

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

**Bassin ferrifère de La-Fuly – Saint-Quentin-
Fallavier (Isère)
Evaluation et cartographie des aléas
mouvements de terrain**

RAPPORT S 2011/56DE - 11RHA2218

Date : 16/06/2011

**Bassin ferrifère de La-Fuly – Saint-Quentin-
Fallavier (Isère)
Evaluation et cartographie des aléas
mouvements de terrain**

RAPPORT S 2011/56DE - 11RHA2218

Diffusion :

DREAL Rhône-Alpes
5 ex. papier (2 Dreal, 2 communes, DDT)
6 CD (2 Dreal, 2 communes, DDT, Préfecture)

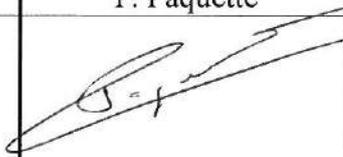
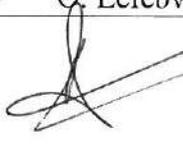
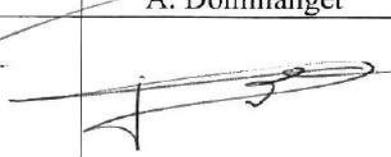
Bruno VAN MAËL

DREAL Languedoc-Roussillon

Jehan GIROUD

GEODERIS D

Hafid BAROUDI

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Y. Paquette	O. Lefebvre	A. Dommanget
Visa			

SOMMAIRE

1	Cadre et objectif	3
2	Définitions et méthodologie	5
2.1	Définitions : risque et aléa.....	5
2.2	Méthodologie	5
3	Résultats de l'étude	7
3.1	Phase informative.....	7
3.1.1	<i>Contexte géologique et hydrogéologique de l'exploitation</i>	7
3.1.2	<i>Contexte minier / historique</i>	8
3.1.3	<i>Méthodes d'exploitation</i>	11
3.1.4	<i>Etat actuel des sites d'exploitation</i>	13
3.1.5	<i>Cartes informatives</i>	17
3.2	Phase d'évaluation des aléas	18
3.2.1	<i>Aléas sur travaux souterrains de type « effondrement localisé »</i>	18
3.2.2	<i>Aléas sur travaux souterrains de type « tassement »</i>	19
4	Conclusion	21

Mots clés : Aléa, mouvement de terrain, Isère, mines de fer, La Fuly, Saint-Quentin-Fallavier

1 CADRE ET OBJECTIF

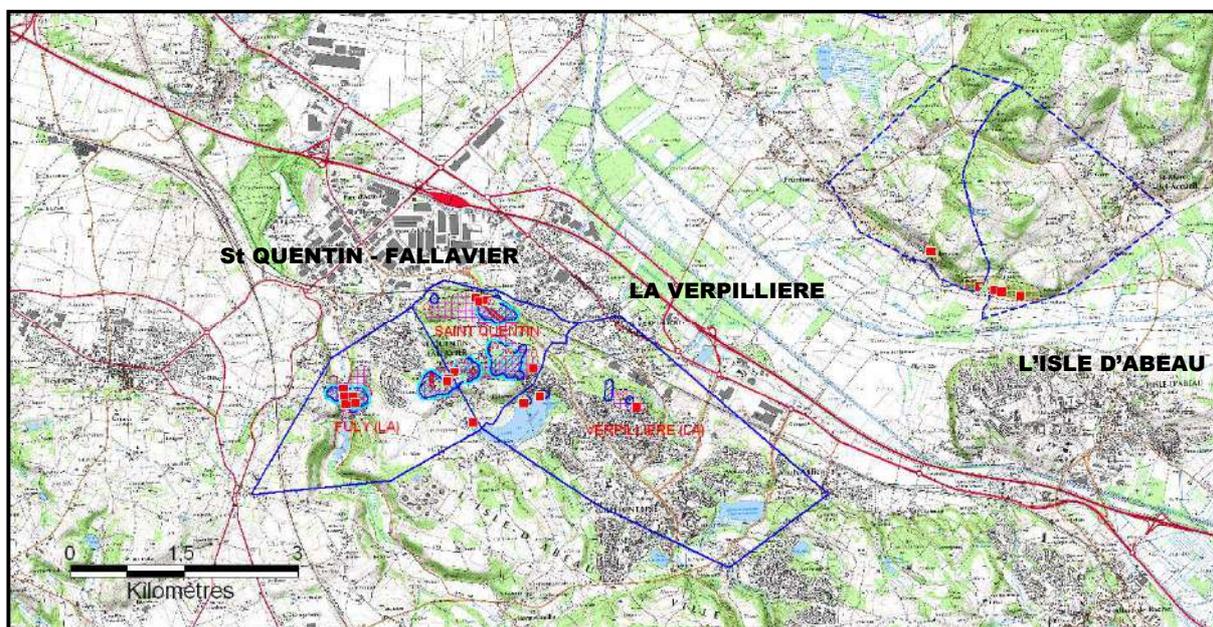
Dans le cadre du programme technique du GIP GEODERIS 2010 et de l'axe thématique « Reconnaissance et analyse du risque », la DREAL Rhône-Alpes a retenu l'étude des sites d'exploitation du bassin ferrifère de LA FULY - SAINT-QUENTIN-FALLAVIER (Isère), près de l'ISLE-D'ABEAU, décrite dans la fiche n° RHA 2.2.9 du programme.

Les concessions de ce petit bassin ferrifère (concessions de LA FULY, SAINT-QUENTIN, et LA VERPILLIERE), ont fait l'objet d'une étude rapide d'aléa mouvement de terrain, au cours de l'année 2008, au titre de la phase 2 du scanning (rapport INERIS DRS-08-88075-04852A).

Le gîte sédimentaire de minerai de fer oolithique (couche de moins de 1 m d'épaisseur) a fait l'objet d'exploitations souterraines ponctuelles à faible profondeur, jusque vers 1884. Les enjeux concernent de l'habitat dispersé, des voiries ou de possibles secteurs d'extension urbaine. En conséquence, il a été acté de lancer l'étude détaillée des aléas miniers de type « mouvements de terrain » sur ce bassin minier.

L'objectif est d'établir, à partir de la synthèse documentaire des données disponibles sur ce site, la carte informative et les cartes d'aléas « mouvements de terrain » puis d'en tirer les conclusions, notamment avec un porté à connaissance auprès des municipalités.

GEODERIS a confié cette étude au BRGM.



*Situation du gisement ferrifère de LA FULY – SAINT-QUENTIN - FALLAVIER
localisation des 3 concessions étudiées (BDSTM Geoderis)*

Les caractéristiques des titres miniers concernés par l'étude sont les suivantes (titre n° 38SM0036, n° 38SM0093 et n° 38SM0103) :

- ✓ Titre minier : LA FULY
Date d'octroi : 9 novembre 1844
Date de renonciation : 14 juin 1933
Substance : fer
Superficie : 280 ha
Exploitant principal : Compagnie des Forges de Pont-Evêque et de Givors
Périodes d'exploitation : 1844-1884
Dernier titulaire : Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse
N° de titre BDSTM : 38SM0036

- ✓ Titre minier : SAINT-QUENTIN
Date d'octroi : 12 juin 1843
Date de renonciation : 14 juin 1933
Substance : fer
Superficie : 210 ha
Exploitant principal : Compagnie des Forges de Pont-Evêque et de Givors
Périodes d'exploitation : 1843-1874
Dernier titulaire : Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse
N° de titre BDSTM : 38SM0093

- ✓ Titre minier : LA VERPILLIERE
Date d'octroi : 9 novembre 1844
Date de renonciation : 14 juin 1933
Substance : fer
Superficie : 742 ha
Exploitant principal : Compagnie des Forges de Pont-Evêque et de Givors
Périodes de recherche : 1843-1850
Dernier titulaire : Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse
N° de titre BDSTM : 38SM0103

2 DEFINITIONS ET METHODOLOGIE

2.1 Définitions : risque et aléa

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

L'aléa est hiérarchisé. On utilise les termes « **aléa fort** », « **aléa moyen** » et « **aléa faible** ».

Cette hiérarchisation signifie :

- 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 » ;
- que les phénomènes susceptibles de se produire dans les zones d' « aléa fort » sont d'une intensité plus élevée que dans les zones d' « aléa moyen » ou d' « aléa faible ».

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

2.2 Méthodologie

Conformément à la méthodologie des études détaillées des aléas (rapport INERIS DRS-06-51198/R01), ce travail est basé sur une analyse documentaire des archives, complétée par une enquête sur le terrain afin de rechercher les indices de désordre, les anciens ouvrages, rencontrer les personnes « sachantes »...

L'étude est axée sur l'évaluation et la cartographie des aléas « mouvements de terrain ».

Elle est structurée en deux volets :

- **une phase informative** : elle présente la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...). 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 de l'IGN et une carte des isopaques de recouvrement ;
- **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 BD ortho de l'IGN.

3 RESULTATS DE L'ETUDE

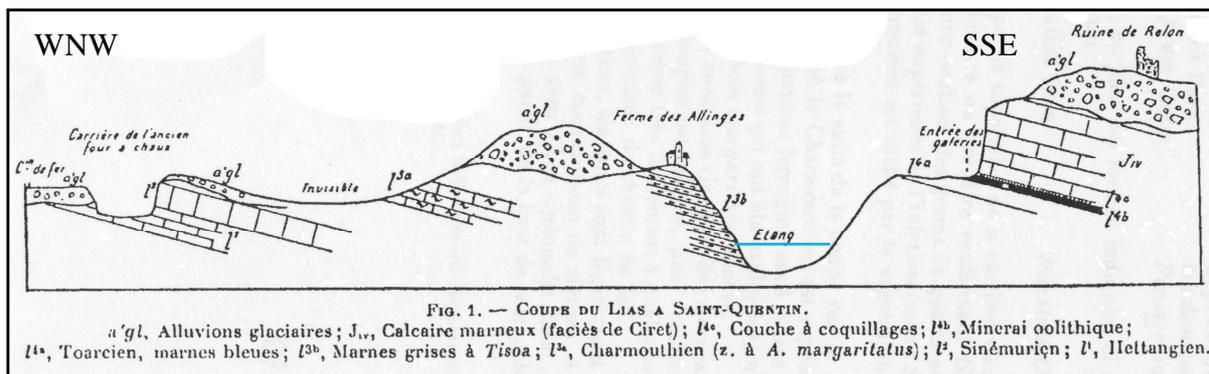
3.1 Phase informative

Les informations exploitées sont essentiellement issues des archives de la DREAL Rhône-Alpes de LYON, du BRGM, des archives nationales ou départementales (Isère).

Le dépouillement des archives a été complété par une enquête de terrain sur site, avec la recherche des indices de désordres, le repérage de l'emplacement des anciens ouvrages débouchant au jour, la rencontre de personnes « sachantes »...

3.1.1 Contexte géologique et hydrogéologique de l'exploitation

Le gisement ferrifère exploité à l'Est de l'agglomération lyonnaise est un gisement sédimentaire, stratiforme, monoclinale. Il concerne un ou deux bancs minces (0,35 m à 1 m d'épaisseur) de calcaire à oolithes ferrugineuses du lias (aalénien, toarcien), contenant 25 à 30 % de fer.



Coupe géologique du Lias à SAINT-QUENTIN. Travaux des MOINES (De Riaz et al.1913)

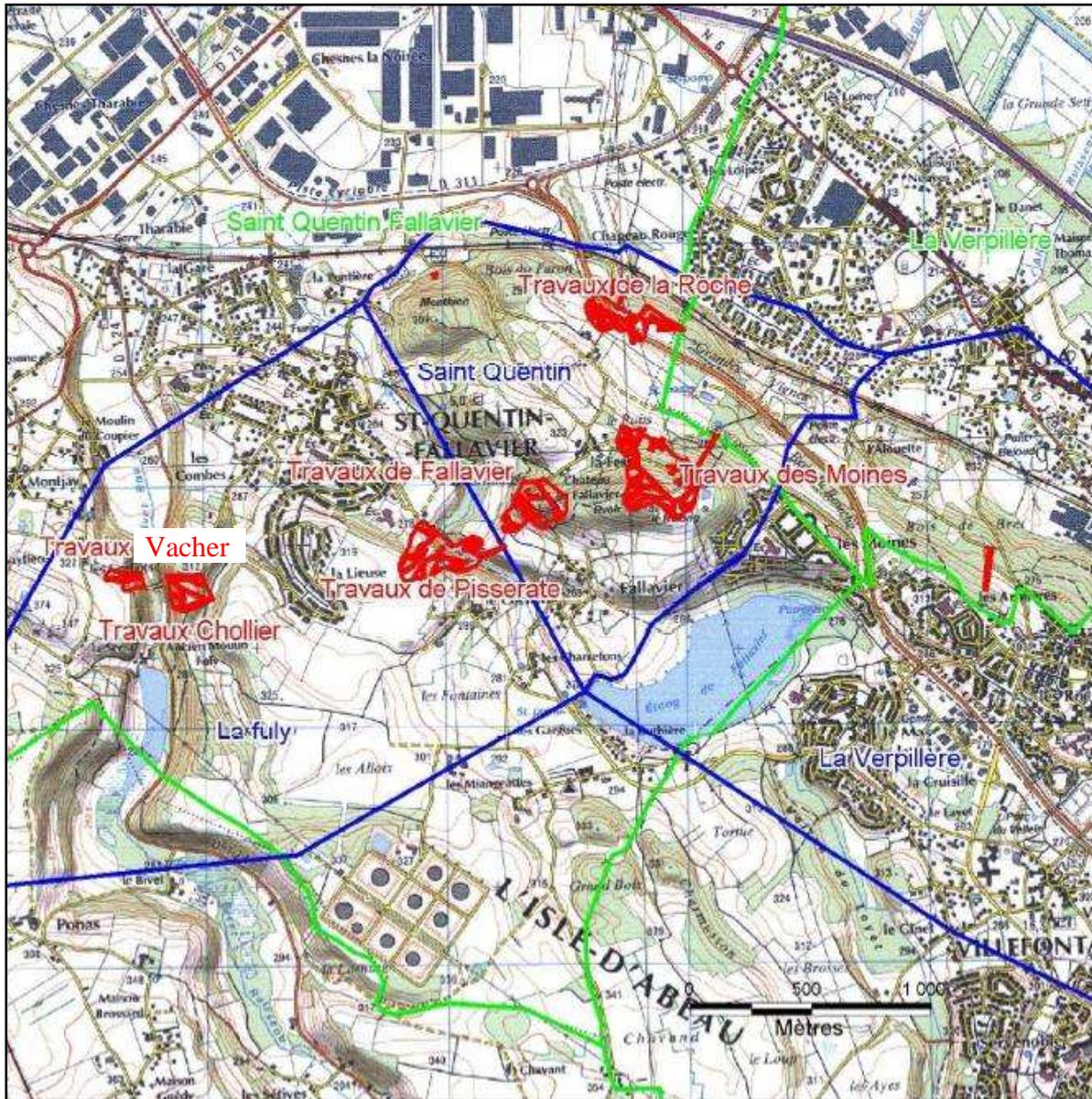
La série marno-calcaire jurassique présente au droit du gisement un léger pendage vers le Sud (jusqu'à une quinzaine de degrés) et est affectée de failles à faible rejet (quelques mètres).

