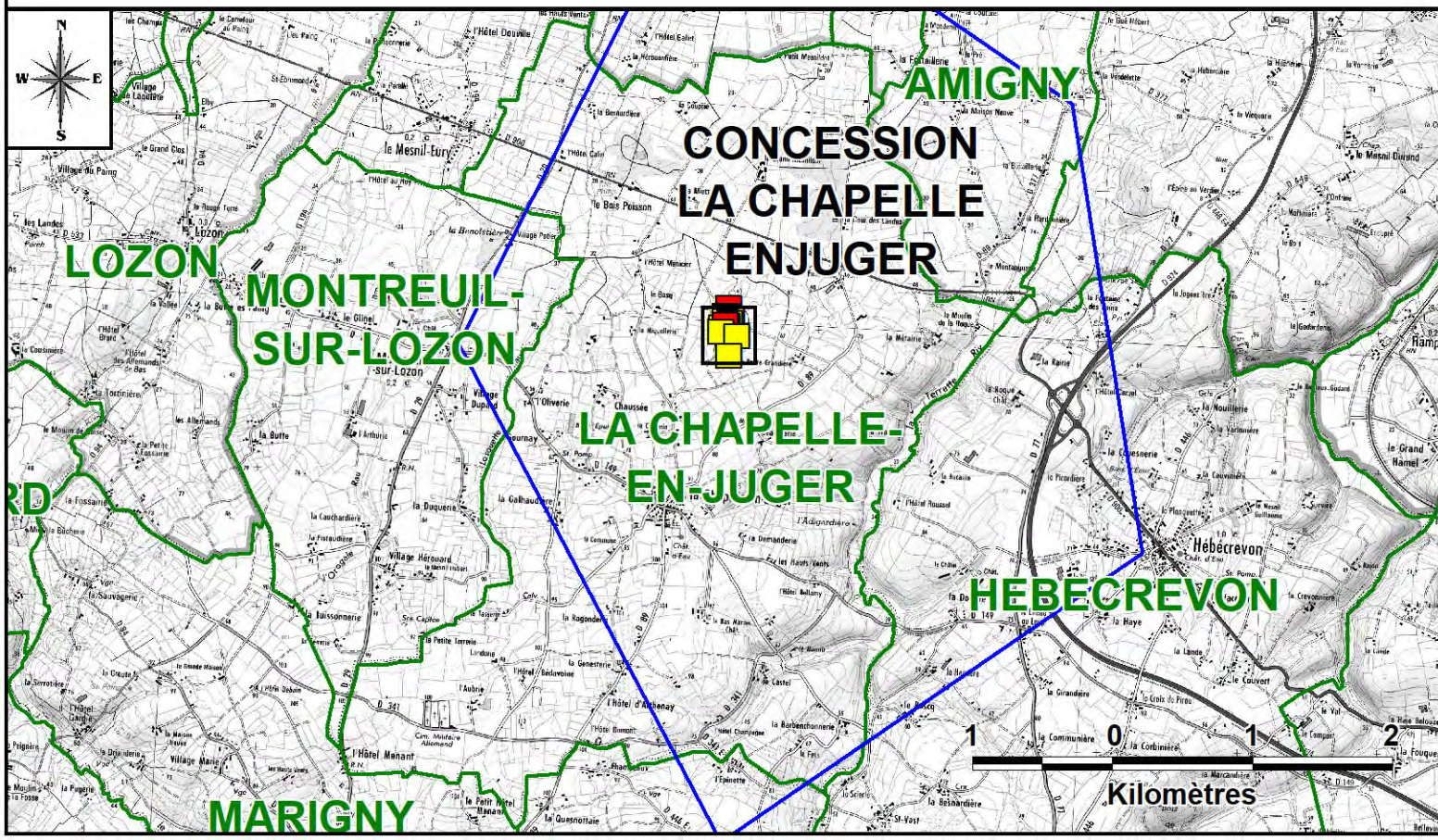
- Dépôts miniers

TRAVAUX MINIER

- Galeria miniera situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeria miniera situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeria miniera situées à plus de 50 m de profondeur
- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

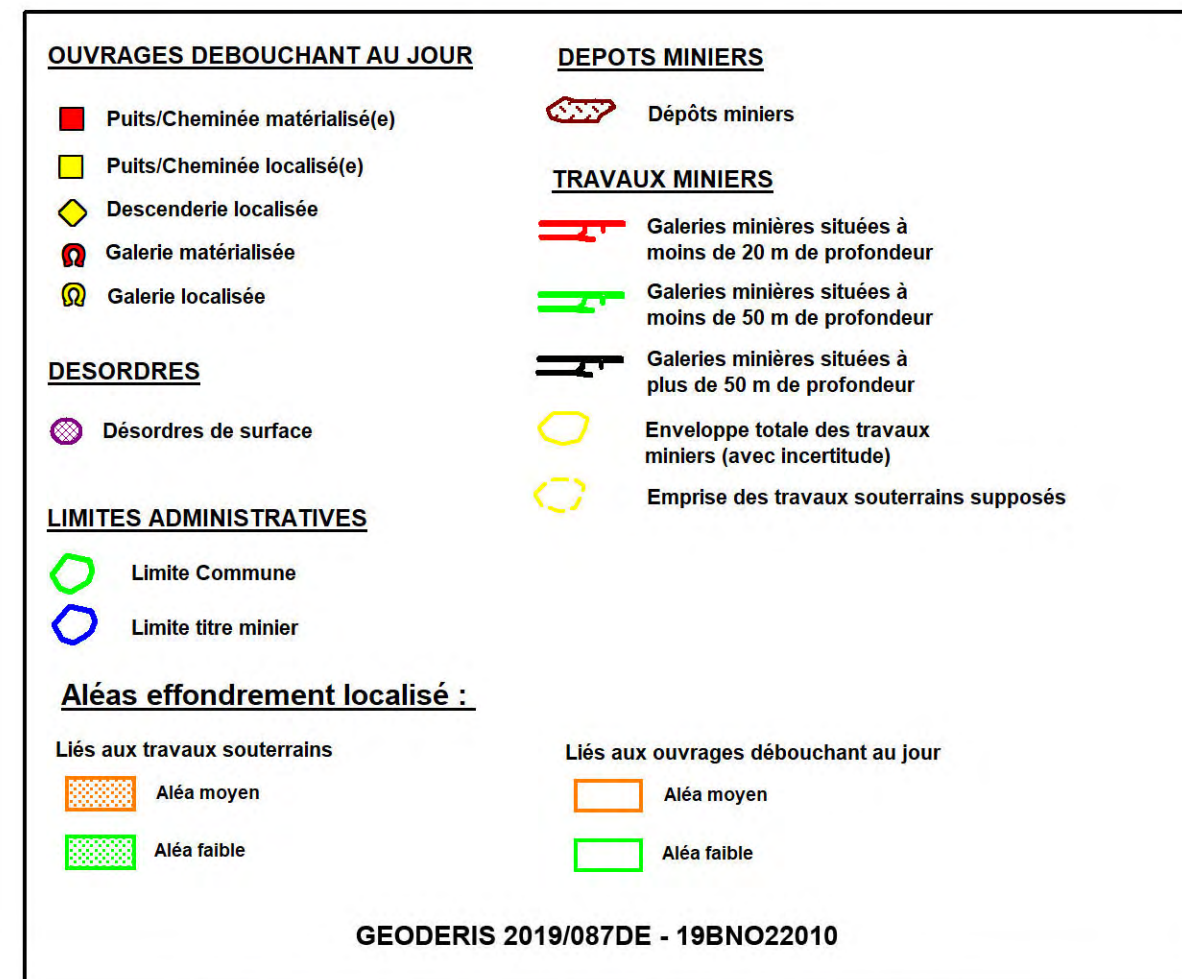


Échelle: 1:1 000

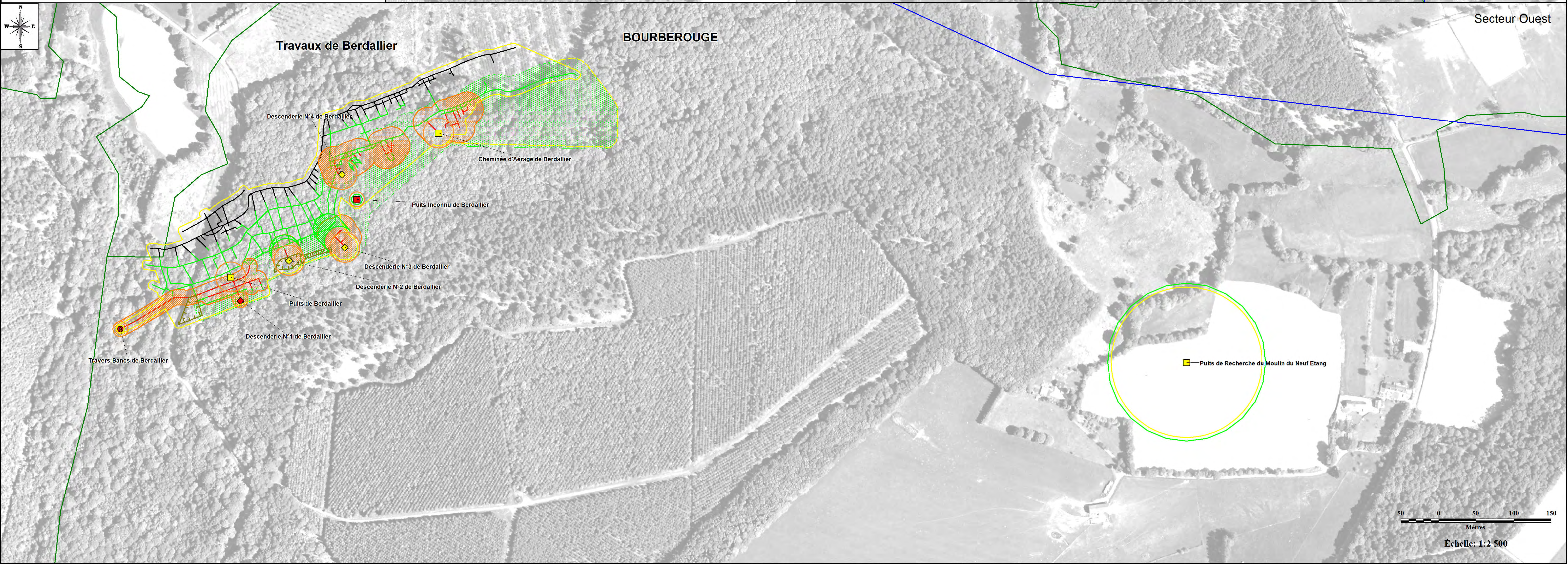
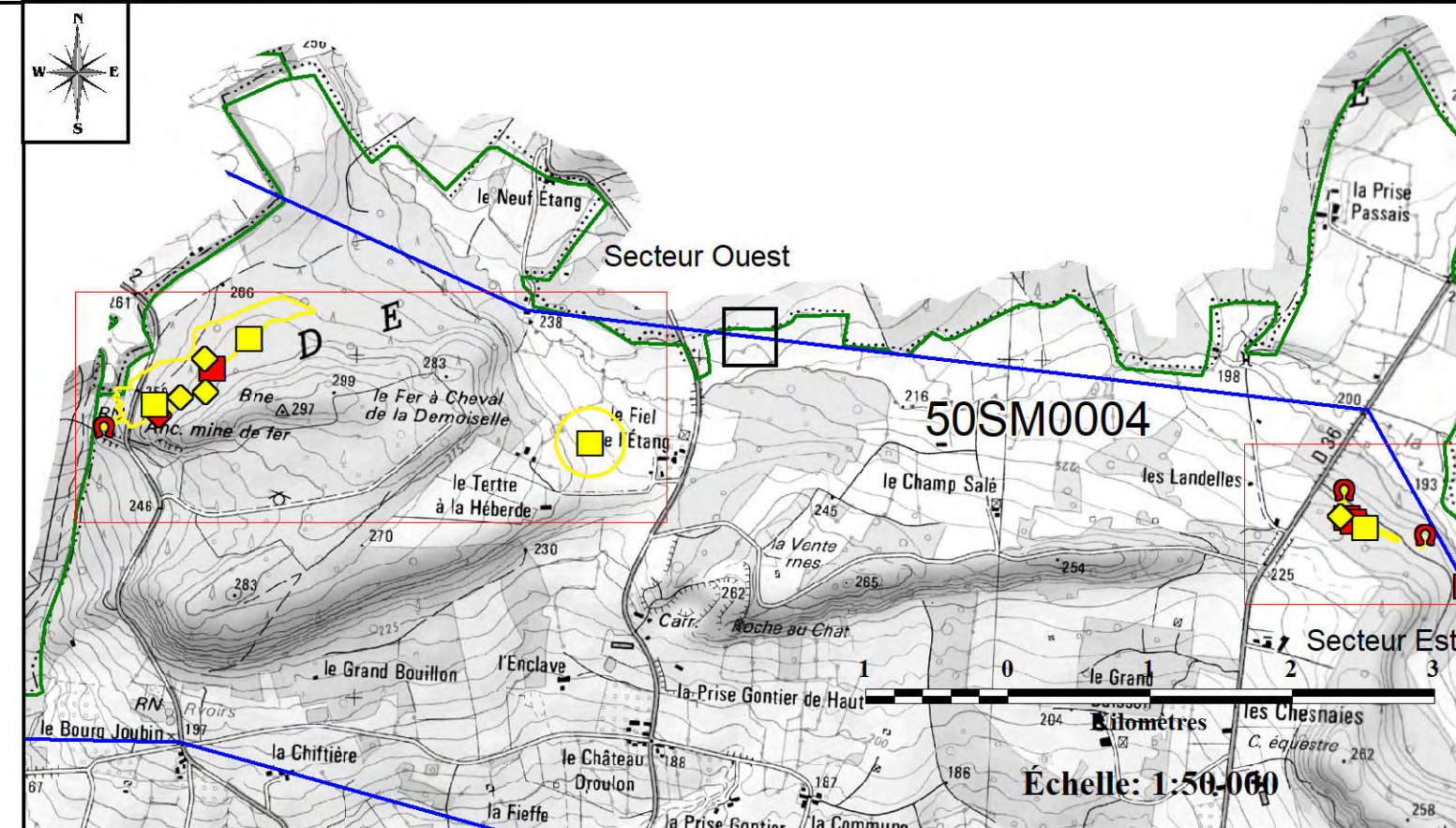


ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION
DE BOURBEROUGE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4B : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ
DE LA COMMUNE DE BARENTON

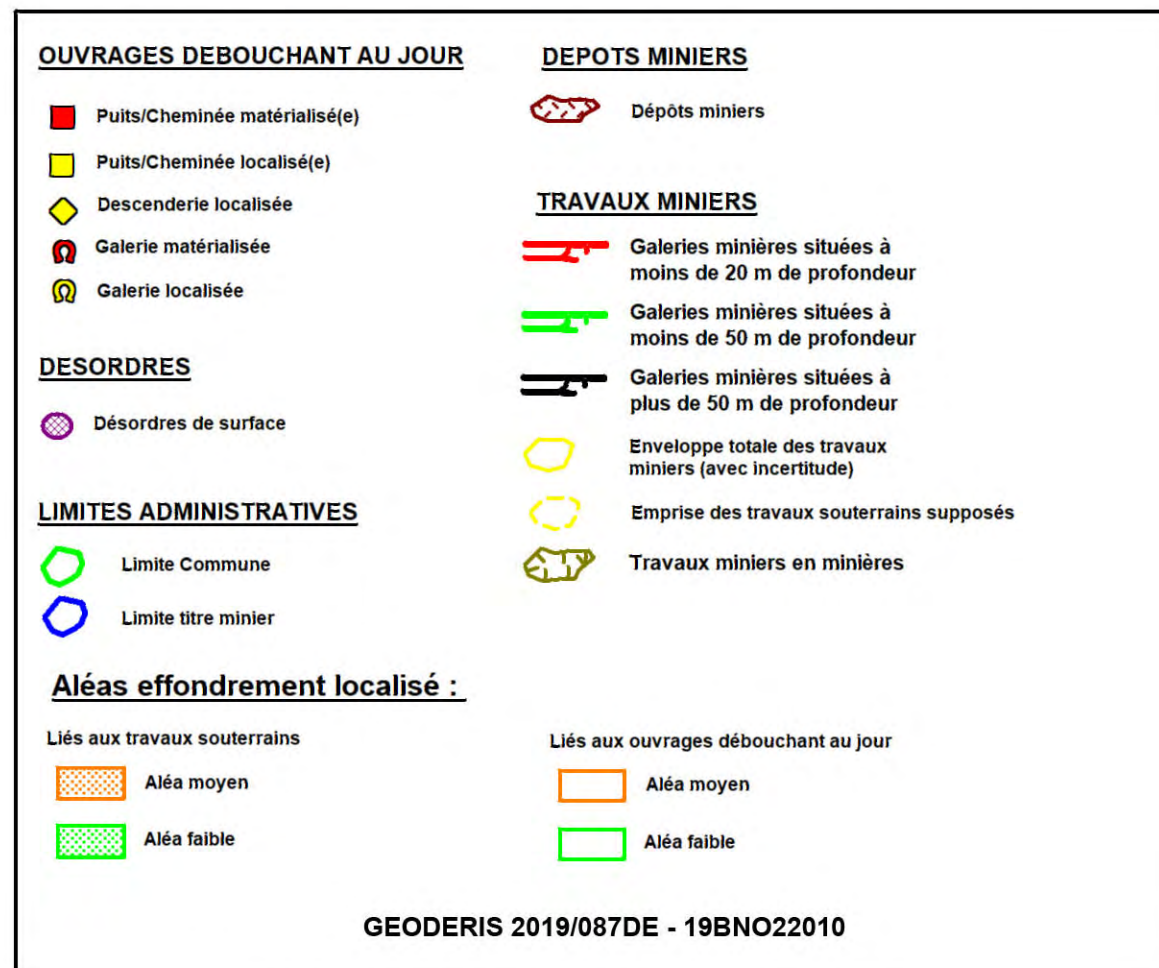


Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

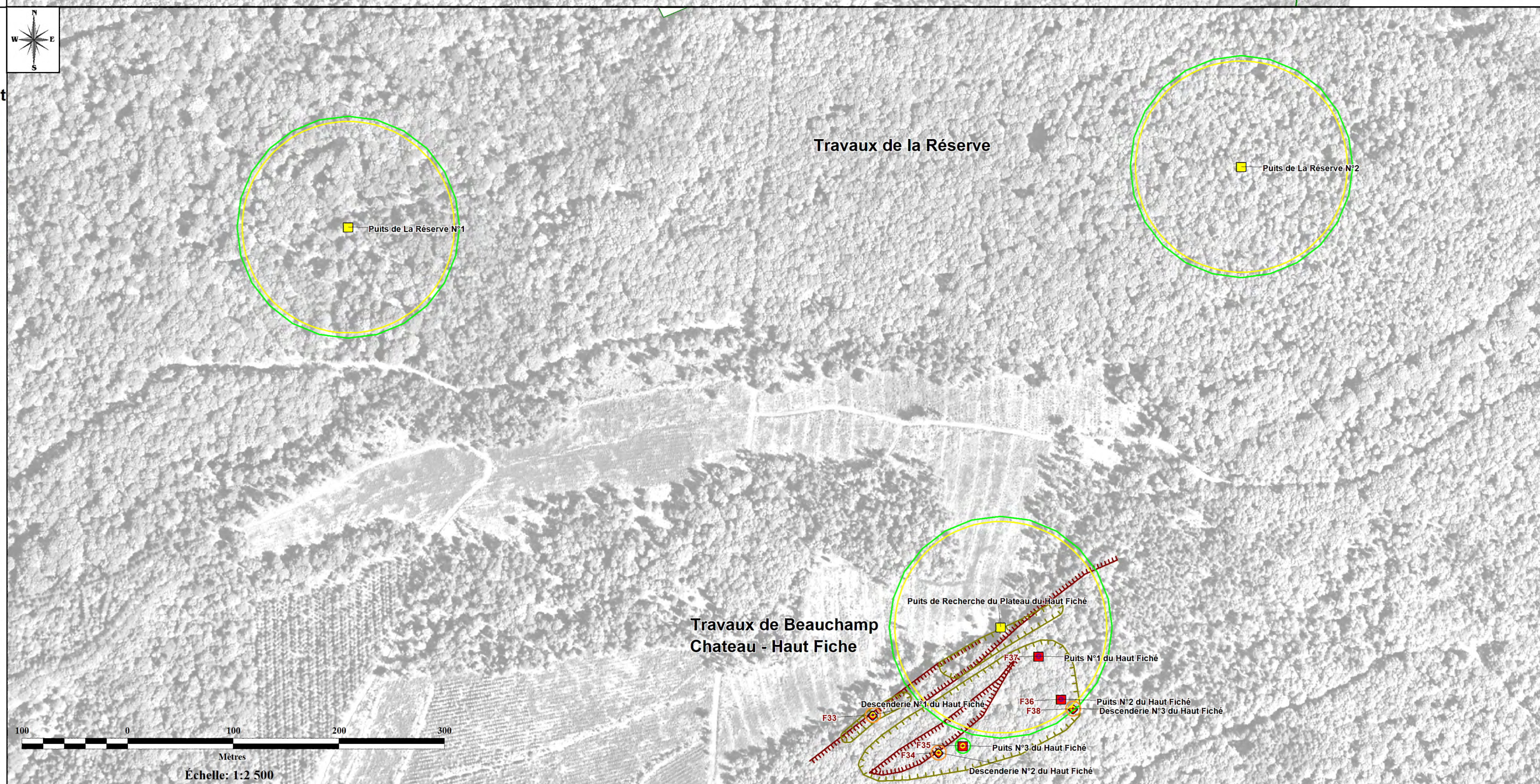
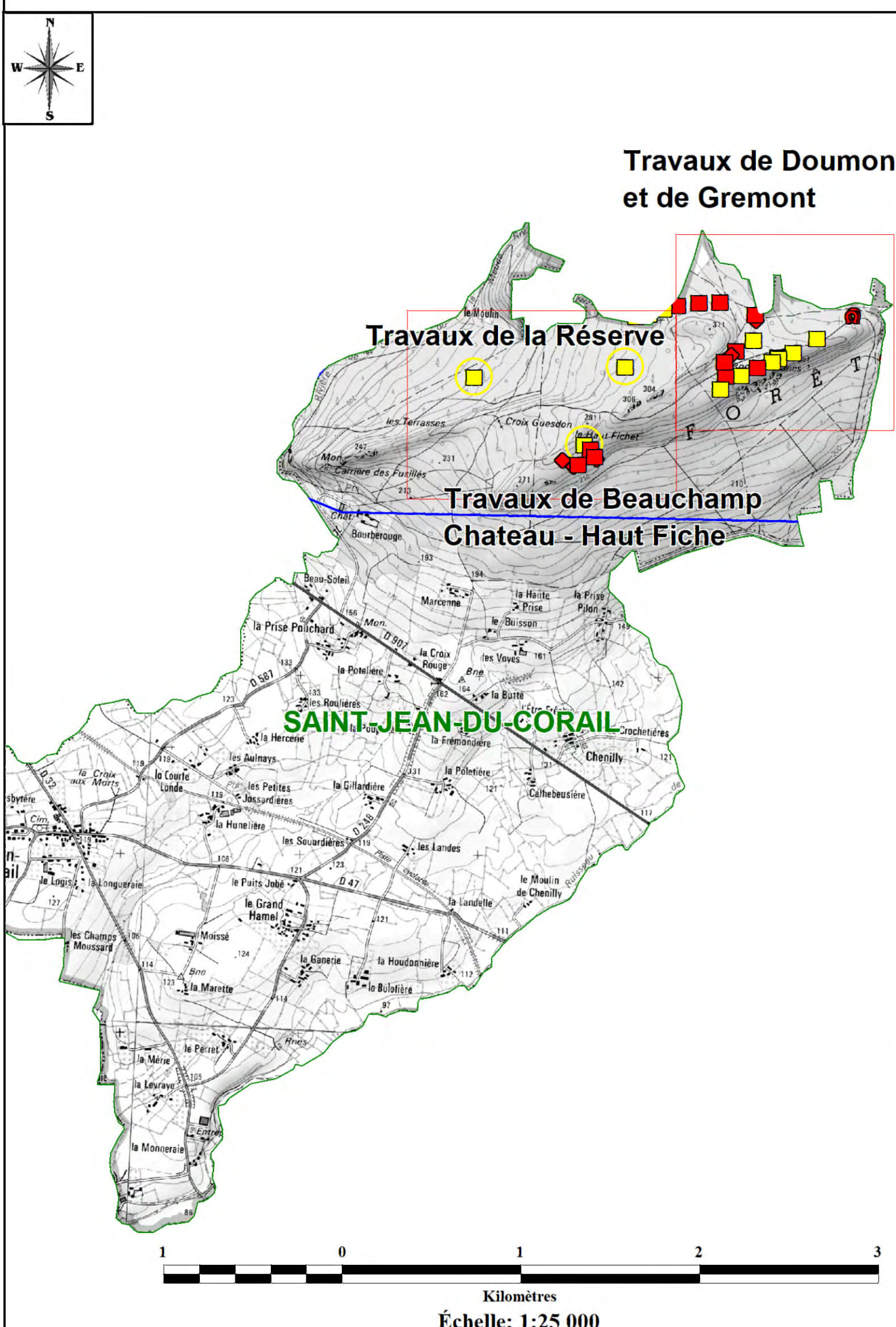
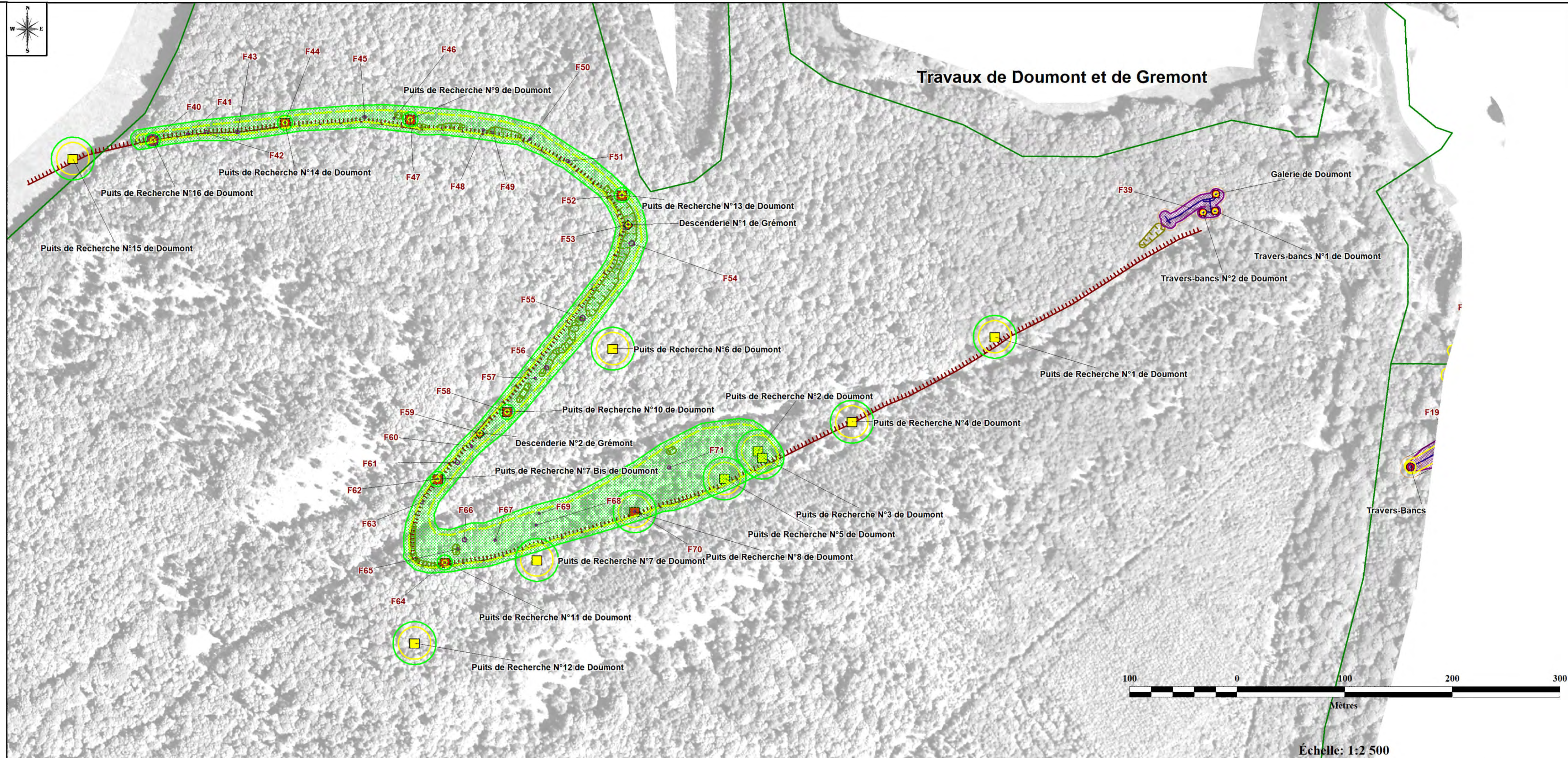


ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION
DE BOURBEROUGE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4C : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ
DE LA COMMUNE DE SAINT JEAN DU CORAIL



Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4D : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ DE LA COMMUNE DE BION

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Ⓜ Galerie matérialisée
- Ⓜ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas effondrement localisé :

Liés aux travaux souterrains

- Aléa moyen
- Aléa faible

DEPOTS MINIER

- Ⓜ Dépôts miniers

TRAVAUX MINIER

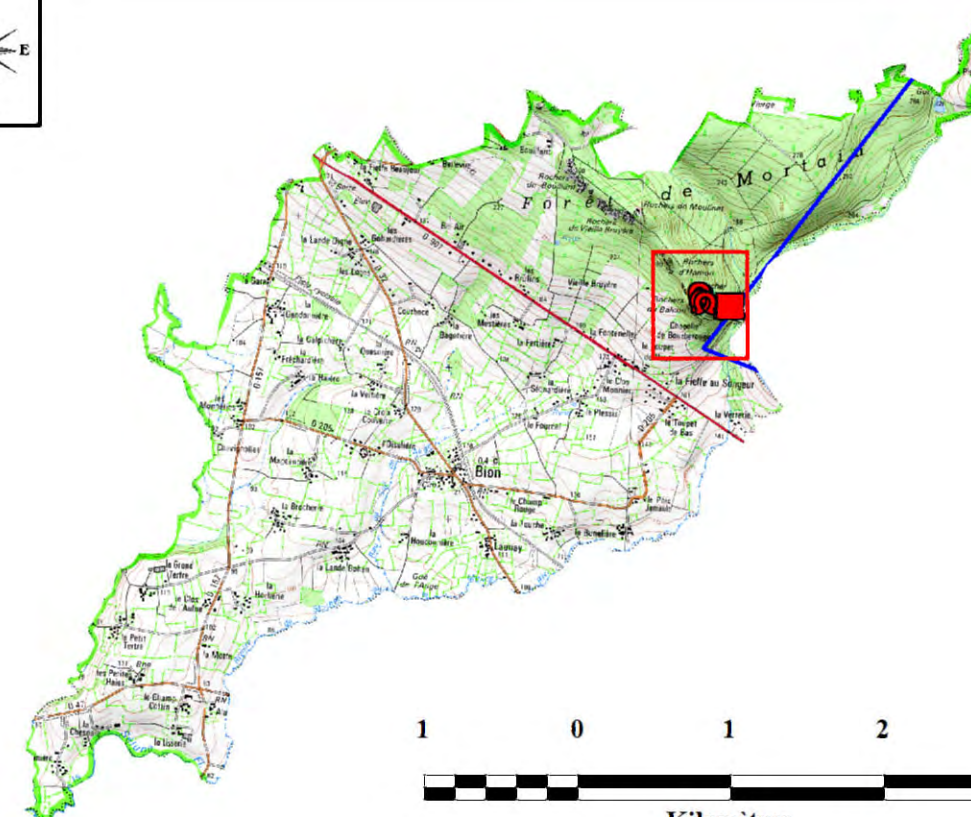
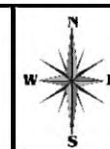
- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur
- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)
- Emprise des travaux souterrains supposés

Liés aux ouvrages débouchant au jour

- Aléa moyen
- Aléa faible

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



Kilomètres
Échelle: 1:50 000



Travaux de la Chapelle de Bourberouge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°8

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°7

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°6

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°4

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°3

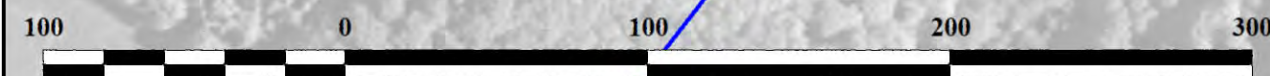
Cheminée d'Aérage du Rocher de la Vierge

Travers-bancs du Rocher de la Vierge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°5

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°1

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°2



Mètres
Échelle: 1:2 500

DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4E : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ DE LA COMMUNE DE SAINT-CLÉMENT-RANCOUDRAY

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Galerie matérialisée
- Galerie localisée

DESORDRES

- Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas effondrement localisé :