Les terrains secondaires sont localement recouverts par des alluvions glaciaires d'épaisseur variable (jusqu'à une vingtaine de mètres sur le site de LA FULY).

Du fait du pendage du gisement, les exploitations eurent du mal à se développer vers l'aval sous le niveau de base de la nappe phréatique, les moyens d'exhaure de l'époque étant restreints (pompes à bras et siphons, galeries d'écoulement gravitaire vers les points bas).

3.1.2 Contexte minier / historique

Les affleurements du gisement de LA FULY / SAINT-QUENTIN-FALLAVIER ont été initialement exploités en petites carrières à ciel ouvert (régime des minières) avant de faire l'objet de concessions autorisant l'exploitation par travaux souterrains, à partir de 1843.



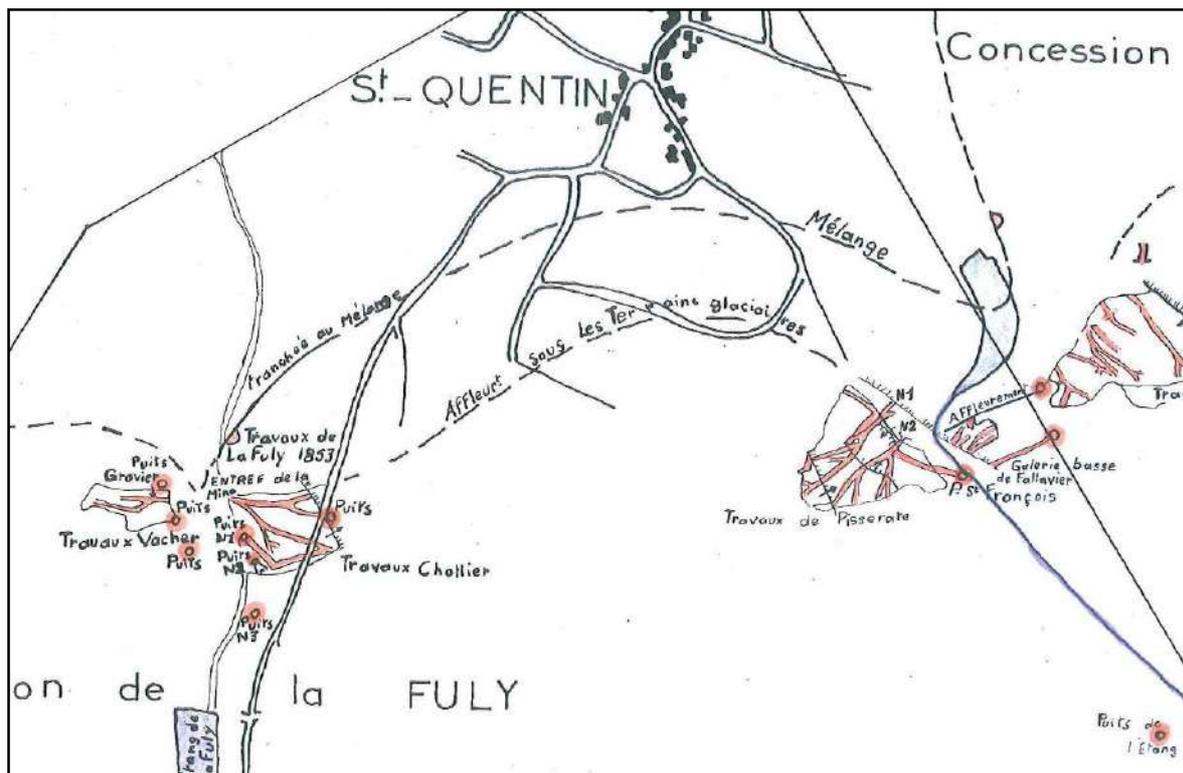
Situation des enveloppes de travaux

L'exploitation n'a été conduite de manière véritablement rationnelle que durant une douzaine d'années, de 1852 à 1864, par la Compagnie Anonyme des Forges de PONT-L'ÉVÊQUE et GIVORS. La crise de la métallurgie de 1863 et l'affluence des eaux entraînent la suspension des travaux. Quelques tentatives de reprise, notamment de 1882 à 1884 sur le secteur de PISSERATE à LA FULY, demeurèrent sans lendemain. La production totale des concessions de LA FULY et de SAINT-QUENTIN a été évaluée à environ 150 000 tonnes.

La concession de LA VERPILLIERE (au Sud de la commune de LA VERPILLIERE) ne renferme que des travaux de recherche, conduits de 1843 à 1847, et qui n'ont pas donné lieu à exploitation (1 galerie et 3 puits répertoriés, profonds de 9 à 12 m, non visibles sur le terrain).

Sur la concession de LA FULY, on note deux secteurs d'exploitation (commune de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER) :

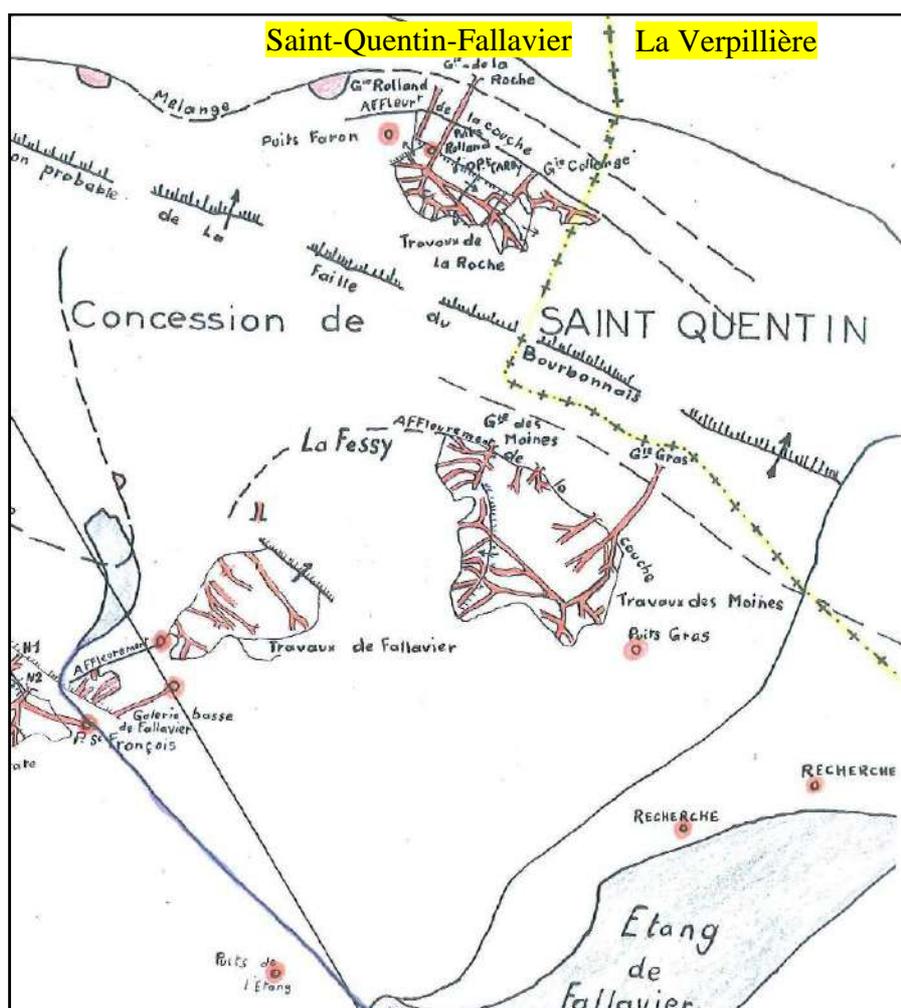
- les sites de VACHER et de CHOLLIER (lieu-dit LA FULY), ont exploité une couche épaisse de 0,5 m jusqu'à une trentaine de mètres sous le coteau, de part et d'autre du ruisseau BIVET (profondeur maximale de 40 à 50 m). On y dénombre 5 galeries et 7 puits ;
- le site de PISSERATE, dans la vallée des ALLINGES, a exploité un banc épais de 0,3 à 0,8 m, essentiellement sur le versant Sud, où les travaux ont pénétré de 200 m sous le coteau (profondeur maximale de 60 m). On y dénombre 9 galeries et 2 puits, outre un puits de recherche au Sud-Est (puits de l'Etang P12). La galerie basse de FALLAVIER G13, débutée en juillet 1864, a constitué une amorce de galerie d'exhaure pour permettre la reprise des travaux de FALLAVIER, alors suspendus (concession de SAINT-QUENTIN, à l'Est du site de PISSERATE).



Travaux de la concession de LA FULY (BRGM, d'après plan 1888)

Sur la concession de SAINT-QUENTIN, on note trois secteurs d'exploitations (communes de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER et pour une faible partie de LA VERPILLIERE) :

- le site de FALLAVIER, en rive droit du ruisseau des ALLINGES, a exploité la couche sous la butte du château de FALLAVIER jusqu'à 250 m en direction vers le Sud-Est (profondeur maximale de 40 m). On y dénombre 9 galeries et 1 puits ;
- le site des MOINES a exploité une couche de 0,5 à 0,8 m d'épaisseur jusqu'à 300 m en direction suivant la couche vers le Sud-Ouest (profondeur maximale de 60 m). On y dénombre 6 galeries dont la galerie d'écoulement GRAS G34, à l'aval de l'affleurement et au mur du gisement, ainsi qu'un puits ;
- le site de LA ROCHE a constitué le site principal de production vers 1860 sous la butte du BOIS FARON (couche de 0,6 m d'épaisseur). On y dénombre 4 puits et 4 galeries (outre une galerie de recherche G6 à l'Ouest des travaux). Une galerie d'exhaure (galerie de LA ROCHE G26) a été foncée au Nord du secteur, entre 1861 et 1863, afin de prolonger l'exploitation à l'aval. Implantée malheureusement insuffisamment bas dans la topographie, elle ne permettra pas la poursuite escomptée des dépilages au-delà de 1864 devant la « grande affluence des eaux ».



Travaux de la concession de SAINT-QUENTIN (BRGM, d'après plan 1888)

3.1.3 Méthodes d'exploitation

La méthode d'exploitation utilisée dans les travaux souterrains est une méthode qualifiée de « grandes tailles ».

Le gisement était reconnu par un réseau de galeries principales, suivant la pente puis en direction, et secondaires, conduites en arrêtes de poisson à partir du réseau principal.

Les panneaux tracés entre les galeries secondaires étaient ensuite intégralement dépilés, les remblais stériles abondants produits par l'exploitation permettaient de ménager au sein des zone dépilées des galeries d'accès aux chantiers en constituant des « hagues et bourrages » (PV de visite de décembre 1864).

Hormis les galeries d'ossatures demeurées ouvertes, notamment au voisinage des affleurements, cette méthode d'exploitation quasi intégrale a généré peu de vides, les toits marno-calcaires s'effondrant rapidement dans les foudroyages ou sur les matelas de remblais.



Plan détaillé des travaux de LA FULY 1/1000^{ème}, site de PISSERATE, 1884
Archives DREAL RHA



Site des MOINES. Galerie G32 ouverte et pénétrable dans les anciens travaux sur 70 m de longueur environ. Hagues et bourrages

3.1.4 Etat actuel des sites d'exploitation

Orifices débouchant au jour

Sur les 3 concessions étudiées, 54 ouvrages miniers débouchant au jour ont été inventoriés : 19 puits (profonds de quelques mètres jusqu'à une trentaine de mètres) et 35 galeries (galeries d'exploitation ou de recherches). Quelques-uns de ces orifices, essentiellement des galeries obturées ou des plates-formes d'emplacement de puits remblayés, sont directement observables ou perceptibles dans la topographie et ont permis de recalculer les plans disponibles.

Certaines de ces galeries étaient encore ouvertes et pénétrables vers les anciens travaux il y a peu de temps. Elles ont fait l'objet de travaux de comblement (par la municipalité de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER ou les propriétaires) devant les nombreuses visites et incursions de collectionneurs de fossiles (ammonites) dans ces réseaux souterrains.

Une seule de ces galeries apparaît néanmoins aujourd'hui ouverte et pénétrable en profondeur dans les anciens défilés du site des MOINES, sur environ 70 m : la galerie G32 (voir planche photographique) alors que la galerie G33 proche a été récemment obturée (ou refermée ?).

Sur le site de LA ROCHE, une galerie maçonnée, saine et sèche (galerie ROLLAND, G25), demeure pénétrable sur une vingtaine de mètres sans déboucher sur des travaux (obturée en profondeur par des terres). Située en bordure de chemin non loin de la voie rapide, de nombreux débris sont accumulés à son entrée.

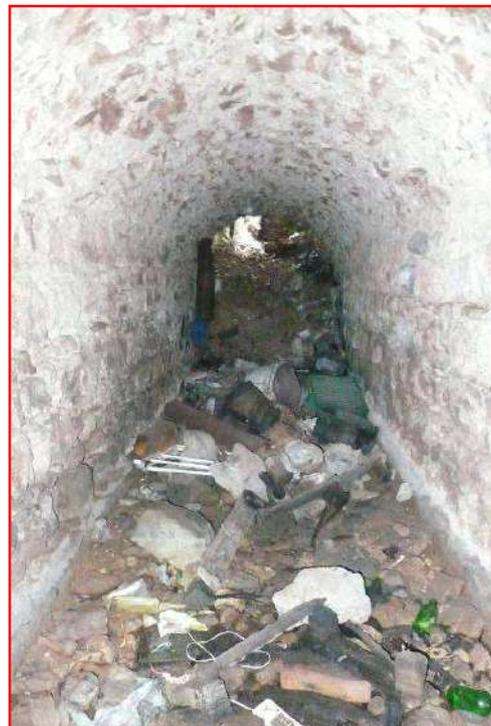
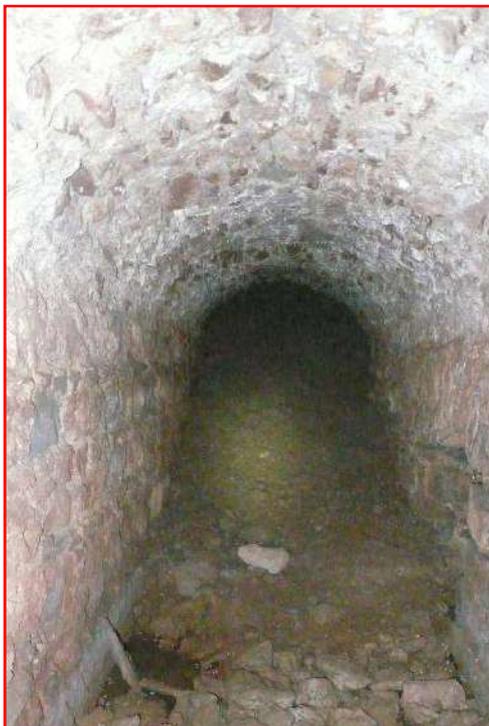
Deux galeries d'écoulement sont conservées ouvertes et non remblayées (galerie de LA ROCHE G26 et galerie GRAS G34).

Sur le site des MOINES, la galerie d'écoulement GRAS G34, en bordure de piste forestière, près d'un bâtiment minier en ruine et d'un ancien bassin maçonné de collecte des eaux, est maintenue ouverte, avec un orifice maçonné hors sol simplement obturé par une porte métallique cadenassée. Elle apparaît en tête entièrement bétonnée et saine, avec une pente marquée vers l'amont. Elle ne présentait pas d'écoulement des eaux lors de nos visites de 2010, un griffon en plomb situé plus à l'aval semble alimenter directement le bassin réservoir.

Sur le site de LA ROCHE, la galerie d'écoulement de LA ROCHE G26, en bordure de chemin près de la voie ferrée, est maintenue ouverte, simplement obturée par une grille métallique bloquée par des terres. La galerie bétonnée apparaît saine en tête avec un petit plan d'eau de quelques décimètres de profondeur, retenu par le barrage de terre.



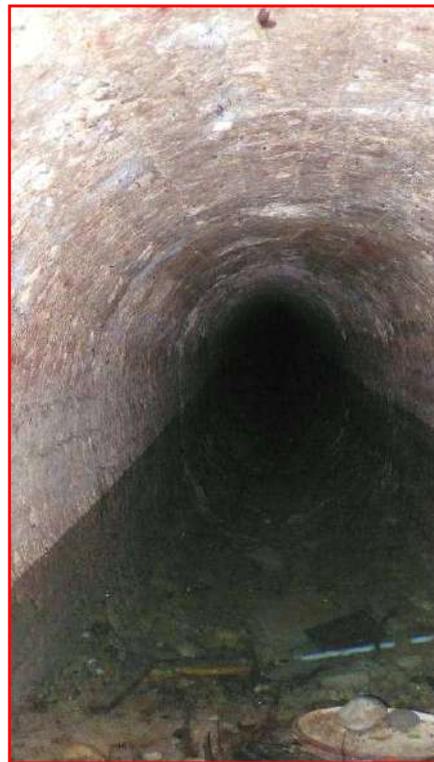
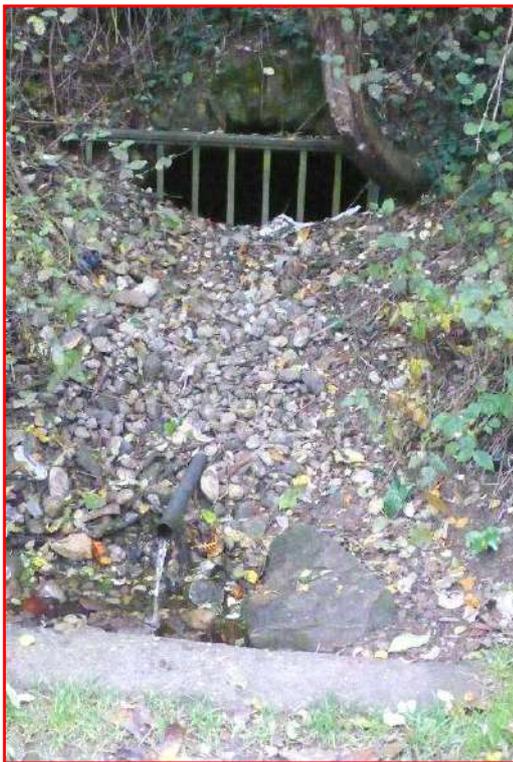
Site des MOINES. Galerie G33 récemment obturée



Site de LA ROCHE. Galerie ROLLAND G25, ouverte sur une vingtaine de mètres. Détritus



Site des MOINES. Galerie d'écoulement GRAS G34, bassin réservoir aval et griffon



Site de LA ROCHE. Galerie d'écoulement de LA ROCHE G26

Dépôts

La méthode d'exploitation a généré peu de stériles d'exploitation, ceux-ci étant laissés comme remblais dans les anciens travaux.

De nombreux résidus pierreux de quelques dizaines ou centaines de m³ sont observables aux débouchés des galeries. Deux dépôts plus conséquents de pierres de calcaires plus ou moins ferrugineux ont cependant été identifiés :

- l'un sur le site de VACHER, dans un pré en rive gauche du ruisseau de BIVET (dépôt de 60 m de longueur, 20 m de largeur pour 3 à 5 m d'épaisseur) ;
- l'autre dans les bois du site de FALLAVIER, près de la galerie G20 (dépôt d'environ 30 m de longueur, 30 m de largeur pour 3 à 5 m d'épaisseur).



*Site des MOINES
Petit dépôt à l'aval de la galerie G32*



*Site de FALLAVIER
Petit dépôt à l'aval de la galerie G17*



Site de FALLAVIER. Dépôt à l'aval de la galerie G20



Site de LA FULLY. Dépôt pierreux du puits Vacher



Désordres observés ou signalés

Peu de désordres ont été observés sur ces petits sites miniers répartis en zone forestière ou agricole.

On note sur le site de LA ROCHE :

- un petit effondrement de la tête de galerie G28 (vide superficiel de 1 m³) noté D1,
- une vingtaine de mètres à l'amont, un petit fontis sur travaux superficiels noté D2, non loin des fondations d'un pylône haute-tension (2 m de diamètre, 1 m de profondeur).



Site de LA ROCHE. Petit effondrement sur la tête de galerie G28



Site de LA ROCHE. Petit fontis sur le layon près du pylône HT

Enfin, une cuvette d'effondrement de 2 m de diamètre et 1 m de profondeur a été signalée par la mairie de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER en juin 1993 au lieu-dit de LA FESSY (site des MOINES) sur une propriété privée (situation exacte inconnue). Elle était en communication avec un réseau de galeries situé vers 5 m de profondeur et a été comblée de terres.

3.1.5 Cartes informatives

La carte informative au 1/2 500^{ème} obtenue à l'issue de la démarche dresse la cartographie des enveloppes de travaux connus sur le fond orthophotoplan IGN (les éléments reportés sont disponibles sous la forme d'un Système d'Information Géographique au format Mapinfo 9.5).

La carte positionne le tracé des affleurements, les ouvrages débouchant au jour (galeries et puits) observés ou non, les galeries d'écoulement, les dépôts miniers, l'enveloppe des travaux souterrains connus ou supposés, les emplacements d'anciennes carrières à ciel ouvert (carrières à remblais ?), les emplacements de désordres identifiés.

La carte informative est complétée par une carte des iso-épaisseurs de recouvrement (isopaques) indiquant la profondeur des travaux situés entre 0 et 20 m et entre 20 et 60 m.

Notons que le calage général des plans miniers géoréférencés est réalisé avec une incertitude variant entre 5 m et 20 m (l'incertitude des ouvrages de recherche de LA VERPILLIERE ou du puits de l'ETANG de PISSERATE est par contre elle de 60 m).

3.2 Phase d'évaluation des aléas

Compte-tenu des données issues de la phase informative, le principal aléa retenu au terme de cette étude concerne essentiellement la probabilité d'occurrence d'événements de type « mouvements de terrain » par « effondrement localisé » au droit des orifices débouchant au jour (galeries, têtes de puits) ou au droit de galeries isolées et non remblayées dans les travaux peu profonds, outre les aléas « tassement » au droit de ces travaux peu profonds.

L'aléa « effondrement généralisé » et l'aléa « affaissement » n'ont pas été retenus par l'étude du fait du contexte des travaux.

Les cartes d'aléas prennent en compte l'enveloppe d'incertitude de positionnement des travaux ou orifices (selon l'ancienneté et la précision des plans) et l'influence latérale du phénomène.

3.2.1 Aléas sur travaux souterrains de type « effondrement localisé »

L'aléa « effondrement localisé », par remontée de fontis sur éboulement de galeries ou chantiers dans des travaux peu profonds ou par apparition de désordre sur les orifices d'anciens ouvrages débouchant au jour et mal remblayés, a été cartographié :

- avec un niveau « moyen » pour l'ensemble des puits débouchant au jour de plus de 20 m de profondeur et utilisés pour l'exploitation et « faible » pour les puits d'exploitation de moins de 20 m de profondeur ou les puits de recherche. Les conditions de remblayage des puits et leurs caractéristiques demeurent inconnues. La prédisposition à cet aléa est considérée sensible pour les puits connectés aux travaux et peu sensible pour les puits de recherche. L'intensité est considérée modérée pour les puits de plus de 20 m de profondeur où la présence d'alluvions en tête est suspectée, et limitée pour les puits de moins de 20 m de profondeur ;
- avec un niveau « moyen » pour l'ensemble des entrées de galeries, à l'exception des 2 entrées bétonnées et ouvertes des galeries d'écoulement GRAS (G34) et de LA ROCHE (G26) où cet aléa est qualifié de « faible ». Les conditions d'obturation des entrées de galeries à flanc de coteau, sont généralement sommaires, simplement entravées par dépôts de terres devant les orifices ;
- avec un niveau « faible » à l'aplomb des quartiers d'exploitation peu profonds (tranche 0 - 20 m) plus ou moins bien remblayés, où peuvent subsister des réseaux de galeries ouverts (prédisposition sensible à peu sensible et intensité modérée à élevée) ou au droit des zones de travaux supposés (absence de plans).

3.2.2 Aléas sur travaux souterrains de type « tassement »

L'aléa « tassement » a été cartographié avec un niveau « faible » sur l'ensemble des zones de travaux connus ainsi que sur les dépôts cartographiés, du fait des possibilités de recompaction des terrains sous-minés ou des terrains meubles, sous l'effet de sollicitations mécaniques ou hydrauliques (prédisposition peu sensible et intensité limitée).

4 CONCLUSION

Les concessions de minerai de fer de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER ont été exploitées au XIX^{ème} siècle sur différents secteurs, d'extension et de profondeur limitées (jusqu'à une soixantaine de mètres). Les couches exploitées concernaient 2 bancs minces (0,50 à 0,80 m) de calcaire à oolithes ferrugineuses.

Si l'emprise globale des travaux miniers a été localisée, seuls les plans détaillés des travaux du quartier de la PISSERATE (1/1 000^{ème}) et du quartier CHOLLIER (1/500^{ème}) ont été retrouvés. Les autres secteurs ont été localisés et renseignés à partir d'un plan schématique au 1/10 000^{ème}, impliquant une incertitude conséquente. Finalement, l'incertitude liée au géoréférencement des éléments miniers pris en compte oscille entre 5 et 60 m.

54 ouvrages miniers débouchant au jour ont été inventoriés (19 puits profonds de quelques mètres à une trentaine de mètres, 35 galeries) dont la moitié a été repérée sur le terrain. À ces ouvrages, s'ajoutent 4 petits secteurs d'exploitation à ciel ouvert ou carrière et 2 petites verses à stériles de creusement.

Les méthodes d'exploitation utilisées d'après les plans et écrits attestent d'un défilage quasi-intégral des travaux en profondeur, avec remblayage par les stériles produits par les creusements. Des accès protégés autour des galeries d'infrastructure étaient aménagés par des massifs de remblais (méthode assimilable à des « hagues et bourrages » des carrières parisiennes).

Deux types d'aléa mouvement de terrain ont été retenus sur les concessions de minerai de fer de SAINT-QUENTIN-FALLAVIER :

- l'aléa le plus pénalisant est l'aléa effondrement localisé, retenu à l'aplomb des travaux et galeries situés à moins de 20 m de profondeur. Le niveau d'aléa le plus élevé, fixé à moyen, est attribué aux orifices de galeries non maçonnées et aux têtes de puits les plus profonds ; l'aléa faible est retenu au droit des secteurs de travaux situés à moins de 20 m de profondeur ;
- un aléa tassement a été attribué à l'ensemble des travaux avérés, pour intégrer de manière raisonnable, la forte incertitude liée à l'estimation de la profondeur et à la méthode d'exploitation, vu la qualité des plans disponibles.

Au final, peu d'enjeux sont directement concernés par ces aléas situés en zone agricole ou forestière. L'aléa effondrement localisé concerne toutefois les abords du château de FALLAVIER et du lotissement situé au Sud de la ferme des ALLINGES, l'aléa tassement concerne la route D313.

Une entrée de galerie (G32 sur le site des MOINES), reste facilement pénétrable et donne accès à un secteur de travaux sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur. Il conviendra de faire condamner par remblayage cet orifice dangereux pour les personnes qui viendraient à y pénétrer.

Enfin, les deux galeries d'exhaure recensées (galerie de LA ROCHE G26 sur le site de La ROCHE et galerie GRAS G34 sur le site des MOINES) méritent d'être surveillées par les communes (notamment vis-à-vis de la pérennité de l'écoulement).

ANNEXE A

*Rapport de phase informative et d'aléa
BRGM/RP-59170-FR - novembre 2010*

(hors texte)



**Étude des aléas miniers dans le bassin ferrifère
de la Fuly (Saint-Quentin-Fallavier, 38).
Phase informative et évaluation
des aléas mouvement de terrain.**

Rapport final

BRGM/RP-59170-FR

novembre 2010

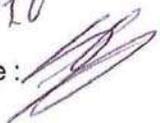
Étude des aléas miniers dans le bassin ferrifère de la Fuly (Saint-Quentin-Fallavier, 38). Phase informative et évaluation des aléas mouvement de terrain.

Rapport final

BRGM/RP-59170-FR
novembre 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM/PSP10REM15

J. Guoin et A. Nachbaur,
avec la collaboration de
P. Vadala et P-M. Machault.

<p>Vérificateur :</p> <p>Nom : E. Equilbey</p> <p>Date : <i>Novembre 2010</i></p> <p>Signature : </p>

<p>Approbateur :</p> <p>Nom : D. Artignan</p> <p>Date : <i>Nov 2010</i></p> <p>Signature : </p>

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur : GIP-GEODERIS, en 5 exemplaires conformément aux termes de la convention.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait, et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Mots clés : Aléa, Effondrements localisés, Fer oolithique, Après-Mine.

Mots clés géographiques : La Fuly, Saint-Quentin-Fallavier, La Verpillière, Isère.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Gouin J. et Nachbaur A. (2010) – Étude des aléas miniers dans le Bassin ferrifère de La Fuly (Saint-Quentin-Fallavier, 38). Phase informative et évaluation des aléas mouvement de terrain. BRGM/RP-59170-FR, 63 p., 12 fig., 6 tabl., 6 ann., 4 pl. h.t.

Synthèse

Les concessions de minerai de fer oolithique de La Fuly, La Verpillière et Saint-Quentin, situées sur la commune de Saint-Quentin-Fallavier (Isère) renferment d'anciens travaux miniers. Elles sont juxtaposées à la concession de fer de Saint-Quentin et proche de celle de La Verpillière. Les autres communes concernées par ces 3 concessions sont Bonefamille, La Verpillière-Villefontaine et Vaulx-Milieu.

Les dépôts minéralisés sont de type fer oolithique datant du Lias inférieur. Ils ont été exploités par travaux souterrains à de faibles profondeurs. Les désordres recensés sont de faible importance, et consistent en 3 fontis de taille limitée éloignés des habitations.