- Aléa moyen
- Aléa faible

DEPOTS MINIER

- Dépôts miniers

TRAVAUX MINIER

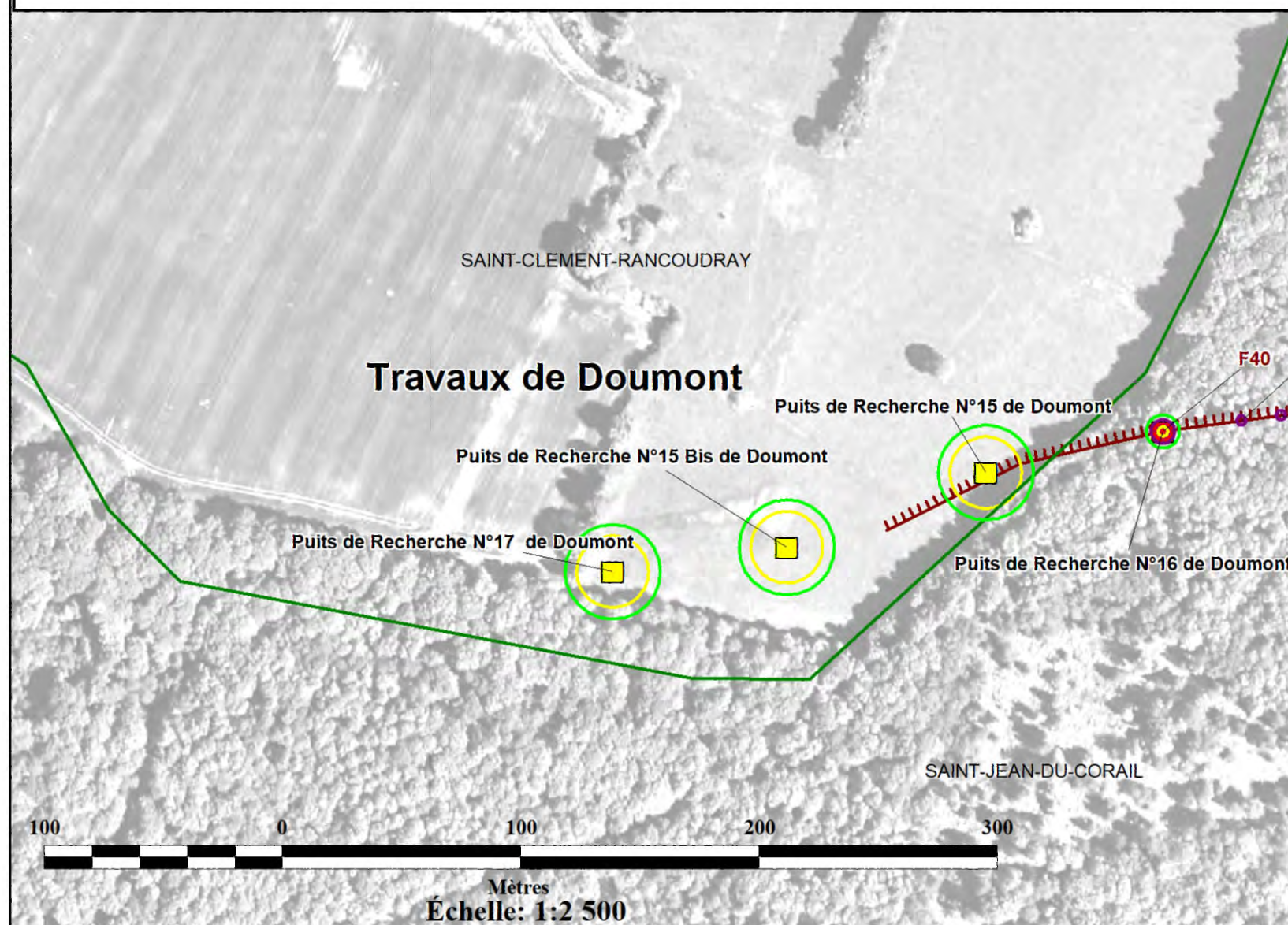
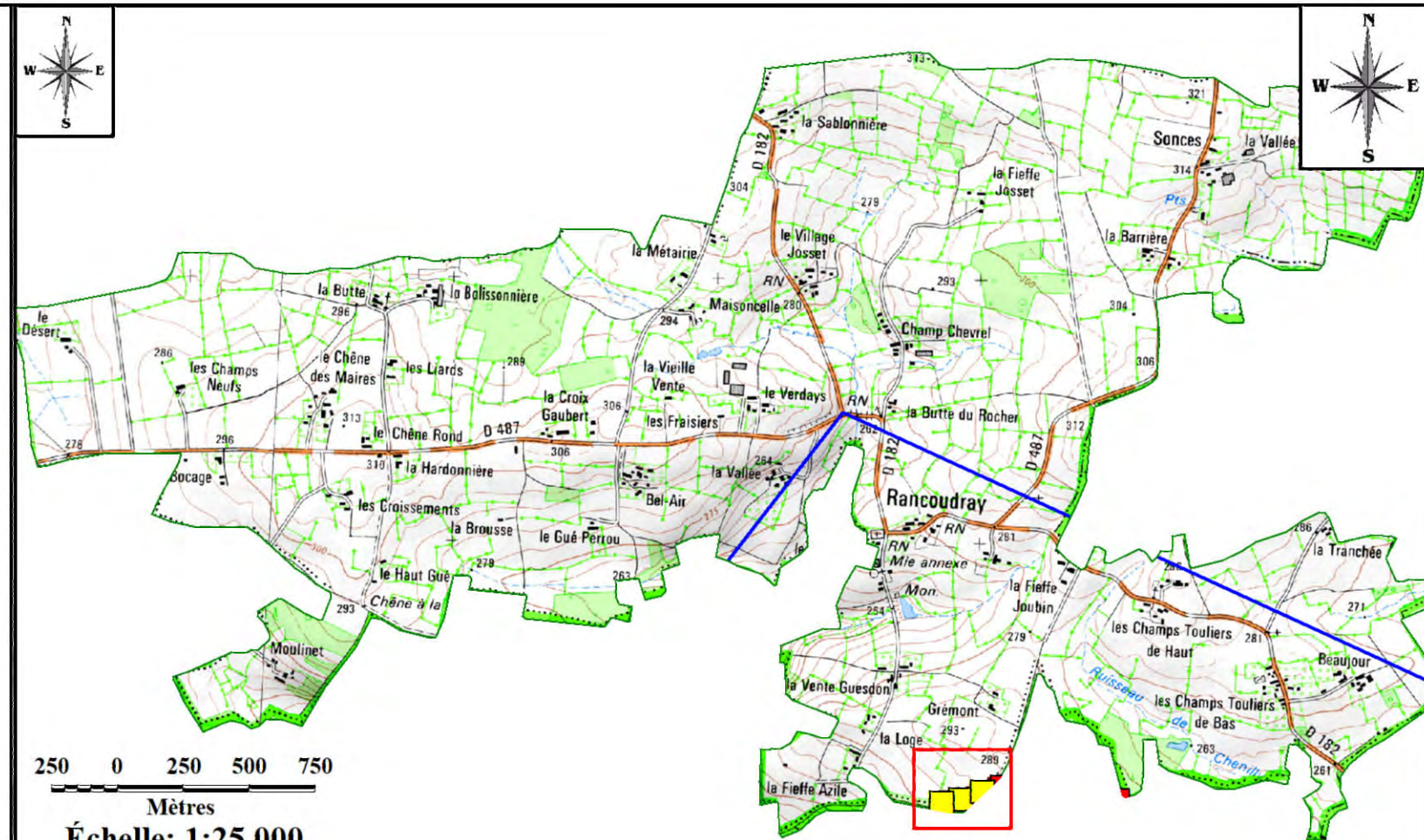
- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)

- Emprise des travaux souterrains supposés

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

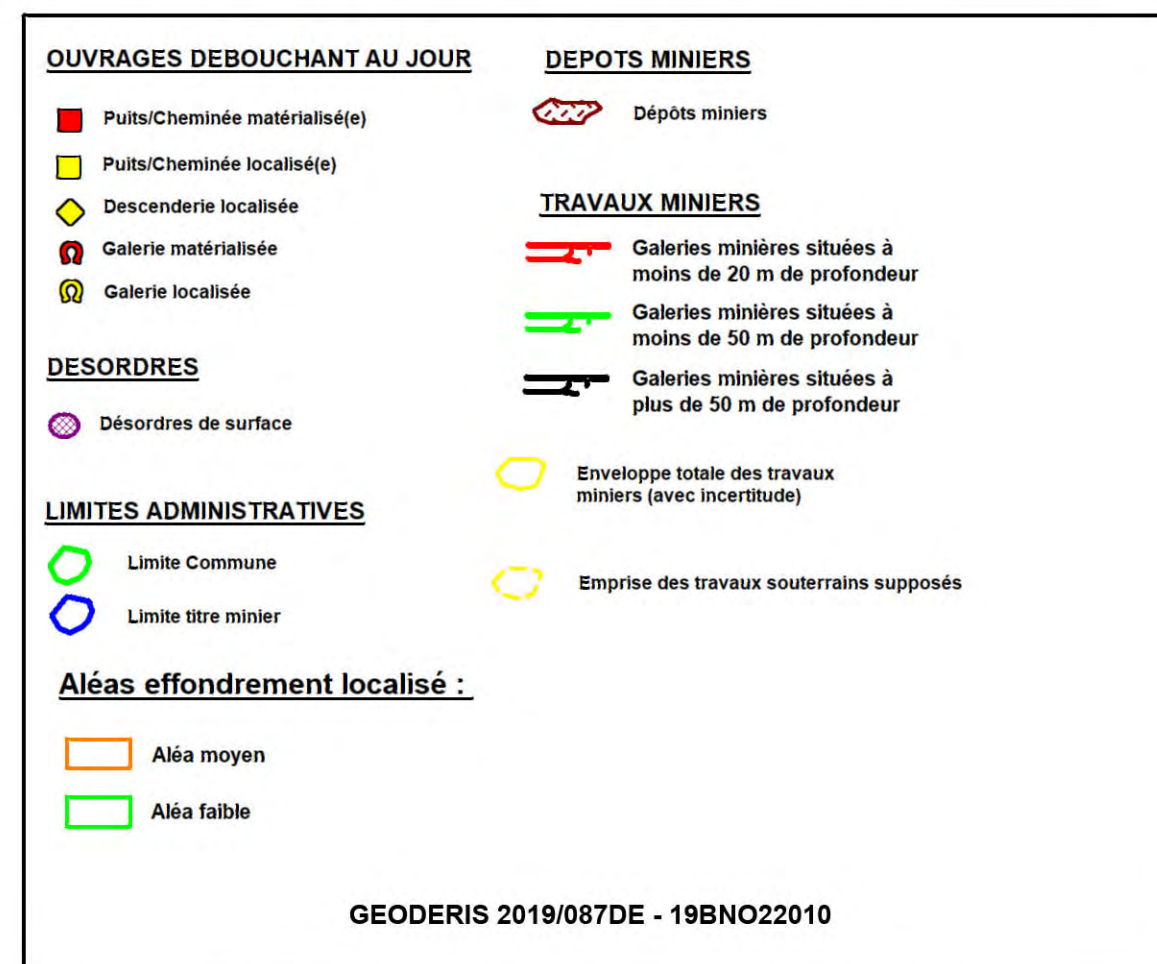
Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