Les concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier ont été exploitées sur différents secteurs, d'extension limitée et pour une profondeur maximale de 60 m. L'emprise des travaux miniers est connue, mais seuls les plans des travaux du quartier de la Pisserate et du quartier Cholier ont été retrouvés. Les autres secteurs ont été localisés et renseignés à partir d'un plan schématique au 1/10 000, impliquant une incertitude conséquente. Finalement, l'incertitude liée au géoréférencement des éléments miniers oscille entre 5 et 60 m.

54 ouvrages miniers débouchant au jour ont été inventoriés (19 puits, 35 galeries) dont un grand nombre a été repéré sur le terrain. À ces ouvrages, s'ajoutent 1 bassin de réception des eaux d'exhaure, 4 carrières et 2 zones de déblais.

La méthode d'exploitation est peu explicitée. Plusieurs indices attestent d'une exploitation par dépilages intégral et remblayage avec les déchets de l'extraction, en aménageant des accès protégés autour des galeries d'infrastructures (méthode assimilable à des « hagues et bourrages » des carrières parisiennes).

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain ont été retenus sur les concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier. L'aléa le plus pénalisant est l'aléa effondrement localisé, retenu à l'aplomb des travaux et galeries situés à moins de 20 m de profondeur. La très faible puissance (1 m maximum dans les travaux, probablement remblayés) justifie cette faible portion des travaux concernés. Le niveau le plus élevé, fixé à moyen, est attribué aux têtes d'ouvrages non maçonnées et sur les puits les plus profonds. Par ailleurs, un aléa tassement a été attribué à l'ensemble des travaux avérés, de manière à intégrer de manière raisonnable, la forte incertitude liée à l'estimation de la profondeur et à la méthode de travaux, vu la qualité des plans disponibles.

Les zones d'aléa faible sur les travaux supposés sont figurées en vert, pour les différencier des autres zones d'aléa faible, conventionnellement figurée en jaune, de manière à conserver l'information de l'existence ou non de plans.

Signalons que l'entrée de 2 galeries (G25 et G32), bien qu'éboulées, reste facilement pénétrable. Plusieurs autres galeries dont l'entrée est comblée, pourraient également être rendues accessibles. De plus, les deux galeries d'exhaure recensées méritent d'être surveillées (et notamment la pérennité de l'écoulement).

Sommaire

1. Introduction	9
2. Documents consultés et travaux réalisés	11
2.1. DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE	11
3. Données informatives	13
3.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DES CONCESSIONS DE FER DE SAINT-QUENTIN-FALLAVIER.....	13
3.1.1. Situation géographique.....	13
3.1.2. Cadre administratif des concessions de fer.....	13
3.2. CONTEXTE GÉNÉRAL DU GISEMENT	14
3.2.1. Géologie et structure	14
3.2.2. La minéralisation	16
3.3. DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS MINIÈRES	17
3.3.1. Historique	17
3.3.2. Méthode d'exploitation.....	19
3.3.3. Production	20
3.4. DONNÉES INFORMATIVES	20
3.4.1. Les plans miniers.....	20
3.4.2. Les ouvrages miniers	21
3.4.3. Ennoyage des travaux miniers	24
3.4.4. Autres éléments miniers	24
3.5. CARTE INFORMATIVE	26
3.5.1. Géoréférencement et vectorisation des plans miniers.....	26
3.5.2. Précision des reports cartographiques	30
3.5.3. Calcul et cartographie des épaisseurs du recouvrement des travaux souterrains.....	31
3.5.4. Présentation de la carte informative	31
4. Identification des aléas mouvements de terrain retenus sur le bassin ferrifère de La Fuly	33
4.1. LE PHÉNOMÈNE D'EFFONDREMENT LOCALISÉ	33
4.1.1. Description du phénomène.....	33
4.1.2. Cavités à l'origine des effondrements localisés.....	34

4.2. LE PHÉNOMÈNE D'EFFONDREMENT GÉNÉRALISÉ.....	35
4.3. LE PHÉNOMÈNE D'AFFAISSEMENT	35
4.4. LE PHÉNOMÈNE DE TASSEMENT	36
4.5. LE PHÉNOMÈNE DE MOUVEMENT DE PENTE.....	36
5. Évaluation des aléas « mouvements de terrain »	37
5.1. ZONE D'ALTÉRATION SUPERFICIELLE	37
5.2. ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ LIÉ AUX PUITES	37
5.2.1. Aléa effondrement localisé liés aux puits	37
5.2.2. Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains (et galeries isolées).....	39
5.3. ALÉA TASSEMENT SUR LES TRAVAUX.....	44
5.4. SYNTHÈSE	45
5.4.1. Récapitulatifs des aléas retenus sur le bassin ferrifère de la Fuly	45
5.4.2. Présentation de la carte des aléas.....	45
6. Conclusion.....	47
7. Bibliographie	49

Liste des figures

Figure 1 : Situation géographique des concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier.....	13
Figure 2 : Coupe géologique réalisée au niveau des travaux des Moines	17
Figure 3 : Extrait de la carte géologique issue d'infoterre centrée sur Saint-Quentin-Fallavier.....	16
Figure 4 : Incertitudes de géoréférencement du plan général au 1/10 000 (plan 1).....	26
Figure 5 : Incertitudes de géoréférencement du plan des travaux de la Pisserate (plan 2).	27
figure 6 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur ouest (plan 1).....	33
Figure 7 : Incertitude de géoréférencement du plan des travaux de la Fuly, quartier Chollier (plan 3).....	28

Figure 8 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur nord au 1/1 000.	29
Figure 9 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur est au 1/1 000.	30
Figure 10 : Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé (d'après « Évaluation des Aléas liés au Cavités Souterraines » – Guide méthodologique LCPC/INERIS 2002).	33
Figure 11 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé.	35
Figure 12 : Schéma de construction de l'aléa.	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ouvrages débouchant au jour recensés sur les concessions de la Fuly, la Verpillière et Saint-Quentin.	23
Tableau 2 : Tableau de géoréférencement des plans miniers.	31
Tableau 3 : Récapitulatif des aléas retenus sur les puits des concessions de fer de Saint-Quentin-Fallavier.	39
Tableau 4 : Résultat des calculs volumétriques, avec une remontée parabolique.	42
Tableau 5 : Synthèse des niveaux de prédisposition retenus pour l'aléa effondrement localisé.	42
Tableau 6 : Récapitulatif des aléas mouvements de terrain retenus sur le bassin ferrifère de la Fuly.	45

Liste des annexes

Annexe 1 : Plans miniers.	51
Annexe 2 : Photographies des visites du mois de juillet 2010.	57
Annexe 3 : Carte informative au 1/2 500 (planche hors texte).	63
Annexe 4 : Carte des isopaques du recouvrement au 1/2 500 (planche hors texte).	63
Annexe 5 : Carte de l'aléa « effondrement localisé » (planche hors texte).	63
Annexe 6 : Carte de l'aléa « tassement » (planche hors texte).	63

1. Introduction

Suite à l'opération de « Scanning des sites miniers » réalisée par GEODERIS en 2008 pour la région Isère, la DREAL a confié au GIP-GEODERIS l'évaluation des aléas « mouvement de terrain » dans le petit bassin ferrifère de la Fuly/Saint-Quentin-Fallavier/la Verpillière. Le BRGM a été sollicité par GEODERIS pour la réalisation de ces études, qui comprennent une phase informative et une phase aléa. Les enjeux concernent de l'habitat dispersé, de la voirie et des secteurs d'extension urbaine probable.

Ce rapport présente un état des lieux actualisé des connaissances sur les concessions de fer de Saint-Quentin-Fallavier, en termes d'historique administratif, de travaux miniers, de contextes géologique et environnemental, ainsi que d'occupation des sols près des anciens sites miniers.

Concernant l'exploitation du fer près de Saint-Quentin-Fallavier, celle-ci a donné lieu à 3 concessions : 1) la Fuly accordée le 12 juin 1843, 2) Saint-Quentin et 3) la Verpillière accordées le 9 novembre 1844. Quelques habitations, ainsi que le château de Saint-Quentin, sont construits à l'aplomb des anciens travaux souterrains, généralement peu profonds. Le premier objectif de cette étude a été de retrouver la trace de tous les travaux souterrains et de les géoréférencer le plus précisément possible pour connaître leur emprise en surface. À partir de ces éléments, une évaluation et une cartographie des aléas mouvements de terrain susceptibles d'affecter la surface a été réalisée.

L'exploitation du fer oolithique dans la région de Saint-Quentin-Fallavier s'est réalisée exclusivement au XIX^e siècle, de manière artisanale à partir de 1840 (concessions de Saint-Quentin et la Verpillière), puis, en prenant de l'ampleur à partir de 1843 jusqu'à 1884 pour l'activité la plus récente (concession de la Fuly). Malgré la dispersion géographique des différents sites, l'activité extractive est relativement bien localisée compte tenu de la faible extension de l'emprise des travaux. Une enquête et des investigations de terrain ont permis de retrouver l'essentiel des travaux.

2. Documents consultés et travaux réalisés

2.1. DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

Cette étude a débuté par une phase de collecte d'informations orientée principalement sur la recherche des plans miniers ainsi que toutes informations concernant l'exploitation minière du fer oolithique dans les concessions de la Fuly, Saint-Quentin et la Verpillière, dans ou à proximité de la commune de Saint-Quentin-Fallavier.

Les Archives Nationales de Paris ont été consultées mais très peu d'informations ont été retrouvées. Seules 3 séries de procès-verbaux de visite de mine, datées de 1819 à 1861, de 1861 à 1872 et de 1871 à 1885, ont été retrouvés.

Les archives du BRGM Orléans ont été consultées, en particulier celles du service REM, ainsi que la bibliothèque centrale. Aucune information n'a été trouvée après consultation du Journal des mines, seuls 2 rapports BRGM ont présenté un intérêt : i) les anciennes mines de fer oolithique de la région de la Verpillière (Meloux, 1973) et ii) Inventaire des concessions de la région Rhône-Alpes (R 38386 SGR/RHA 95).

Les archives du SGR de Villeurbanne ont été consultées. Malheureusement, aucun document n'a permis de compléter la documentation issue des archives du BRGM.

Après avoir pris contact avec GEODERIS Alès, le rapport de l'INERIS sur l'opération de « scanning des titres miniers » réalisé en 2008, ainsi que des plans scannés et des PV de visite de mines issus de la BDSTM, nous ont été fournis. De plus, la consultation des archives de la DREAL de Lyon, a permis d'examiner un certain nombre de documents complémentaires (ordonnances royales pour l'attribution des concessions, PV de visite de mine...) concernant les concessions de minerai de fer de la Fuly, Saint-Quentin et la Verpillière ont pu être consultés, ainsi que 2 plans montrant l'extension des travaux d'exploitation : i) sur la Fuly daté du 15 Avril 1858 et ii) sur Pisserate daté du 24 Février 1884.

Les Archives Départementales de Grenoble ont permis de retrouver et de consulter une quantité importante de PV de visite de mine, mais qui ne donnent que quelques informations d'ordre administratif, et des demandes d'exploitation en carrière du minerai de fer oolithique.

Source des documents	Période
Archives Nationales de Paris	Février – Mars 2010
DREAL de Lyon	Mai 2010
Archives Départementales de Grenoble	Mai 2010
Centre de documentation du BRGM Orléans	Mai 2010
Archives du SGR de Villeurbanne	Mai 2010
Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM à Orléans	Mai 2010

Travaux de terrain	
Contact téléphonique avec Services techniques de la mairie de Saint-Quentin-Fallavier	Juillet 2010
Visite de terrain sur les anciennes concessions	Juillet 2010

Un contact a été pris au niveau de la mairie de Saint-Quentin-Fallavier, afin d'obtenir d'une part les noms et adresses des personnes demeurant dans l'emprise de l'extension des galeries sur les anciennes concessions d'exploitation du minerai de fer, et d'autre part le signalement des ouvrages connus débouchant au jour et des désordres d'origine minière recensés. Rien de nouveau n'a été signalé depuis l'opération de scanning. De plus, un entretien avec M. Schmitt, rencontré lors de l'opération de scanning de 2008 et depuis retraité des services techniques de la commune de Saint-Quentin-Fallavier, nous a permis de retrouver sur le terrain quelques galeries liées à l'ancienne activité minière, que nous avons utilisées pour le calage des plans miniers.

Trois visites de terrain ont été réalisées : 22-23 juillet 2010, 28-29 juillet 2010 et 4-5 novembre 2010. Les différents lieux visités sur le terrain ont fait l'objet d'un positionnement au GPS ou DGPS affiné par l'orthophotoplan et des photographies.

L'essentiel de ces informations a été synthétisé, numérisé et présenté sous forme d'une carte informative. En s'appuyant sur cette phase informative, un géotechnicien a ensuite élaboré la carte d'aléa de l'étude. Le rapport final a été réalisé en concertation avec GEODERIS.

3. Données informatives

3.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DES CONCESSIONS DE FER DE SAINT-QUENTIN-FALLAVIER

3.1.1. Situation géographique

Le site de Saint-Quentin-Fallavier en Isère est localisé à 25 km de Lyon en direction de Bourgoin-Jallieu. Il est représenté par un ensemble de 3 concessions minières visant à l'exploitation d'un minerai de fer oolithique (Figure 1). L'exploitation du minerai de fer a généralement commencé à flanc de coteau par grattages en mine à ciel ouvert, puis s'est poursuivie par des galeries creusées directement dans la couche de minerai observable à l'affleurement. Les 3 concessions de fer sont répertoriées dans la base de données GEODERIS et portent les numéros suivants : i) 38SM0036 pour la concession de la Fuly, ii) 38SM0093 pour la concession de Saint-Quentin et iii) 38SM0103 pour celle de la Verpillière.

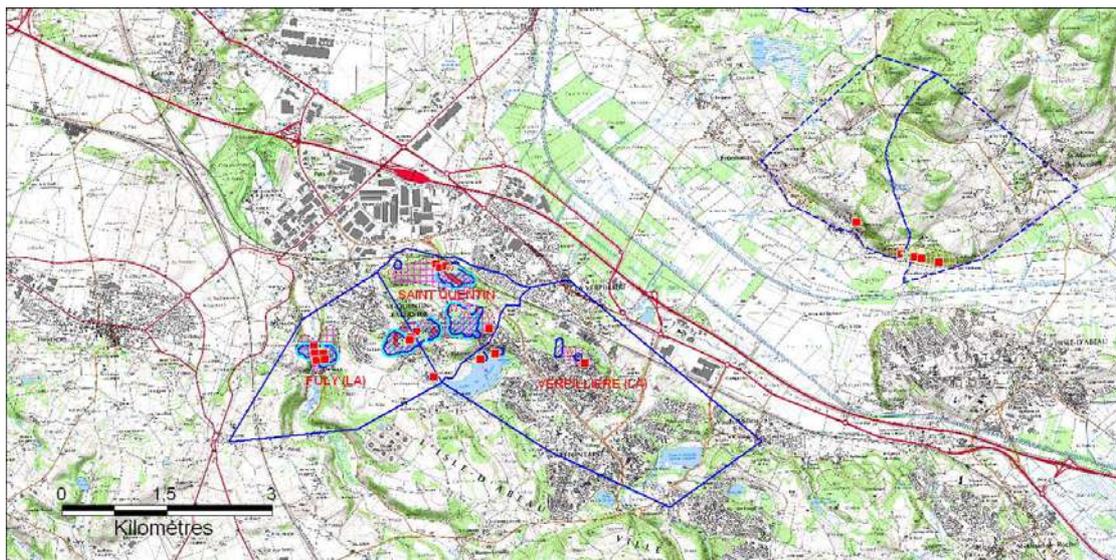


Figure 1 : Situation géographique des concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier.

3.1.2. Cadre administratif des concessions de fer

Au niveau administratif, la couche de minerai de fer a été découverte au XIX^e siècle. L'exploitation du site a commencé dans les secteurs dits de Vacher et Chollier en 1840 à ciel ouvert avant d'être poursuivie en galeries, dans une zone qui fera partie de la concession de la Fuly.

Les concessions ont été concédées par Ordonnance Royale le 12 Juin 1843 à M. Louis Collonge pour la concession de Saint-Quentin (210 ha), et un peu plus tard, le 9

Novembre 1844, à MM. Jean-François et Guillaume Cholier pour la concession de la Fuly (280 ha) et à M. Victor Frèrejean pour la concession de la Verpillière (742 ha).

En 1852, les concessions de la région de Saint-Quentin-Fallavier sont réunies et passent aux mains de la société Hariel, qui deviendra par la suite la Compagnie Anonyme des Forges de Pont-Evêque.

Les 2 seules concessions ayant fait l'objet de réels travaux d'exploitation à Saint-Quentin-Fallavier sont celles de la Fuly, exploitée en galeries de 1844 à 1884, et celle de Saint-Quentin, exploitée en galeries de 1840 à 1874. Toutefois, l'exploitation du minerai de fer ne s'est pas faite en continu sur la période. Sur la concession de la Verpillière en revanche, seuls quelques travaux de recherche ont été réalisés en 1843 et en 1847.

En 1918, après la dissolution de la Compagnie des Forges de Pont-Evêque. Les 3 concessions reviennent à M. Frèrejean et reviendront ensuite à M. Pariset par transmission héréditaire.

Le 12 Novembre 1921, un décret autorise la cession des 3 concessions par M. Pariset à la Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse.

Par décret du 14 Juin 1933, la Compagnie des Hauts Fourneaux de Chasse renonce à ces concessions de fer.

3.2. CONTEXTE GÉNÉRAL DU GISEMENT

3.2.1. Géologie et structure

Sur le site de la Fuly, le soulèvement du Pilat a relevé la formation jurassique qui contient une couche de minerai de fer. Dans la concession de la Fuly, les couches pendent vers le sud-est alors que dans les concessions de Saint-Quentin et de la Verpillière le pendage est orienté vers le sud / sud-ouest, ce qui traduit cette action de soulèvement. L'inclinaison des couches est peu importante, subhorizontale à de l'ordre d'une dizaine de degrés au maximum.

Le gisement, de type stratiforme, se présente sous forme d'une ou plusieurs couches de minerai de fer oolithique (souvent 2, quelque fois 3) de puissance variable (0,50 m le plus souvent, mais exceptionnellement 2 m) dans les faciès marneux du Lias supérieur (Toarcien), à pendage subhorizontal (pouvant atteindre jusqu'à 10-15°), et de direction variable selon la position des couches par rapport au bombement du Pilat (SE à la Fuly, S-SW à Saint-Quentin et la Verpillière). Le minerai titre à 25-30 % Fe. Ce niveau ferrugineux, constant dans la Basse Isère, est aussi connu plus au Nord dans l'Ain, et serait identique à celui de Meurthe-et-Moselle (caractère phosphoreux marqué). Il semble que seule la couche la plus importante, dont la puissance varie de 0,35 à 0,8 m en général, ait été exploitée dans les concessions de la région de Saint-Quentin-Fallavier et de la Verpillière. Une coupe géologique au niveau d'une galerie

des travaux des Moines renseigne les terrains de la couche exploitée comme suit (figure 2) :

- calcaires gris au sommet ;
- banc supérieur de la galerie, jaune rougeâtre, oolithique et très fossilifère (0,15 m) ;
- calcaires marneux oolithiques, de teinte rouge assez foncée (0,15 m) ;
- minerai oolithique compact exploitable (0,55 m) ;
- calcaires gris noirâtres alternant avec quelques lits marneux (1,25 m) ;
- marnes sèches (0,15 m) ;
- calcaire dur noirâtre à la base, formant le sol de la galerie.

WNW

SSE

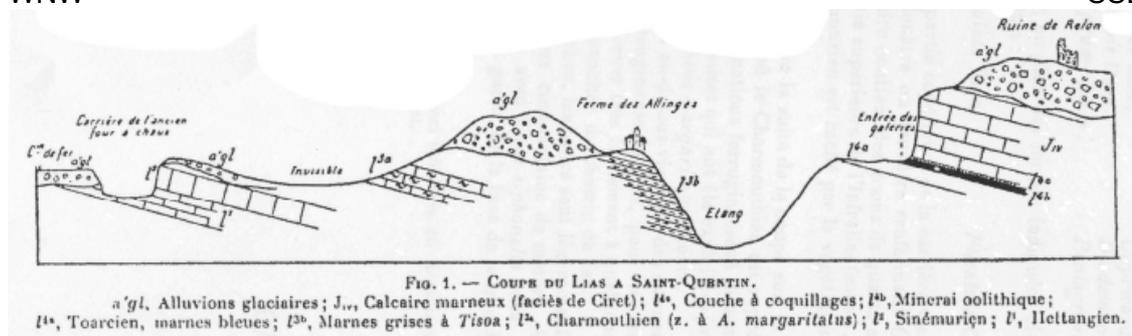


Figure 2 : Coupe géologique réalisée au niveau des travaux des Moines (De Riaz et al., 1913).

La couche de minerai de fer (vert, figure 3) est fréquemment recoupée et décalée par de nombreuses failles à faible rejet vertical (quelques mètres). Les failles recensées sur les concessions ont fait entrave au bon développement de l'exploitation du minerai, notamment sur les travaux Vacher et Chollier (quartier de la Fuly) qui ont été les plus affectés par cette fracturation.

Au-dessus des travaux d'exploitation, on trouve une couche de calcaires marneux gris du Jurassique. La puissance de cette formation varie entre quelques mètres au niveau des affleurements et quelques dizaines de mètres au-dessus des travaux d'exploitation les plus récents (en brun, figure 3).

Ces calcaires marneux sont recouverts par des alluvions glacières dont l'épaisseur, très variable, pourrait atteindre localement une vingtaine de mètres (Gx – FGx, figure 3). Cette épaisse couche d'alluvions concerne une grande partie du site de la Fuly. Toutefois, l'érosion récente de ces alluvions a mis à jour, localement, plusieurs affleurements de terrains jurassiques.

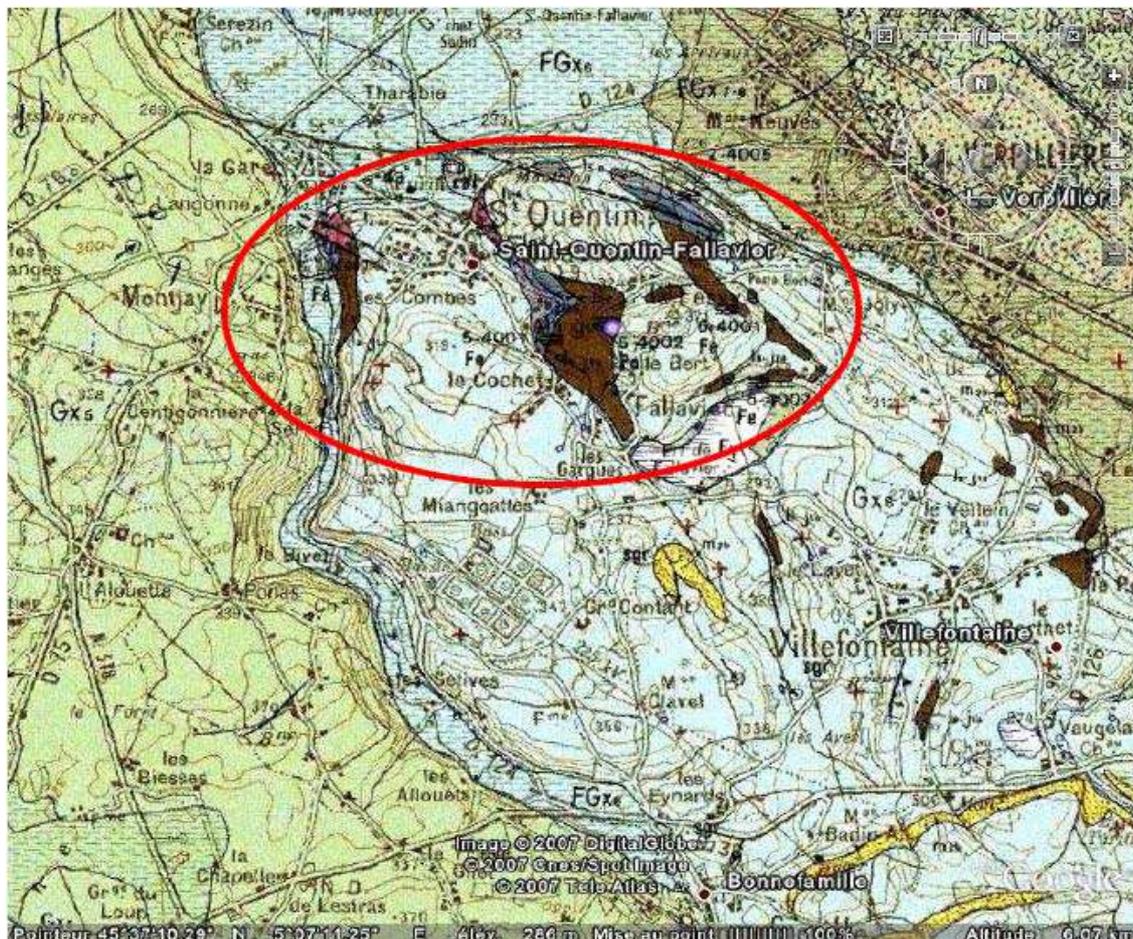


Figure 3 : Extrait de la carte géologique issue d'infoterre centrée sur Saint-Quentin-Fallavier.

3.2.2. La minéralisation

Les minerais de fer oolithique sont considérés comme des roches sédimentaires avec plus de 5 % volumique d'oolithes et plus de 15 % pondéraux de fer. Deux types sont distingués : i) le type Clinton d'âge cambrien à dévonien et ii) le type Minette (i.e. Lorraine) d'âge mésozoïque ou plus récent. Dans la région de Saint-Quentin-Fallavier, le minerai est de type minette et d'âge jurassique inférieur. Il est généralement constitué de goéthite dominante, hématite, très rares sulfures (pyrite, marcassite), argiles, carbonates et éléments détritiques divers. Ce minerai est aussi riche en phosphore (0,6 à 0,8 % P en général), élément qui est présent sous forme d'apatite.

Le contexte global de mise en place des minerais de type Minette correspond à un niveau marin élevé et à des continents dispersés. Les gisements sont associés à des environnements sédimentaires de plateforme, d'estuaire, subissant des variations de niveau marin d'origine eustatique. Les gisements sont portés par une couche sédimentaire dont l'épaisseur varie de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. La séquence lithologique se caractérise par le dépôt de faciès de plus en plus grossiers, et se termine par un calcaire coquillier et des conglomérats, traduisant un

milieu marin agité et peu profond en contexte de régression marine. Le dépôt du minerai de fer se réalise au sommet des séquences grossières.

3.3. DESCRIPTION DES EXPLOITATIONS MINIÈRES

3.3.1. Historique

Les mines de fer oolithique de la région de la Verpillière et Saint-Quentin-Fallavier ont été dirigées pendant les premières années de leur existence par des exploitants locaux. Elles ne connurent leur véritable essor qu'à partir de 1852, lorsqu'elles furent exploitées sérieusement par la Compagnie Anonyme des Forges de Pont-Evêque et Givors. En 1863, une crise de la métallurgie stoppa toute ou une majorité de l'activité extractive dans la région, malgré une tentative de reprise en 1882-1884 sur la concession de la Fuly dans le quartier de Pisserate.

Concession de la Fuly

La concession de la Fuly, d'une superficie de 280 ha, est localisée sur la commune de Saint-Quentin-Fallavier. Elle comprenait 2 quartiers d'exploitation : 1) la Fuly s.s. à l'Ouest et 2) la Pisserate à l'Est.

• **Quartier de la Fuly (sites Vacher et Chollier)**

Les travaux se sont développés sur les 2 rives du ruisseau Bivet au lieu-dit la Fuly, à environ 1 km au sud-ouest du village de Saint-Quentin-Fallavier. L'exploitation du site a commencé dans les secteurs Vacher et Chollier vers 1840. Les travaux auraient pénétré d'une trentaine de mètres dans le massif à l'est et à l'ouest du ruisseau. La couche exploitée avait une puissance de 40 à 50 cm. Ces travaux se sont arrêtés avant 1860 et ont abouti à la création de 5 galeries (G1 à G5) et 7 puits (P1 à P7).

D'après les cotes connues des travaux du fond **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et la topographie au 1/25 000, la profondeur des travaux ne dépasserait pas 40 à 50 m.

• **Quartier de Pisserate**

Cette exploitation est située au sud-est de Saint-Quentin-Fallavier, dans la vallée des Allinges. Elle aurait porté sur une surface de 36 hectares, sur une étendue de 180 mètres vers le sud-ouest et sur 200 m suivant le pendage. « D'après J. Chanselle, la surface dépilée était évaluée à 28 000 m² pour un cubage de minerai extrait de 14 000 m³ » (Meloux, 1973). Les travaux débutent en 1846. Ils sont abandonnés en raison de la faible puissance de la couche (0,3 m), puis repris à la suite de recherches entreprises en 1852 et la mise en évidence d'une couche d'une puissance de 0,8 m dans l'aval pendage. Le pendage S-SE de la couche, presque nul en haut des dépilages, atteignait 14° dans la partie basse du gisement. Les travaux sur cette couche furent limités par 2 failles parallèles orientées N60°. L'exploitation est arrêtée en 1859 en raison d'une venue d'eau. Durant la période 1852-1860, 75 ouvriers

travaillent au quartier de la Pisserate. Deux tentatives de reprise d'exploitation des travaux de Pisserate ont lieu en 1861-1862 et en 1882-1884, date de l'arrêt définitif de l'exploitation de la concession de minerai de fer oolithique de la Fuly. Ces travaux ont conduit à la réalisation de 9 galeries (G7 à G15) et 2 puits (P9 à P10). Lors des premiers travaux, l'exhaure était réalisé à l'aide de pompes à bras et de siphons en plomb, puis à partir de 1864, l'écoulement était réalisé gravitairement par une galerie inférieure dite galerie basse de Fallavier (G13).