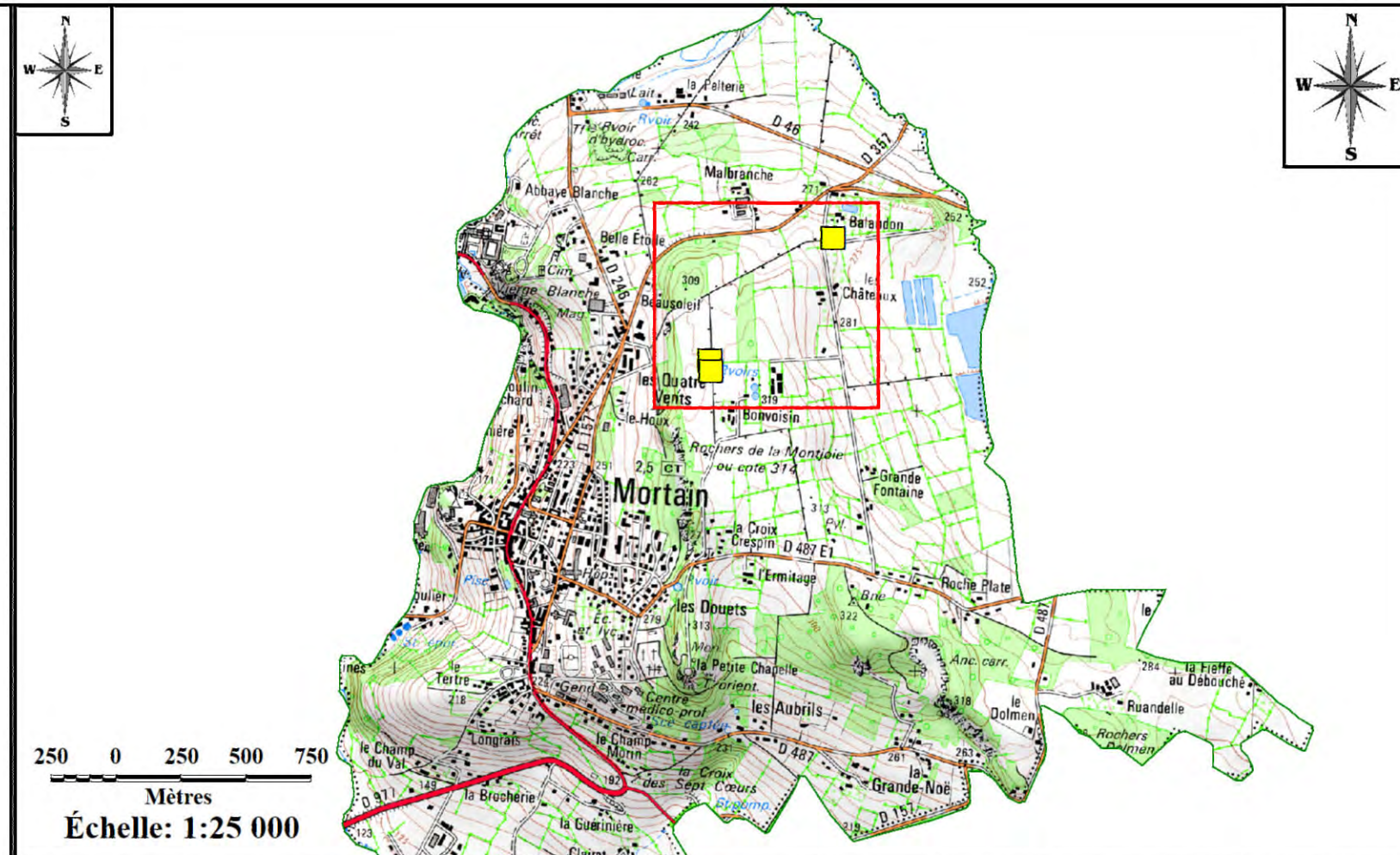
DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIERIS DE LA ZONE DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4F : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ DE LA COMMUNE DE MORTAIN



Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



ETUDE DES ALÉAS MINERS DE LA CONCESSION
DE SURTAINVILLE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4G : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ
DE LA COMMUNE DE SURTAINVILLE

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Ⓜ Galerie matérialisée
- Ⓜ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas effondrement localisé :

Liés aux travaux souterrains

- Aléa moyen
- Aléa faible

DEPOTS MINERS

- Ⓜ Dépôts miniers

TRAVAUX MINERS

- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur

- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)

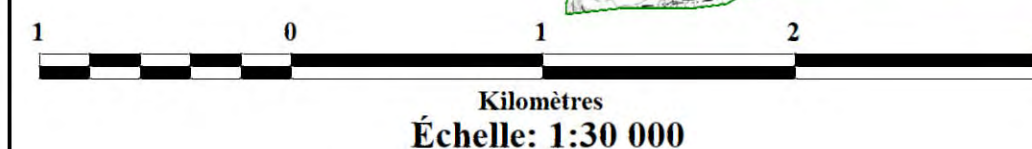
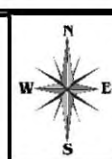
- Emprise des travaux souterrains supposés

Liés aux ouvrages débouchant en surface

- Aléa moyen
- Aléa faible

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



ETUDE DES ALÉAS MINIER DE LA CONCESSION
DE LA SURTAINVILLE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 4H : CARTE DE L'ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ
DE LA COMMUNE DE PIERREVILLE

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- ⌘ Galerie matérialisée
- ⌘ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas effondrement localisé :

Liés aux travaux souterrains

- Aléa moyen
- Aléa faible

DEPOTS MINIER

- ⌘ Dépôts miniers

TRAVAUX MINIER

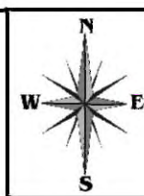
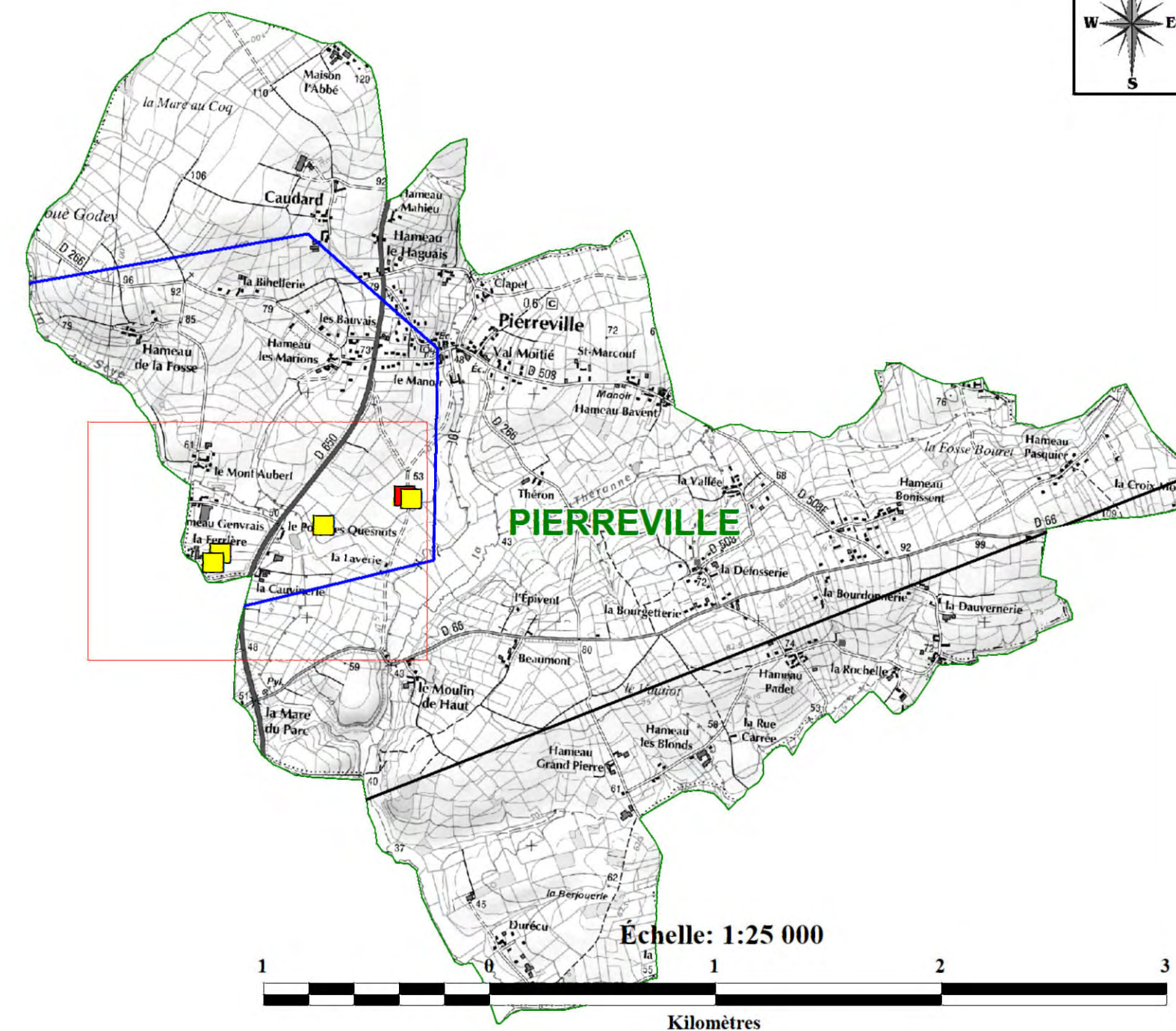
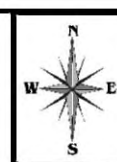
- Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur
- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)
- Emprise des travaux souterrains supposés

Liés aux ouvrages débouchant au jour

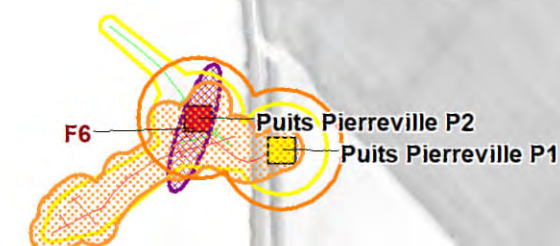
- Aléa moyen
- Aléa faible

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

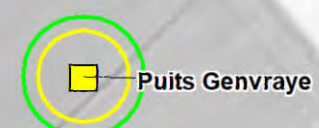
Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