D'après les cotes connues des travaux du fond **Erreur! Source du renvoi introuvable.** et la topographie au 1/25 000, la profondeur maximale des travaux serait de l'ordre de 60 m.

À la limite Est de la concession de La Fuly, au sud des travaux de Pisserate et au NW de l'étang de Fallavier, est indiqué le puits de recherche P12, dit Puits de l'Étang.

Concession de Saint-Quentin

La concession de Saint-Quentin, d'une superficie de 210 ha est en majorité localisée sur la commune de Saint-Quentin-Fallavier. Au Nord, elle déborde sur la commune de la Verpillière. Cette concession renfermait 3 quartiers d'exploitation : 1) quartier de la Roche également appelé Faron au Nord, 2) quartier des Moines appelé également la Fessy ou même Gras à l'Est du château de Fallavier, et 3) quartier de Fallavier au pied du Château de Fallavier.

• Quartier de la Roche (ou Faron)

Au Nord du hameau du Bourbonnois, dans le bois du Faron, sur le flanc Nord du mamelon de Relong, se trouvent les travaux de la Roche. Cette exploitation a conduit au creusement d'une galerie d'exhaure en 1861. Cet ouvrage encore visible, appelé galerie de la Roche (G26) débouche au pied d'un remblai de chemin de fer. L'exploitation s'est arrêtée suite à la rencontre d'une faille à l'est qui relève les couches de 8 à 10 m du côté de La Verpillière. Le champ d'exploitation est relativement étendu et ce quartier a donné la production la plus importante. Ces travaux ont conduit à la réalisation de 4 entrées de galeries (G25 à G28) et 4 puits (P13 à P16).

Au NW de la concession de Saint-Quentin, une galerie de recherche (G6) est indiquée dans la partie NW du bois du Faron, sur la droite de la route du lieu-dit La Fessy. Elle est localisée en face d'un cimetière.

D'après la position supposée de l'affleurement (cf. Plan 1) et la topographie au 1/25 000, la profondeur des travaux ne dépasserait pas 20 m, bien que le jeu des failles indiquées sur les plans ne nous permette pas d'en être certain.

• Quartier des Moines (ou Fessy ou Gras)

Le quartier des Moines, situé au Nord de la source du même nom, à environ 1km au sud-est du quartier de la Roche, couvre une surface d'environ 4,5 ha. Ouverts par six points d'attaque (G29 à G34), dont la galerie G34 qui servait à l'écoulement de l'eau,

les travaux des Moines s'étendent sur 300 mètres suivant la couche vers le sud-ouest. L'extraction avait d'abord lieu par la galerie Gras n° 1 (G30). En 1856, on fonçait le puits Gras qui rencontre la couche à 30 m de profondeur et remplace les anciennes attaques à l'affleurement pour l'exploitation. Les différents chantiers étaient desservis par une galerie ferrée de 300 m de longueur. La couche de fer, de puissance variable (0,45 à 0,8 m), est décalée par un jeu important de failles de faible amplitude. Un accident plus important de direction NW-SE a limité le champ d'exploitation. Au Sud, les travaux des Moines constituent néanmoins le principal champ d'exploitation de la concession de Saint-Quentin en 1862-1863. En 1862, l'exploitation des Moines occupait 80 ouvriers répartis sur 11 chantiers.

D'après la position supposée de l'affleurement (cf. Plan 1) et la topographie au 1/25 000, la profondeur maximale des travaux serait de l'ordre de 60 m.

• Quartier de Fallavier

Ce quartier se situe sur la rive droite du ruisseau des Allinges, sur le versant nord-ouest au pied d'une petite colline sur laquelle est perché le château de Fallavier. À Fallavier, la couche a été reconnue ou exploitée sur 250 mètres en direction du sud-est, soit environ 7,5 ha. Son champ d'exploitation est limité par une faille NW-SE qui descend le panneau nord de 20 m. L'ensemble des travaux réalisés a conduit à la réalisation de 9 galeries (G16 à G24) et 1 puits (P11), dont la galerie G17 qui devait servir à l'écoulement d'eau.

D'après la position supposée de l'affleurement et la topographie au 1/25 000, la profondeur maximale des travaux serait de l'ordre de 40 m.

Concession de la Verpillière

La concession de la Verpillière, d'une superficie de 742 ha est localisée au Sud de la commune de la Verpillière. Quelques travaux d'exploration sont répertoriés sur cette concession d'après l'opération de scanning : 1 galerie (G35) et 3 puits (P18 à P20). La galerie G35 et le puits P20 situés au Nord du village des Roches dans le Bois de Bret n'ont pas été retrouvés, ainsi que les puits P18 et P19 situés au bord de l'étang de Fallavier, au Sud du village des Moines. La concession de la Verpillière n'a été le siège que de petits grattages n'ayant donné lieu à aucune exploitation de minerai de fer (Meloux, 1973).

3.3.2. Méthode d'exploitation

L'exploitation, artisanale de 1840 à 1852, puis de manière plus organisée et industrielle jusqu'en 1863, s'est faite par puits et par un réseau de galeries subhorizontales, creusées à flanc de coteau dans les couches de minerai de fer oolithique (puissance maximale = 0,35 - 0,8 m), reliant de vastes chambres surbaissées dont l'ouverture variait entre 0,5 et 1 m. Avec l'avancement des travaux, l'exploitation s'est poursuivie plus profondément. Cependant, les venues d'eau n'ont pas permis de poursuivre les

travaux au-delà d'une soixantaine de mètres de profondeur. Une partie des déblais, issus du creusement des galeries, a été utilisée pour le remblayage de ces chambres.

Il est évoqué une méthode « par grande taille » dans la galerie Gras (Chanselle, 1885). Dans le quartier des Moines, « l'exploitation avait été faite à droite et à gauche de la galerie, sans qu'on eut laissé de massifs pour la préserver. L'écrasement des murs de remblai laissait le toit s'affaisser ce qui rendait le roulage un peu difficile ». « Le système d'exploitation consistait en grandes tailles formant une ligne circulaire concave qui, au fur et à mesure de l'avancement, s'élargit de plus en plus ; on opérât de même à la galerie Gras de Fallavier ».

3.3.3. Production

Les concessions de la Fuly et Saint-Quentin n'ont été actives qu'entre 1840 et 1884. La majeure partie de l'exploitation a eu lieu entre 1850 et 1865 d'abord avec les travaux Vacher, Chollier (quartier de la Fuly) et de Pisserate, puis avec les travaux de la Roche, de Fallavier et des Moines.

Près de 27 000 tonnes de minerai ont été extraites des travaux de La Fuly et Saint-Quentin entre 1856 et 1858 (17 400 tonnes à la Fuly et 9250 tonnes à Saint-Quentin), ainsi qu'une production globale estimée de 30 000 à 32 000 tonnes de minerai extrait des travaux de Pisserate. En 1861, 1 000 tonnes par mois étaient extraites des travaux des Moines alors que seulement 50 tonnes par mois sortaient des travaux de Fallavier. En 1862, 16 000 tonnes sont extraites des travaux de Saint-Quentin (Moines, Fallavier, Roche). En 1863, 12 500 tonnes ont été extraites des travaux des Moines.

Globalement, la production des concessions de la Fuly et Saint-Quentin peut être estimée entre 100 000 et 150 000 tonnes de minerai de fer.

3.4. DONNÉES INFORMATIVES

3.4.1. Les plans miniers

Les plans miniers proviennent d'un rapport BRGM (Meloux, 1973) traitant des anciennes mines de fer oolithique de la région de la Verpillière, ainsi que des archives de la DREAL Rhône-Alpes de Lyon. Il n'a pas été retrouvé de plans complémentaires dans les mairies, aux Archives Nationales ou Départementales.

Les plans présents dans le rapport de Meloux (1973) sont des plans généraux sur l'extension des travaux dans toute la région de Saint-Quentin-Fallavier et la Verpillière. Ils datent de la fin des années 1880, soit quelques années après la fin de l'exploitation du fer et sont à des échelles de 1/10 000 ou 1/20 000. Un exemplaire est représenté en Annexe 1 (cf. Plan 1). Deux autres plans ont été retrouvés dans les archives de la DREAL Rhône-Alpes concernant les deux quartiers de la concession de la Fuly. Le plus ancien, datant de 1858 et à une échelle de 1/500, représente l'étendu des travaux sur le quartier du lieu-dit la Fuly (cf. plan 3 en Annexe 1). Le plus récent date de 1884

et à une échelle de 1/1 000 (plan 2 en Annexe 1) ; il représente l'extension des travaux sur le quartier de Pisserate à la fin de l'exploitation du minerai de fer oolithique.

3.4.2. Les ouvrages miniers

44 ouvrages débouchant au jour ont pu être identifiés d'après les données de scanning (19 puits et 25 galeries). Après le calage des plans et les investigations de terrain, 10 galeries supplémentaires ont été repérées, portant le total à 54 ouvrages miniers débouchant au jour inventoriés (19 puits, 35 galeries).

Description des investigations de terrain

Les deux premières investigations effectuées en juillet 2010 ont permis de localiser avec précision quelques ouvrages, notamment des entrées de galerie, qui nous ont été utiles au calage des plans miniers. Notons qu'aucun des puits de recherche indiqués sur les plans ou dans la littérature n'a été identifié avec certitude sur le terrain.

Dans la majorité des cas, d'après l'absence d'indices sur le terrain, la plupart des anciens ouvrages miniers auraient été rebouchés ou se sont effondrés. Les reports cartographiques proviennent des anciens plans dans le cas où les ouvrages n'ont pas été observés sur le terrain. Toutefois, leur nombre est probablement inférieur à la réalité.

Plus dans le détail, on peut supposer *dans le quartier de la Fuly*, sur la rive droite du ruisseau Bivet, à l'Est de la route D124, l'existence de 2 puits (P5 et P6 ; photos 2 et 3 en Annexe 2) en bordure de route, ainsi que 2 entrées de galerie correspondant respectivement à la Galerie des Gravieres (G3) et à l'entrée de la mine (G4). Sur la rive gauche, de nombreuses excavations envahies par des ronces et épineux montrent l'existence d'une zone fouillée, correspondant probablement aux anciennes exploitations de minerai de fer oolithique. Une entrée de galerie bouchée avec une plateforme (G1) et une autre galerie (G2 ; photo 1 en Annexe 2) avec la voute d'entrée sont bien identifiables. De plus, deux anciens puits supposés (P2 et P3) ont été observés.

Dans le quartier de Pisserate, situé non loin de la ferme des Allinges (photo 13 en Annexe 2), la majorité des travaux répertoriés sur la rive droite de la vallée des Allinges a été observé, quatre entrées de galeries bien identifiées (G10 à G13 ; photos 15 et 16 en Annexe 2) d'après les plans miniers, ainsi qu'une mine à ciel ouvert (MCO 1) dans le niveau de minerai de fer oolithique, une entrée supposée de galerie (G14) et une entrée de galerie bouchée (G15 ; photo 18 en Annexe 2) non répertoriées auparavant. Sur la rive gauche de la vallée des Allinges, toutes les entrées de galerie recensées sur les plans ont été observées : 1) la galerie dite n° 1 (G7), 2) une tranchée d'accès menant à une ancienne galerie de roulage bouchée (G8 ; photo 14 en Annexe 2) et l'entrée de la galerie dite n° 2 (G9) bouchée également ; le puits Saint-François (P9 ; photo 17 en Annexe 2), ancien puits de recherche pour le fer bouché par la mairie d'après un riverain, a aussi été vu.

Dans le quartier de la Roche, à ce jour, l'ensemble des puits (P13 à P16), dont les trois principaux se nomment Faron, Rolland et Tardy, ne sont plus visibles. La topographie tronquée au pied d'une ligne à haute tension et la présence de blocs de minerais de fer oolithique et de calcaire coquillier à fossiles d'ammonite à proximité, nous laisse supposer l'emplacement d'une ancienne galerie (G27) inconnue. Trois ouvrages issus des plans miniers sont bien localisés : 1) la galerie Rolland (G25 ; photos 4 et 5 en Annexe 2) ouverte et pénétrable, qui est écroulée après une vingtaine de mètres de traversée au rocher, 2) la galerie de la Roche (G26 ; photo 6 en Annexe 2), ennoyée jusqu'à mi-hauteur, qui est drainée à la base par une canalisation (débit non mesuré), et 3) la galerie Collonge (G28) qui présente une plateforme de déblais d'environ 25 m dans son prolongement avec des morceaux de minerai de fer oolithique. Deux exploitations de surface à ciel ouvert ont aussi été vues dans ce secteur, l'une se situant dans la couche de minerai de fer oolithique (MCO 4), et l'autre servant à l'exploitation du niveau de calcaire sus-jacent (MCO 3) peut être utilisé dans le remblayage des galeries. La galerie G6 présente à l'ouest des travaux des Roches, près du cimetière de Saint-Quentin-Fallavier, n'a pas été retrouvée.

Dans le quartier des Moines, quelques entrées de galerie sont encore visibles : 1) l'entrée d'une galerie d'exhaure (G34 ; photos 11 et 12 en Annexe 2) fermée par des plaques d'acier et scellée, galerie Gras localisée à proximité de la source des Moines, et qui correspond à une galerie d'évacuation des eaux, 2) une galerie (G32 ; photos 8 et 9 en Annexe 2) précédée d'une tranchée située à 100 m au sud-ouest de la galerie Gras dans la forêt, est encore pénétrable en rampant sur environ 70 m, et 3) une entrée de galerie non répertoriée, qui a été appelée G33 (photo 10 en Annexe 2), est située à 50 m à l'Est de la galerie G32 et a été rebouchée par la mairie de Saint-Quentin-Fallavier. À environ 50 m au NW de la galerie Gras (G34), un bassin équipé d'un siphon de captage a probablement été utilisé pour récupérer les eaux d'exhaure pendant l'exploitation du minerai de fer. La position de la galerie G30 semble cohérente avec les plans miniers. Néanmoins, sur le terrain, l'entrée supposée de la galerie laisse plutôt penser à un effondrement localisé de la galerie plus en amont (photo 7 en Annexe 2). Les autres galeries (G29 et G31) n'ont pas été vues, tout comme le puits d'exploration P17 situé au sud-est du bombement du Relong.

Dans le quartier de Fallavier, quelques entrées de galeries partiellement ou totalement comblées sont reconnaissables et visibles, il s'agit des galeries G18-G20-G22 (photos 19 et 20 en Annexe 2) et des nouvelles galeries G21-G23 (photo 21 en Annexe 2). Des attaques sur un coteau à environ 70 m au Nord de la galerie G22 pourraient correspondre à une ancienne entrée de galerie d'exploration (G24). Une tranchée d'environ 20 x 5 x 2 mètres est localisée sur les entrées de galerie G18 et probablement G19, avec des morceaux de minerai de fer oolithique de 20 à 30 cm dispersés dans le fond. Un certain nombre de grattages ont également été identifiés sur toute la zone, avec des petits blocs décimétriques de minerais de fer oolithique dispersés, probablement à rattacher à la recherche de fossiles (ammonites) par des prospecteurs amateurs.

Étude de l'aléa mouvement de terrain dans le bassin ferrifère de La Fuly – Carte informative et aléas

Site	Numéro	Nom	X_LAMB_93	Y_LAMB_93	Source	Visible	Incertitude	Réfo	Dimension	Profondeur	Etat de l'entrée	Observation
Travaux La Verpillière	P18	Puits de recherche	866087.3	6504971.7	Plan	non	60	Recherche	-	-		
	P19	Puits de recherche	866323.5	6505049.1	Plan	non	60	Recherche	-	-		
	G35	Galerie de Montauban	867189.8	6505193.4	Plan	non	60	Recherche	-	-		
	P20	Puits des Ayes	867434.1	6504973.8	Plan	non	60	Recherche	-	8		
Travaux Chollier	P4	Puits n°1	863750.6	6505077.2	Plan	non	10	Recherche	-	4		
	P6	Puits n°3	863764.7	6504942.4	DGPS	oui	1	Recherche	-	18	Remblayé	Probablement remblayé (terrain). 10m de la route ; recouvrement 4-5m calcaire + marno-calcaire
	G3	Galerie des Gravières	863729.3	6505162.0	GPS	oui	7	Exploitation	-	-	Effondrée	
	G4	Galerie	863732.8	6505148.7	GPS	oui	7	Exploitation	-	-	Effondrée	
	G5	Galerie	863731.6	6505078.1	Plan	non	10	Écoulement ?	-	-		
	P5	Puits n°2	863750.6	6505077.2	DGPS	oui	1	Recherche	-	10	Remblayé	Probablement remblayé (terrain). 5m de la route
	P7	Puits	863902.2	6505107.8	Plan	non	10		-	-		Travaux de La Fuly 1853.
Travaux de Fallavier	G20	ancienne G13	865224.7	6505465.3	GPS	oui	6	Exploitation	-	-	partiellement effondrée	Ouverture 30 cm à l'entrée ; recouvrement 2m calcaire + 2-3m sol
	G22	ancienne G14	865267.7	6505502.9	DGPS	oui	1	Exploitation	-	-	partiellement effondrée	30cm d'ouverture à l'entrée ; recouvrement 2m calcaire + 2m sol au-dessus
	G23	Galerie	865305.5	6505482.7	DGPS	oui	1	Exploitation	-	-	partiellement effondrée	Ouverture de 30cm à l'entrée ; recouvrement 1,5m calcaire + 2-3m de sol ; présence de minéral Fe
	G19	Galerie	865193.0	6505439.2	Plan	non	15	Exploitation	-	-		
	G18	Galerie	865188.4	6505426.5	GPS	non	4	Exploitation	-	-		Tranchée de 20m de long avec morceaux de minéral de fer
	G17	Galerie	865157.7	6505386.6	Plan	non	15	Écoulement	-	-	non visible	
	G16	Galerie	865159.1	6505353.5	Plan	non	15	Exploitation	-	-	non visible	
	G24	Galerie	865258.0	6505675.6	GPS	non	6		-	-		
	P11	Puits	865132.1	6505318.3	Plan	non	15		-	-		
	G21	Galerie	865247.9	6505502.5	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
Travaux de La Roche	G26	Galerie de la Roche	865693.6	6506349.4	DGPS	oui	1	Écoulement	1,5 x 1,5 (D x H)	-	formée par une grille	Galerie à écoulement ouverte. Fermée par grille, remblayée en partie
	G25	Gallerie Rolland	865618.6	6506315.1	DGPS	oui	1	Exploitation	1 x 1,8 (D x H)	-	Ouvert	Ouvrage pénétrable sur 20 m, débris à l'entrée, remblai de terre au fond.
	G27	Gallerie Collonge	865751.2	6506233.7	GPS	oui	6	Exploitation	-	-		Beaucoup de minéral Fe coquillier + fossiles visibles, débris de calcaire
	G28	Gallerie Collonge	865790.9	6506205.9	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Débris de minéral Fe et plateforme dans prolongement de l'entrée de galerie (25m), petit fontis sur site (1-1,5m)
	P13	Puits Faron	865505.9	6506233.5	Plan	non	20		-	-		
	P14	Puits Rolland	865598.6	6506207.5	Plan	non	20		-	-		
	P16	Puits Tardy	865681.3	6506184.3	Plan	non	20		-	-		
	P15	Puits Perrès	865633.9	6505177.8	Plan	non	20		-	-		
Travaux de Pissestate	G6	Galerie	864874.1	6506390.3	Plan	non	20	Recherche	-	-		
	G8	Galerie	864887.0	6505271.8	DGPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	P9	Puits Saint François	865122.2	6505102.4	DGPS	oui	1	Exploitation	-	-		Remblayé par maître d'après riverains
	G10	Galerie	864983.9	6505204.2	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	G11	Galerie	864983.4	6505199.2	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	G15	Galerie	865126.3	6505142.4	DGPS	oui	1		-	-		Effondrée
	G7	Entrée n°1	864899.5	6505298.8	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	G9	Entrée n°2	864907.3	6505240.1	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	G13	Galerie basse de Fallavier	865042.4	6505174.9	GPS	oui	6	Écoulement	-	-		Effondrée
	P10	Puits	865162.6	6505248.9	Plan	non	10		-	8		Profondeur = 2m sur plan de 1884
	G12	Galerie	865013.9	6505205.4	GPS	oui	5	Exploitation	-	-		Effondrée
	P12	Puits de l'Etang	865371.3	6504707.6	Plan	non	60		-	-		
Travaux des Moines	G14	Galerie	865089.3	6505145.3	GPS	oui	6		-	-		
	G33	Galerie Gras	866035.6	6505560.8	DGPS	oui	1	Exploitation	1 x 1 (D x H)	-	Effondrée	Recouvrement 2m (0,2m calcaire puis dépôts glaciaires avec galets 1,8m).
	G29	Galerie des Moines	865745.0	6505986.2	Plan	non	20	Exploitation	-	-		
	G30	Galerie	865785.5	6505983.9	DGPS	non	1	Exploitation	-	-		
	G31	Galerie	865835.9	6505642.7	Plan	non	20	Exploitation	-	-		
	G32	Galerie	865890.2	6505573.1	DGPS	oui	1	Exploitation	2 x 1 (D x H)	-	0,8m d'ouverture	Ouvrage ouvert et pénétrable sur 70m. 1m de recouvrement calcaire.
	G34	Galerie Gras	866090.9	6505652.4	DGPS	oui	1	Écoulement	-	-		plaques d'acier et scellée
Travaux Vacher	B	Bassin	866048.4	6505704.1	GPS	oui	5	Récupération des eaux	-	1,5		Travaux des Moines, présence d'un ancien mur et d'un siphon de captage, relation probable avec exploitation Fe (G34).
	P17	Puits Gras	866053.0	6505333.7	Plan	non	20	Recherche	-	30		Probablement remblayé (terrain). En face du chemin traversant le ruisseau du Bivet.
	P3	Puits	863673.5	6505060.5	GPS	non	6	Recherche	-	-	Remblayé	
Travaux Vacher	P1	Puits Gravier	863605.5	6505175.9	Plan	non	15	Recherche	-	-		
	G1	Galerie	863621.1	6505154.7	GPS	oui	5	Recherche	-	-		Effondrée
	P2	Puits	863647.7	6505111.0	GPS	oui	3	Recherche	-	-	Remblayé	Probablement remblayé (terrain). Tranchée avec approfondissement
	G2	Galerie	863654.8	6505077.2	DGPS	oui	1	Exploitation	-	-	Effondrée	Recouvrement calcaire non altéré, plateforme puis débris minier à calcaire coquillier et fragments de minéral de fer coquillier.

Tableau 1 : Ouvrages débouchant au jour recensés sur les concessions de la Fuly, la Verpillière et Saint-Quentin.

Une carrière (MCO2) de 15 x 5 x 3 mètres, dans les calcaires massifs sus-jacents au niveau de minerai de fer, est visible dans le coteau boisé situé en contre-bas de la route passant à l'Ouest du Château de Fallavier. Le calcaire extrait aurait pu être utilisé pour le remblayage des galeries à la fin de l'exploitation. Notons que les galeries G16-G17-G19, tout comme le puits P11, n'ont pas été retrouvés sur le terrain. Notons cependant, qu'il est difficile d'associer avec certitude chaque galerie observée avec le nom associé.

Enfin, sur la *concession de la Verpillière*, les quatre ouvrages recensés sur les plans anciens (G35, P18, P19 et P20) n'ont pas été retrouvés.

Le recensement des ouvrages débouchant au jour sur les concessions de minerai de fer oolithique de la Fuly, Saint-Quentin et la Verpillière sont reportés dans le Tableau 1 ci-après.

Mise en sécurité des ouvrages

Dans les archives, aucun élément n'a été retrouvé concernant la mise en sécurité des ouvrages.

La visite du site a permis d'apporter de nouveaux éléments grâce aux témoignages de riverains qui ont indiqué la position de galeries dont l'entrée a été rebouchée par la mairie de Saint-Quentin-Fallavier, suite aux fréquentes visites des collectionneurs d'ammonites. Il s'agit des deux galeries G9 (quartier de Pisserate) et G33 (quartier des Moines). De plus, les deux galeries à écoulement encore visibles (G34 et G26) ont été obturées et busées pour maintenir l'écoulement.

3.4.3. Enoyage des travaux miniers

Lors de la visite du site, l'observation des galeries de drainage « galerie Gras n° 4 » (G34) et « galerie de la Roche » (G26) a montré qu'elles constituent des émergences des travaux miniers. Il est donc probable qu'une partie des travaux des Moines et de la Roche se trouve hors d'eau.

Sur les travaux de la Roche, la cote d'émergence est à 240 m NGF, alors que la cote moyenne des travaux serait à 260 m. Sur les travaux des Moines, le point bas constitué par la galerie G34 est à la cote 285 m NGF, alors que la cote des travaux est entre 300 et 325 m.

3.4.4. Autres éléments miniers

Dépôts miniers

Mis à part la présence de petits blocs de minerai de fer oolithique de dimension décimétrique éparpillés à l'entrée de certaines galeries, la visite du site a permis de mettre en évidence la présence de deux dépôts miniers importants :

1. Site Vacher : entre le chemin et le ruisseau Bivet, à l'Est de la galerie G2, une zone de verse à stériles de creusement (Verse 1) d'environ 60 x 20 x 5 mètres, caractérisée par des morceaux de calcaire coquillier blanc à jaunâtre et de minerai de fer oolithique de 30-40 cm ;
2. Site de Fallavier : de part et d'autre du chemin près de la galerie G20, une autre zone de verse (Verse 2) d'environ 30 x 30 x 5 mètres, composée principalement par des morceaux de minerai de fer oolithique de 20-30 cm.

La méthode d'exploitation utilisait apparemment les déblais issus du creusement des galeries pour le remblayage des travaux d'exploitation, ce qui laisse penser que même si d'autres dépôts existaient, ils seraient probablement de faible dimension.

Excavations

Par ailleurs, 4 carrières et une tranchée ont été repérées lors des investigations de terrains. Leurs fonctions est incertaine mais il est probable que les carrières aient été le lieu d'extraction de calcaire pour remblayer les travaux et que la tranchée ait été le lieu de travaux d'exploration ou de grattage à l'affleurement.

Désordres en surface

La visite de terrain a permis d'observer les galeries G2, G8, G10, G11, G15, G20, G22, G23, G27, G32, G33 dont l'entrée est effondrée et/ou éboulée, mais dont la voute d'entrée est encore visible. La majorité des autres entrées de galerie (G1, G3, G4, G7, G9, G12, G13, G14, G18, G21, G27, G28, G30) ainsi que les quelques puits (P2, P3, P5, P6, P9) repérés sont probablement remblayés.

Deux fontis de 1 à 2 mètres de diamètres et 1,5 à 2 mètres de profondeur ont été repérés sur le site de La Roche. L'un se situe au niveau de l'entrée de la galerie G28, l'autre est localisé au pied de la ligne à haute tension environ 20 m au Sud de la galerie G28. Un désordre figurant dans les archives est décrit comme un effondrement localisé de 2 m de diamètre et de 4 à 5 m de profondeur. Il a été observé en 1993, au lieu-dit « La Fessy ». Il pourrait s'agir aussi bien d'une cheminée d'aérage ne figurant pas sur les plans que d'un fontis. L'effondrement localisé a alors été comblé avec de la terre et n'a pas été retrouvé lors de la visite de terrain.

Aucune autre mention de désordres de type fontis n'a été rapportée.

Bâtiments miniers

Pendant la mission de terrain, toutes les constructions ou infrastructures susceptibles d'être dans l'emprise des anciennes exploitations de minerai de fer ont fait l'objet de visite.

À proximité de l'entrée de la galerie de drainage des travaux des Moines (Galerie Gras n° 4 ou G34) se trouve une ancienne bâtisse minière en ruine. De plus, un bassin de

récupération des eaux d'exhaure issues de la galerie G34, de 15 x 5 x 1,5 mètres, se situe à environ 55 m au N-NW de cette galerie. Aux abords du bassin, un siphon de captage ainsi qu'un mur en ruine sont encore visibles.

Autres impacts

Il n'a pas été observé de coloration particulière des eaux en sortie des deux seules galeries d'exhaure G26 et G34.

3.5. CARTE INFORMATIVE

La projection utilisée est la projection Lambert 93, RGF 93.

3.5.1. Géoréférencement et vectorisation des plans miniers

Les plans miniers géoréférencés sont :

- le plan général au 1/10 000 (cf. plan 1 en Annexe 1) ;
- le plan au 1/1000 des travaux de Pisserate (plan 2 en Annexe 1) ;
- le plan au 1/500 des travaux de la Fuly, quartier Cholier (cf. plan 3 en Annexe 1).

Les géoréférencements ont été réalisés à l'aide du logiciel Arcgis en affectant une loi polynomiale d'ordre 1 (sans déformation du plan) à l'image. L'image calée résultante est ensuite importée dans MapInfo pour être utilisée comme un raster SIG.

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	2299,511780	-835,578462	864212,374386	6506003,177131	19,91004
2	1989,036498	-1978,173542	863919,636195	6505032,299598	15,20974
3	3078,424142	-1643,086094	864887,116209	6505272,413063	18,71638
4	1817,535086	-2096,547819	863765,206070	6504941,780679	23,55256
5	1455,131801	-1309,591212	863503,318073	6505561,242292	41,98133
6	4395,003865	-1218,909656	866093,158329	6505649,998259	56,03498
7	3809,126302	-2404,987214	865479,963135	6504621,635301	26,54764
8	3999,205755	-390,289842	865693,556793	6506348,986663	19,10637
9	3917,457869	-415,377277	865619,337246	6506313,859855	23,05765

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 29,88238

Figure 4 : Incertitudes de géoréférencement du plan général au 1/10 000 (plan 1).