Travaux de Pierreville



Travaux du Pont des Quenots



Travaux de la Ferrière

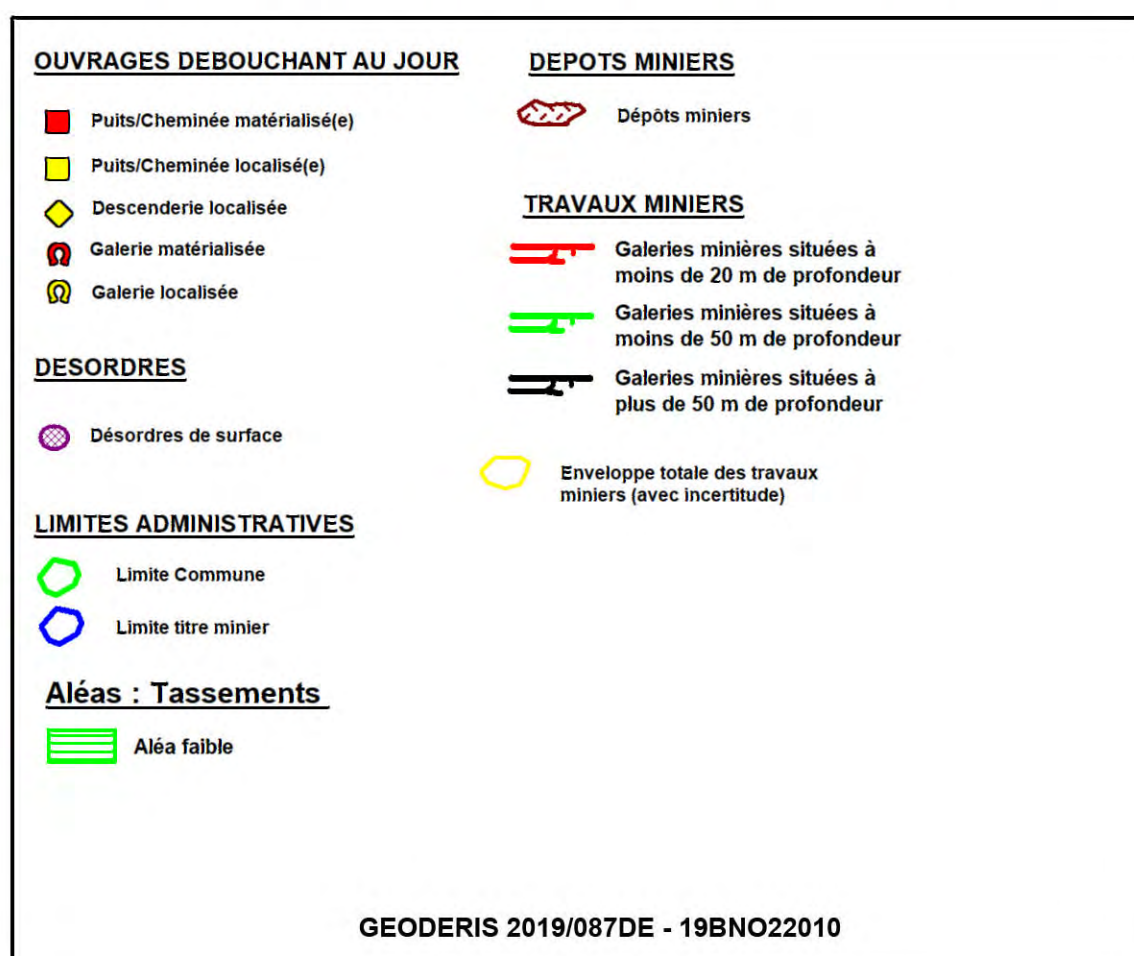


50 0 50 100 150
Mètres

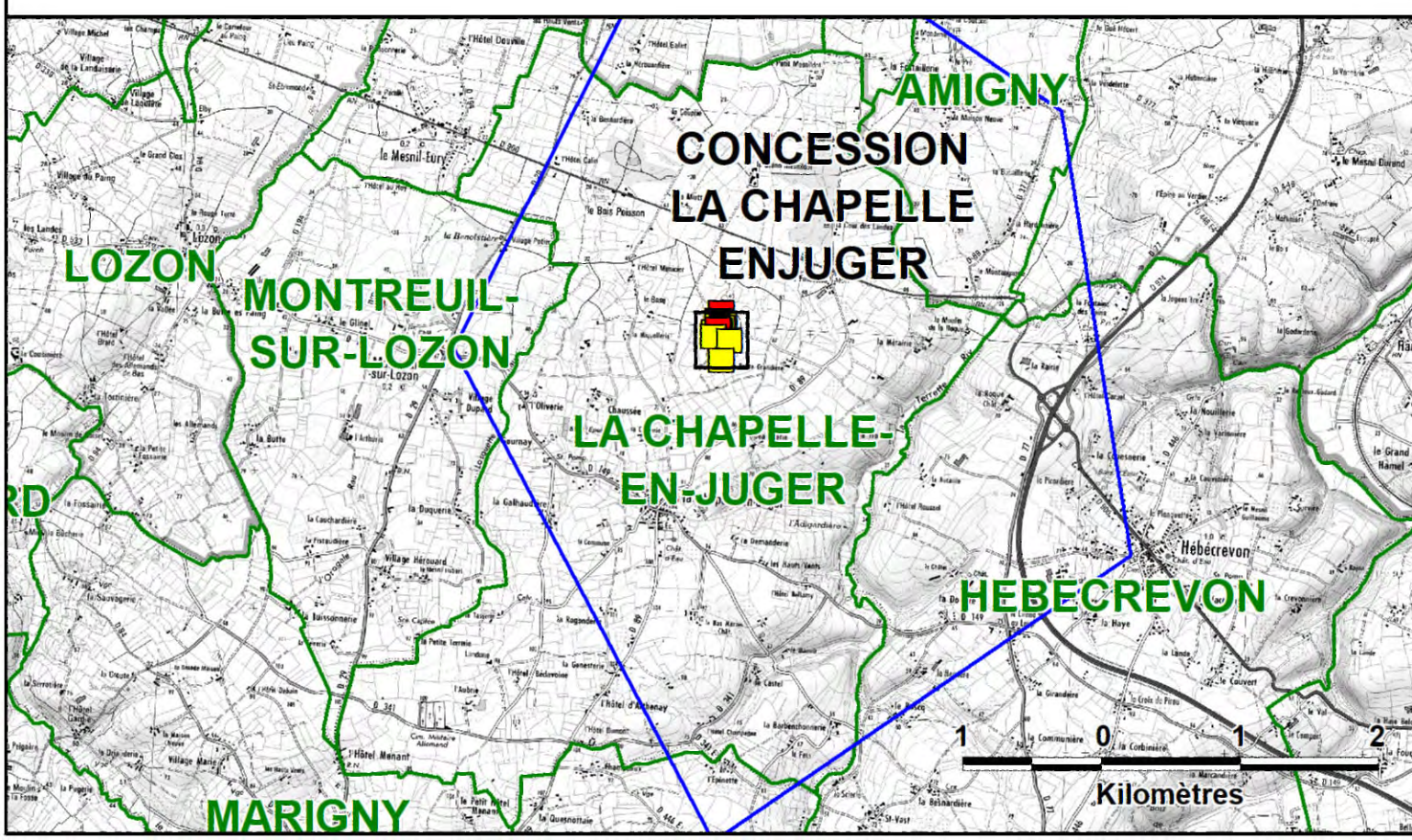
Échelle: 1:2 500

ETUDE DES ALÉAS MINIERES DE LA CONCESSION DE LA CHAPELLE-ENJUGER (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 5A : CARTE DE L'ALÉA TASSEMENT DE LA COMMUNE DE LA CHAPELLE ENJUGER



Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

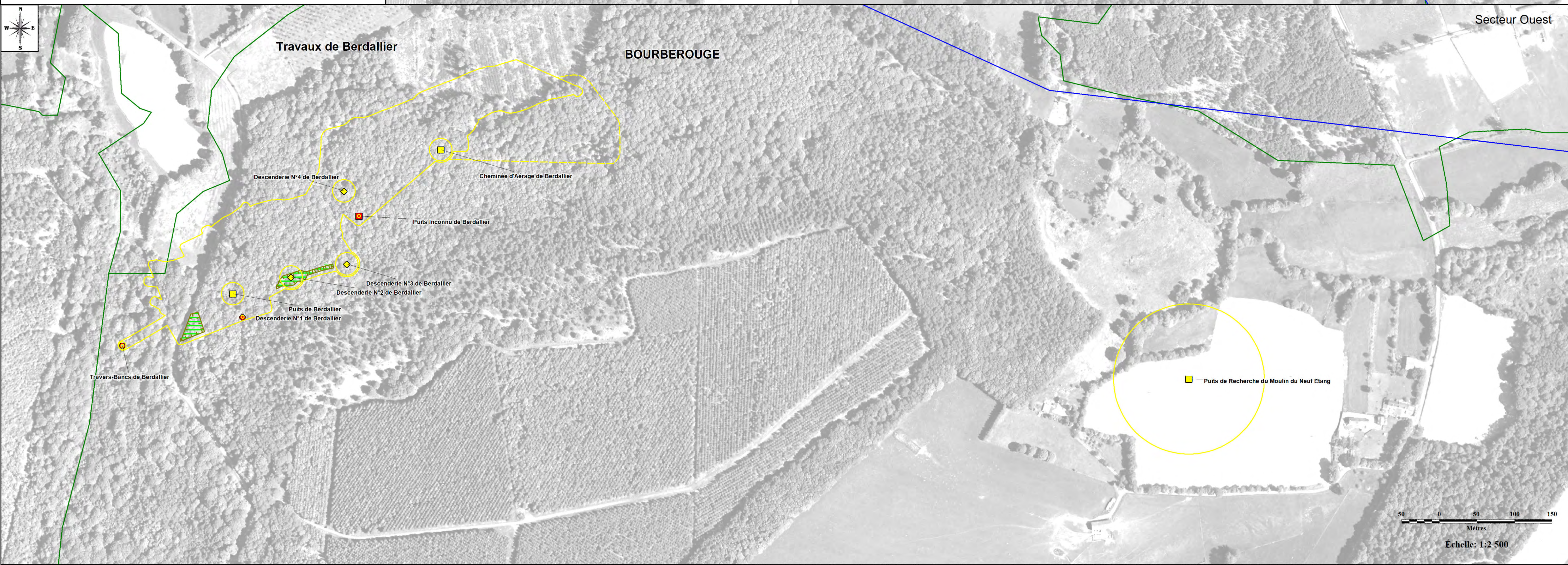
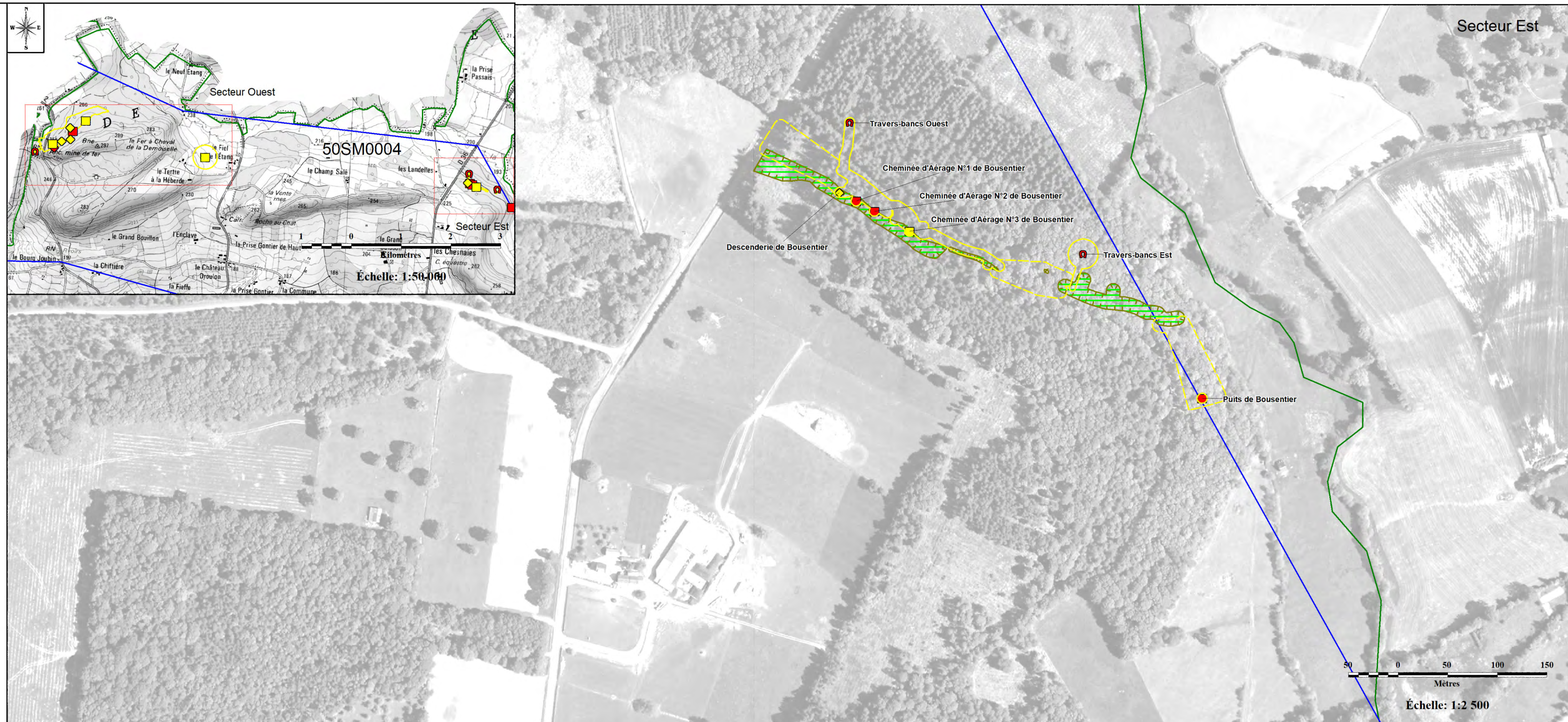
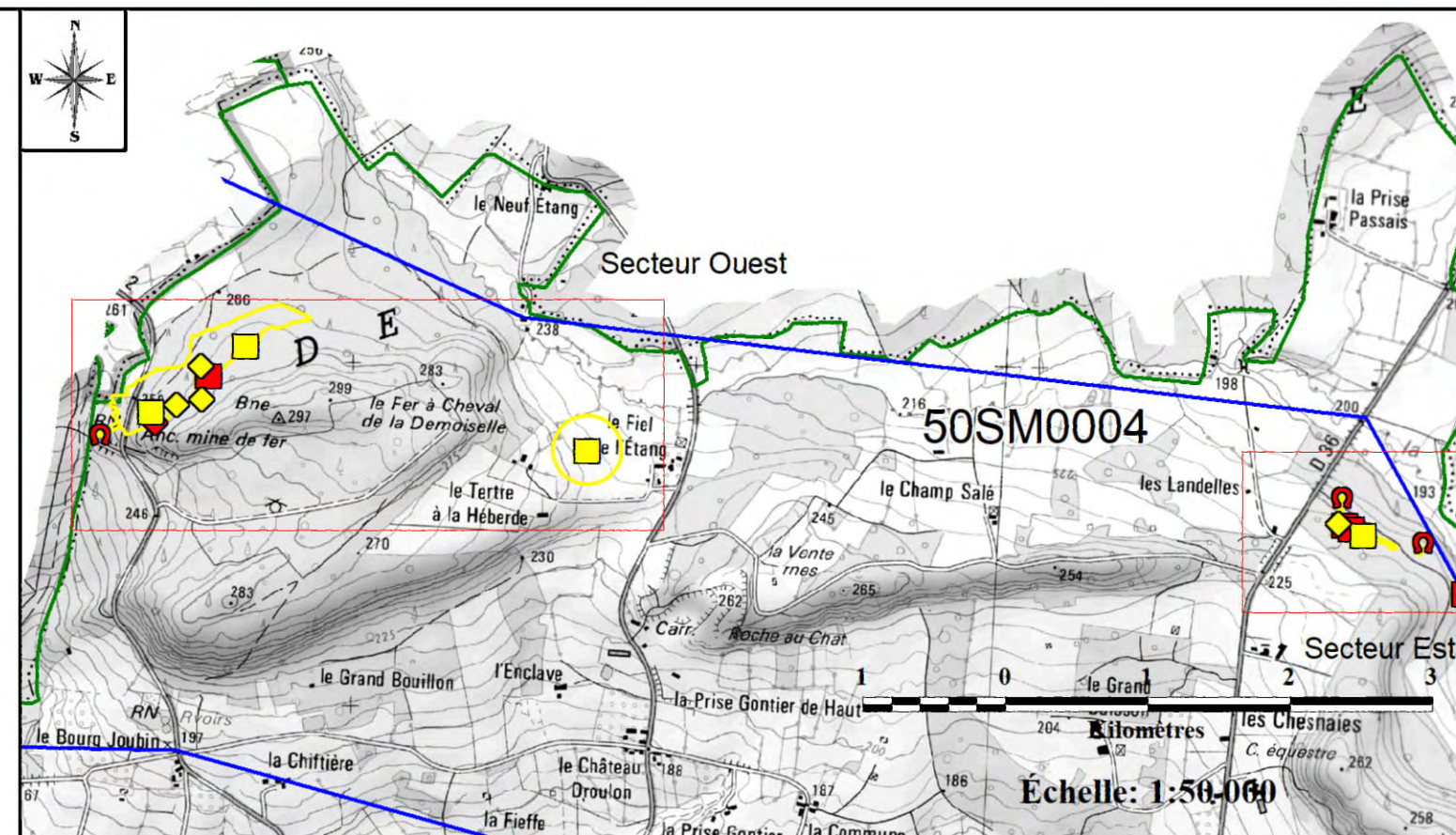


**ETUDE DES ALÉAS MINIERES DE LA CONCESSION
DE BOURBEROUGE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)**

**CARTE 5B : CARTE DE L'ALÉA TASSEMENT
DE LA COMMUNE DE BARENTON**

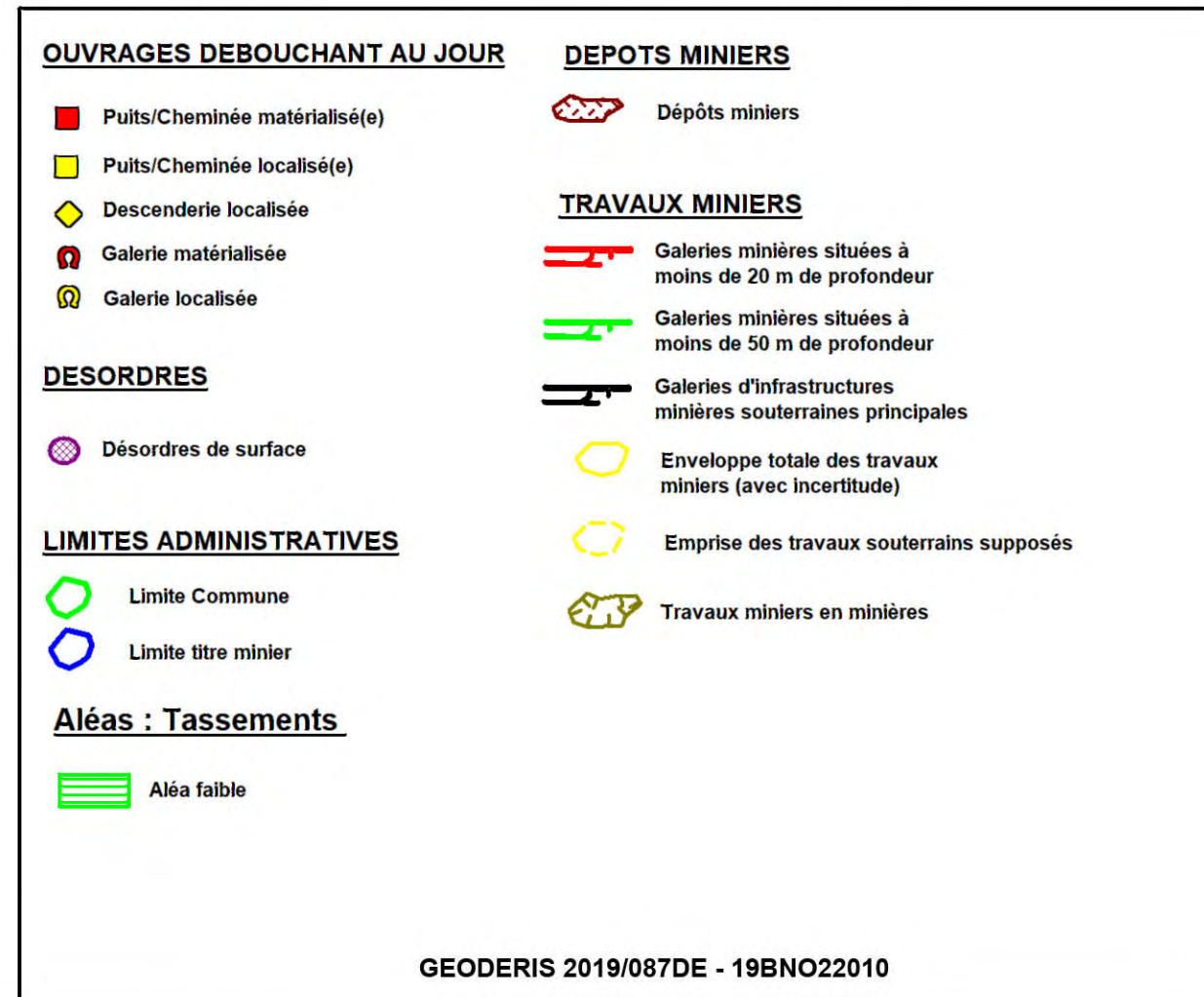
OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR  Puits/Cheminée matérialisé(e)  Puits/Cheminée localisée(e)  Descenderie localisée  Galerie matérialisée  Galerie localisée DESORDRES  Désordres de surface LIMITES ADMINISTRATIVES  Limite Commune  Limite titre minier Aléas : Tassements  Aléa faible	DEPOTS MINIER  Dépôts miniers TRAVAUX MINIER  Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur  Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur  Galeries d'infrastructures minières souterraines principales  Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)  Emprise des travaux souterrains supposés
--	---

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007

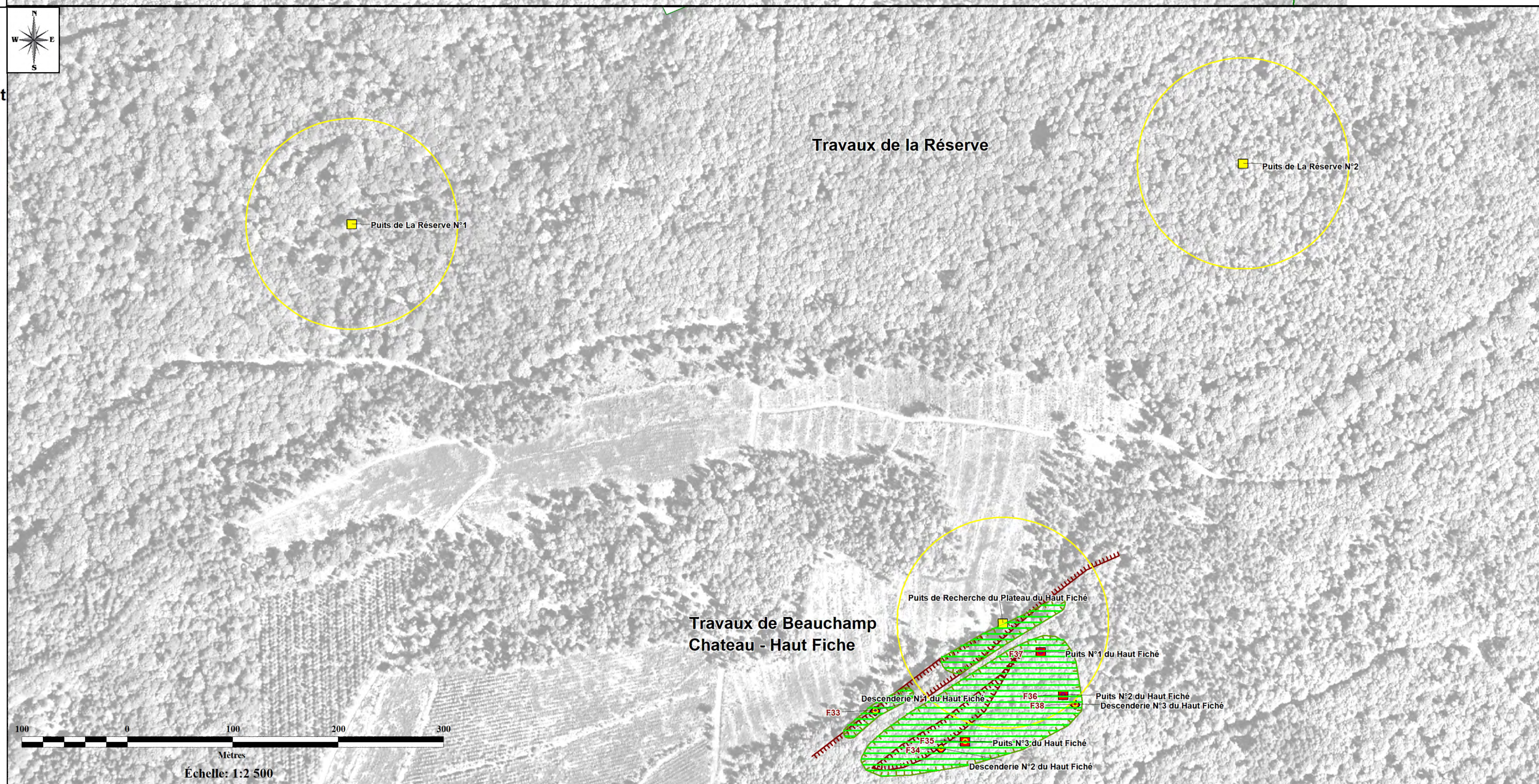
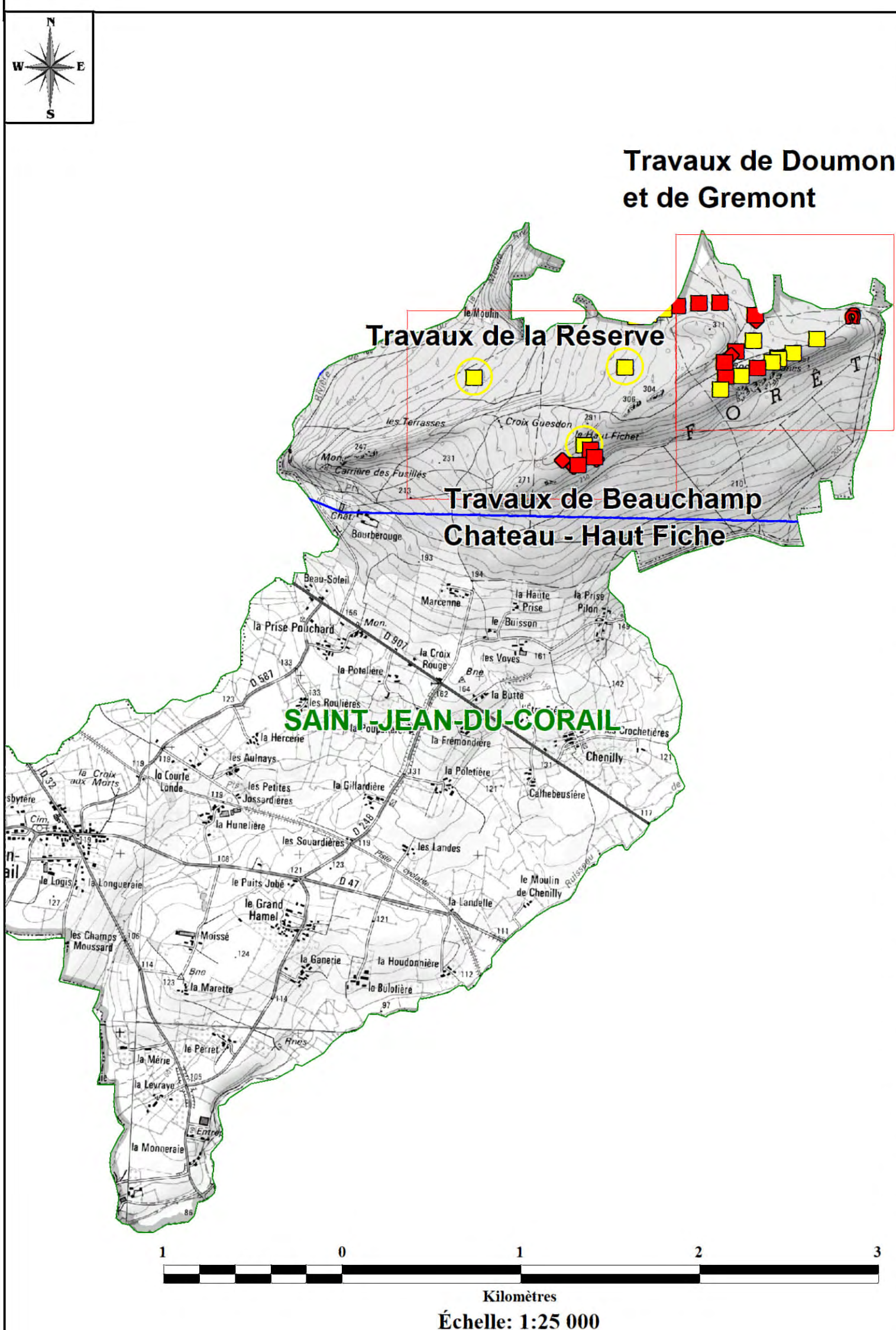
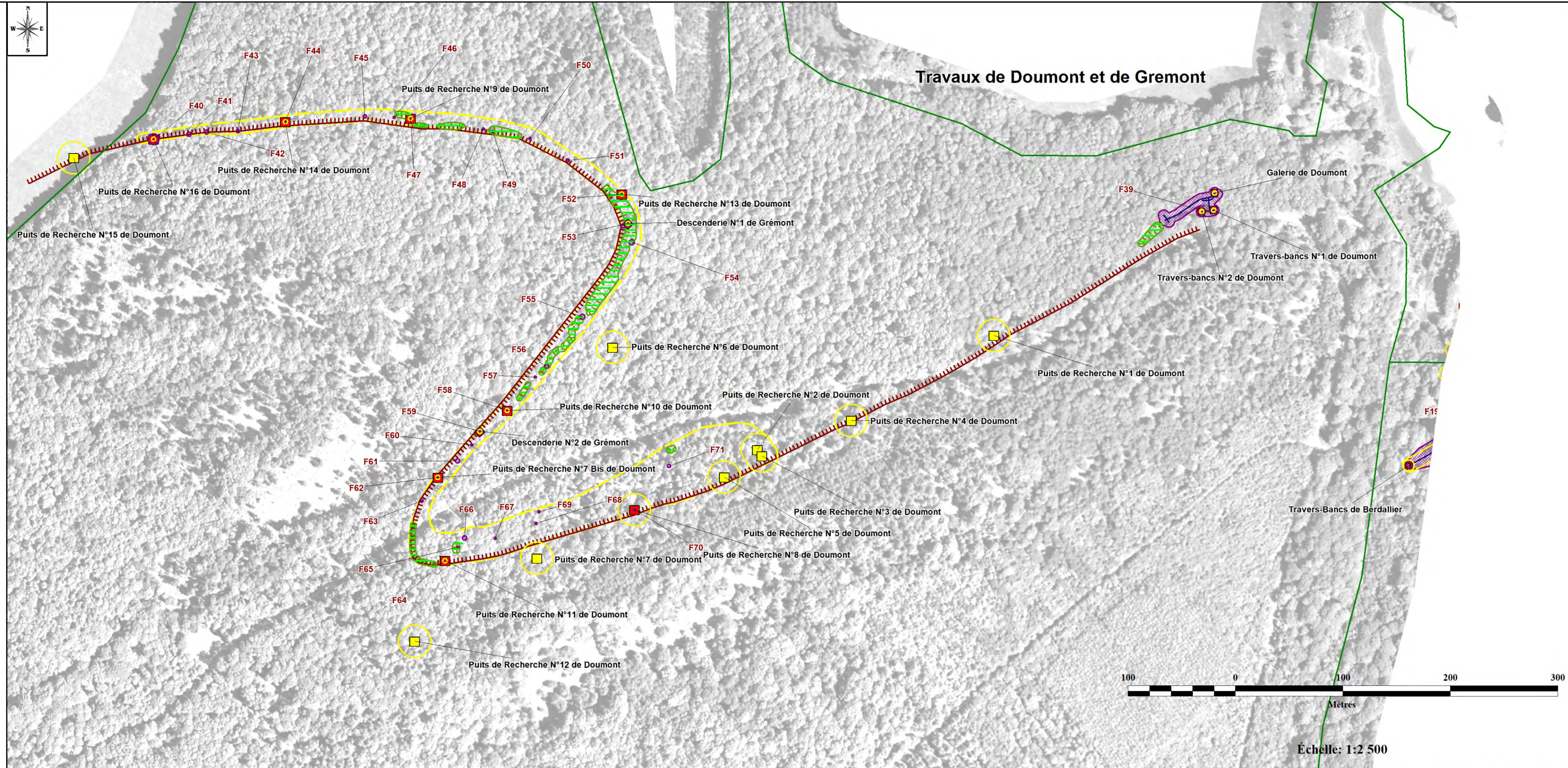


ETUDE DES ALÉAS MINIERES DE LA CONCESSION
DE BOURBEROUGE
(DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 5C : CARTE DE L'ALÉA TASSEMENT
DE LA COMMUNE DE SAINT JEAN DU CORAIL



Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



DREAL NORMANDIE

ETUDE DES ALÉAS MINIERIS DE LA CONCESSION DE BOURBEROUGE (DÉPARTEMENT DE LA MANCHE 50)

CARTE 5D : CARTE DE L'ALÉA TASSEMENT DE LA COMMUNE DE BION

OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

- Puits/Cheminée matérialisé(e)
- Puits/Cheminée localisé(e)
- ◆ Descenderie localisée
- Ⓜ Galerie matérialisée
- Ⓜ Galerie localisée

DESORDRES

- ⊗ Désordres de surface

LIMITES ADMINISTRATIVES

- Limite Commune
- Limite titre minier

Aléas : Tassements

- ▬▬▬ Aléa faible

DEPOTS MINIERIS

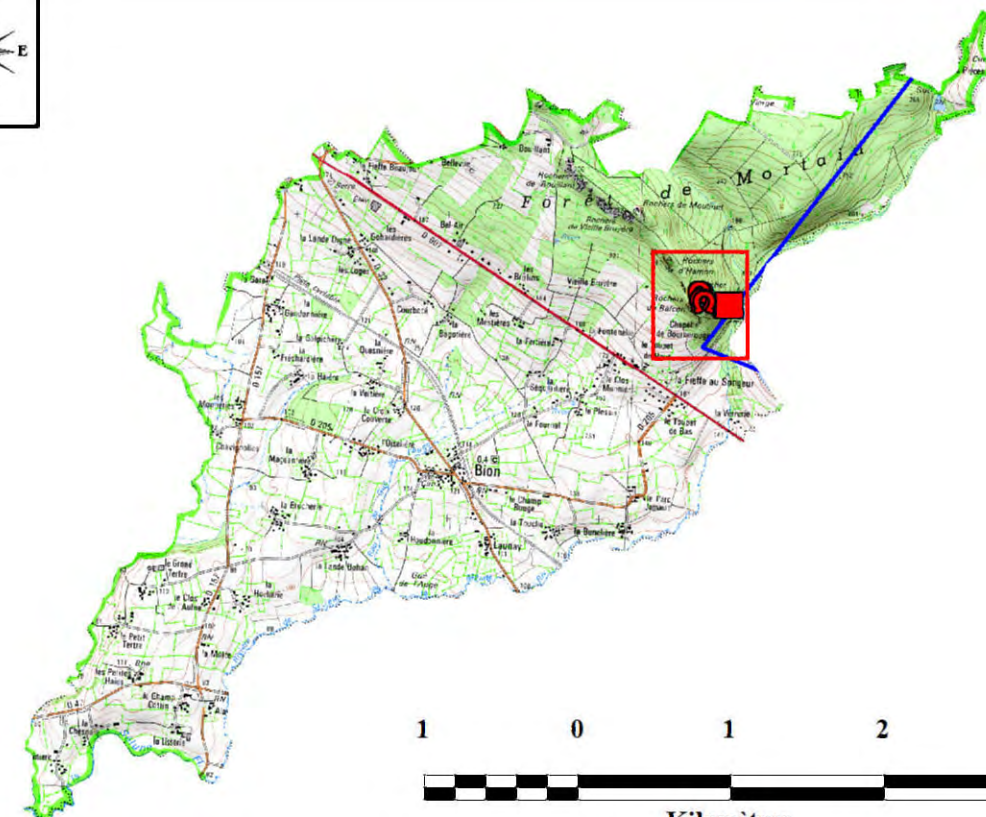
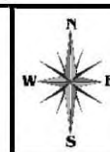
- Ⓜ Dépôts miniers

TRAVAUX MINIERIS

- ▬ Galeries minières situées à moins de 20 m de profondeur
- ▬ Galeries minières situées à moins de 50 m de profondeur
- ▬ Galeries minières situées à plus de 50 m de profondeur
- Enveloppe totale des travaux miniers (avec incertitude)
- Emprise des travaux souterrains supposés

GEODERIS 2019/087DE - 19BNO22010

Fond cartographique : BD ORTHO® de 2004 utilisée conformément aux dispositions prévues par le protocole IGN - MEDAD - MAP de juillet 2007



Kilomètres
Échelle: 1:50 000



Travaux de la Chapelle de Bourberouge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°8

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°7

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°6

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°4

Montage du Rocher de la Vierge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°3

Travers-bancs du Rocher de la Vierge

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°5

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°2

Montage de la Chapelle de Bourberouge N°1

100 0 100 200 300

Mètres
Échelle: 1:2 500