Une fois le plan minier géoréférencé, l'enveloppe des travaux et les galeries principales ont été vectorisés sur une couche SIG. Les ouvrages, ayant débouchés au jour, qui n'étaient plus visibles ont été pointés afin de compléter la liste des ouvrages.

Bien qu'il ne soit qu'un croquis plus qu'un plan minier proprement dit, le plan d'ensemble de la concession (plan 1 en Annexe 1) a néanmoins été utilisé pour localiser les travaux qui ne bénéficiaient pas de plans plus précis. Le plan a été géoréférencé à partir de 9 points de référence : P6, P4, G4, G16, G15, G22 ainsi que certains angles de concession et de croisements de route. L'incertitude maximale, de 56 m se justifie largement par l'échelle du 1/10 000 (Figure 4). Vu cette incertitude, nous avons décidé de découper chaque secteur et de les caler séparément à partir d'un ou deux points reconnus sur le terrain.

Travaux de Pisserate (plan 2 au 1/1 000 en Annexe 1)

Deux ouvrages débouchant au jour ont été retrouvés avec certitude : la galerie G9 et le puits Saint-François. À ces points ont été rajoutés 6 reports de surface (maison, limites cadastrales et bord de route). Tous ces points sont cohérents entre eux, avec une incertitude maximale de calage de 10 m (Figure 5). L'entrée de galerie G8 vue sur le terrain ne peut en aucun cas correspondre à l'entrée de Fallavier, il s'agit probablement d'une autre galerie non reportée sur ce plan.

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	3028,817612	-3827,541772	864833,127045	6505365,394880	2,43011
2	4200,941535	-6575,334899	864994,000000	6505163,000000	3,92107
3	3243,696347	-4945,441430	864887,000000	6505272,000000	9,71238
4	3414,979714	-5501,456052	864907,000000	6505240,000000	3,77366
5	3287,117790	-7446,437071	864950,412113	6505079,121865	9,85540
6	1830,093360	-7311,732103	864825,544087	6505044,497692	3,69032
7	5143,877183	-2940,240024	864976,564414	6505499,768726	5,90570
8	4777,237624	-6538,332878	865042,000000	6505176,000000	6,89117

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 6,35378

Figure 5 : Incertitudes de géoréférencement du plan des travaux de la Pisserate (plan 2).

Vu la bonne qualité du plan et son échelle, nous retiendrons une incertitude de géoréférencement de 10 m.

Secteur ouest (travaux de la Fuly)

Table des liens

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	840,895706	-1553,671779	863766,927567	6504941,881512	3,11083
2	1328,196319	-645,389571	864215,299370	6505688,111615	13,22852
3	1707,370908	-635,668532	864536,673625	6505707,179786	15,99209
4	2102,382414	-1099,913242	864885,787912	6505271,062255	5,87440

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 10,89641

Figure 6 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur ouest (plan 1).

Table des liens

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	1242,774908	-1217,717712	863730,000000	6505161,000000	2,36131
2	553,615596	-6063,556249	863763,576170	6504943,330096	1,65501
3	4467,149986	-2757,168239	863888,944447	6505136,795348	0,03819
4	853,587290	-3843,280135	863750,305991	6505046,697812	3,00271
5	1138,049873	-1496,442820	863733,000000	6505148,000000	1,75801

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 2,02105

Figure 7 : Incertitude de géoréférencement du plan des travaux de la Fuly, quartier Chollier (plan 3).

Un extrait du plan d'ensemble de la concession a d'abord été calé en utilisant pour référence le puits P6, deux points report des routes principales de Saint-Quentin et la galerie G4 du secteur central. Tous ces points sont cohérents entre eux et ne présentent qu'une distorsion de 16 m sans déformation importante du plan. Nous retiendrons une incertitude de 20 m pour le calage de ces travaux, étant donné la précision limitée du plan calé (échelle initial de 1/10 000).

Dans un second temps, le plan au 1/1 000 représentant les travaux de Chollier (plan 2 en Annexe 1) a ensuite été calé à partir des 2 entrées de galeries situées au NW du plan, repérées sur le terrain (G3 et G4), ainsi que les puits P4 et P6, situés au sud. Ces points étant colinéaires, un point fictif a été rajouté à l'est du plan. Le géoréférencement global est cohérent, l'incertitude de géoréférencement proprement dite, est de 3 m (Figure 7). Nous retiendrons une incertitude globale de 10 m pour le calage de ces travaux, pour intégrer l'incertitude de tracé du plan.

Travaux de la Roche (secteur nord)

Il a été calé à partir de 5 points : G25, G26 et G28, l'angle de la concession et l'angle de la commune.

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	907,698032	-354,137146	865619,000000	6506315,000000	16,51894
2	988,214630	-330,615522	865694,000000	6506349,000000	8,12026
3	1114,218251	-530,387724	865791,000000	6506206,000000	22,83188
4	261,146626	4,270849	864972,291088	6506589,000497	5,42993
5	1059,286974	-977,586540	865743,730141	6505791,174192	3,63961

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 13,43756

Figure 8 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur nord au 1/1 000.

L'erreur observée est réduite à 13 m sur ce secteur (Figure 8). Cependant, nous retiendrons une incertitude de 20 m pour le calage de ces travaux, étant donné la précision limitée du plan calé (échelle initiale de 1/10 000).

Travaux des Moines et de Fallavier (secteur est)

Ce secteur de travaux a été calé en prenant pour référence l'entrée de la G22 ainsi que les travaux du château situés plus à l'ouest (G11 + une autre entrée de galerie située vers G9). 2 autres points du secteur nord ont également été utilisés pour ne pas avoir de points colinéaire. Notons que dans cette hypothèse, les points G21 et la galerie nord du secteur ouest ne peuvent correspondre exactement aux entrées de galeries dessinées. L'erreur de géoréférencement se limite à 8 m avec le nouveau calage de ce secteur (Figure 9). Cependant, nous retiendrons une incertitude de 15 m étant donné la précision limitée du plan calé (échelle initiale de 1/10 000).

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	1098,595092	-649,819018	866087,892401	6505656,029445	3,96894
2	238,592673	-840,862379	865264,490971	6505501,731804	9,54187
3	147,613430	-914,287909	865189,505202	6505426,746034	7,49867
4	803,939291	-187,846605	865786,507289	6506040,331513	7,70327
5	519,592906	-6,177570	865516,846926	6506174,440678	5,77738

Ajustement auto Transformation: Erreur RMS:

Transformation de 1er ordre (▼) 7,15190

Figure 9 : Incertitudes de géoréférencement de l'extrait du plan général sur le secteur est au 1/1 000.

3.5.2. Précision des reports cartographiques

a) Le fond IGN

La BD ORTHO (Prise de vue aérienne de 2003) a été utilisée comme référence planimétrique pour le report des informations minières. La résolution des images est de 50 cm.

b) Précision de position d'après le calage des plans

Comme détaillé dans le § 3.5.1., l'incertitude liée au géoréférencement proprement dit, oscille entre 5 et 60 m selon les plans miniers disponibles sur chaque secteur. Ensuite,

il faut tenir compte de la qualité du plan calé, notamment due à l'échelle du support, pour évaluer l'incertitude de positionnement global de l'élément minier. Un ouvrage localisé à partir d'un extrait au 1/1 000 du plan schématisé au 1/10 000 ne peut être localisé plus précisément qu'à 20 m. Le Tableau 2 récapitule les incertitudes de positionnement considérées par secteur de travaux.

Plan géoréférencé	Nombre de points de référence utilisés	Incertitude de géoréférencement du plan (m)	Incertitude de positionnement globale (m)
Travaux de Pisserate	7	10	10
Secteur ouest (Travaux de Vacher)	4	15	20
Secteur ouest (Travaux de Chollier)	5	5	10
Schéma général (1/10 000)	9	60	60
Secteur nord (Travaux des Moines)	4	13	20
Secteur est (Travaux des Moines et de Fallavier)	5	8	15

Tableau 2 : Tableau de géoréférencement des plans miniers.

3.5.3. Calcul et cartographie des épaisseurs du recouvrement des travaux souterrains

L'épaisseur de recouvrement au-dessus de chaque couche exploitée est un paramètre important pour évaluer l'aléa lié aux travaux miniers souterrains. Il a été distingué les secteurs où les travaux sont situés à moins de 20 m de ceux situés entre 20 et 60 m, sachant que cette valeur est le maximum atteint sur le site.

Ces épaisseurs de recouvrement ont été calculées en utilisant les cotes inscrites sur les plans miniers pour les travaux de la Pisserate et de la Fuly. Sur les travaux non localisés par plan, l'épaisseur de recouvrement a été estimée à partir de la position supposée de l'affleurement d'après le plan 1 (Annexe 1) et la topographie au 1/25 000 issue de la carte IGN. Le pendage est supposé sub-horizontale (sachant qu'il atteint l'ordre d'une dizaine de degrés au maximum).

Ces informations sont reproduites en Annexe 4 (planches hors texte).

3.5.4. Présentation de la carte informative

Les informations récoltées lors de la phase informative sont représentées cartographiquement à l'échelle 1/2 500 (Annexe 3 en planche hors texte). Le support géographique est l'orthophotoplan et le scan 25 de l'IGN.

L'Annexe 3 renseigne sur les travaux miniers. Elle comporte plusieurs niveaux d'information :

- la géographie et l'occupation des sols sur les orthophotographies ;
- les limites de communes ;
- les limites de concessions ;
- les ouvrages miniers débouchant au jour (puits, galeries) ;
- les désordres recensés ;
- les dépôts miniers et les excavations observées ;
- le tracé des galeries localisées sur des plans ;
- l'enveloppe des travaux miniers (incluant son incertitude de positionnement) ;
- l'enveloppe des travaux supposés (sans plan) ;
- les limites d'affleurement d'après le plan des travaux (plan 1 en Annexe 1).

4. Identification des aléas mouvements de terrain retenus sur le bassin ferrifère de La Fuly

Le présent chapitre récapitule les aléas « mouvements de terrain » envisageables en général, sur d'anciennes exploitations minières et identifie, à partir des informations recueillies au cours de la phase informative et de l'expérience acquise, les phénomènes potentiellement attendus sur l'emprise du bassin ferrifère de La Fuly, de ceux qui ne le sont pas.

4.1. LE PHÉNOMÈNE D'EFFONDREMENT LOCALISÉ

4.1.1. Description du phénomène

Le phénomène d'effondrement localisé est causé par l'instabilité locale d'une cavité souterraine. Cette instabilité peut se propager au travers des couches situées au-dessus et créer de cette manière un cratère en surface. L'apparition des effondrements localisés en surface n'est pas toujours accompagnée d'indices précurseurs visibles et donc le plus souvent brutale. Les matériaux impliqués sont donc déplacés et déstructurés de manière importante. La Figure 10 schématise l'évolution de ce type de phénomène, en couche sédimentaire en plateure.

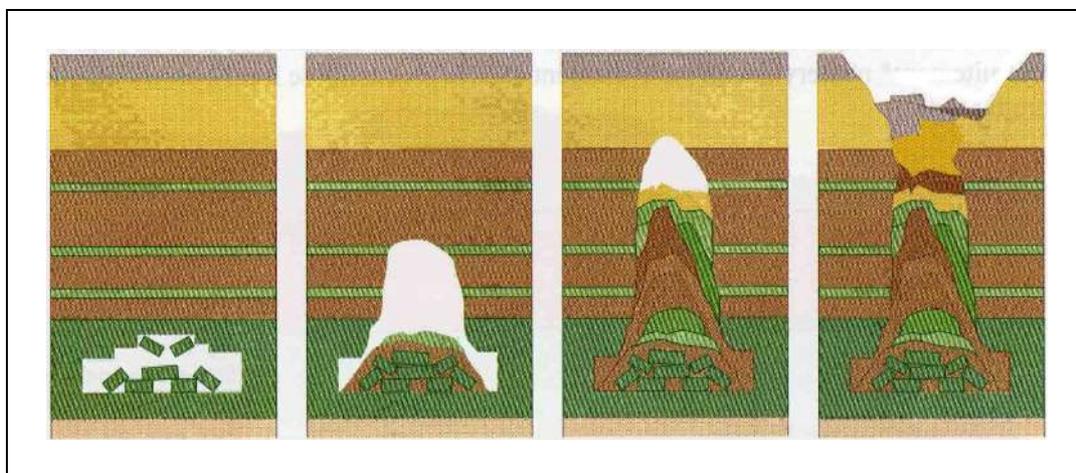


Figure 10 : Schéma de principe d'évolution d'un effondrement localisé (d'après « Évaluation des Aléas liés au Cavités Souterraines » – Guide méthodologique LCPC/INERIS 2002).

Deux paramètres peuvent limiter la propagation du phénomène jusqu'en surface :

- la présence de couches suffisamment compétentes dans le recouvrement pour garantir la stabilité des cavités qui se créent au cours de la progression du phénomène ;

- la possibilité d'un autocomblement de la cavité du fait de l'augmentation de volume des matériaux entre leur état « en place » et leur état « effondré ». Ce phénomène d'augmentation de volume est aussi appelé foisonnement.

Le foisonnement des matériaux géologiques n'est cependant pas mesuré de manière systématique et il n'existe aucun standard reconnu pour sa détermination. Le phénomène d'auto-comblement est donc difficile à évaluer de manière rigoureuse, mais on admet que la probabilité d'apparition d'un fontis en surface diminue (à cavité de dimension égale) avec la profondeur de la cavité. Pour des cavités de dimensions habituelles, les retours d'expérience permettent de fixer la limite d'apparition du fontis en surface autour de 50 m de profondeur pour la cavité initiale. En revanche, des cavités de plus grandes dimensions comme des chantiers non remblayés ou des croisées de galeries par exemple, peuvent être à l'origine de fontis même si elles sont situées à plus grande profondeur.

En général, l'intensité des effondrements localisés est définie comme la dimension (diamètre) du cône d'effondrement résultant en surface. Le guide PPRM propose des indications de classe d'intensité :

- intensité faible pour des surfaces concernées inférieures à 8 m² (diamètre inférieur à 3 m) ;
- intensité moyenne pour des surfaces concernées comprises entre 8 et 75 m² (diamètre compris entre 3 et 10 m) ;
- intensité forte pour des surfaces concernées supérieures à 75 m² (diamètre supérieur à 10 m).

4.1.2. Cavités à l'origine des effondrements localisés

D'une manière générale, les cavités à l'origine des effondrements localisés concernent l'ensemble des vides résiduels présents dans le sous-sol d'un site minier.

Ainsi, sur le bassin ferrifère de La Fuly, les vides résiduels susceptibles d'exister et d'être à l'origine d'effondrement localisé concernent :

- les secteurs de travaux qui n'auraient pas été remblayés ou ceux partiellement remblayés ;
- les galeries quelle qu'elles soient (d'infrastructure, de niveau, isolée...);
- les puits.

Comme indiqué dans le guide PPRM, les phénomènes concernant les puits sont également considérés comme des « effondrements localisés », bien qu'ils soient de nature différente puisque faisant intervenir la rupture de la tête de l'ouvrage ou le tassement de remblais (on parle dans ce dernier cas, de débouillage de puits).

Quelques événements de type effondrement localisé ont été recensés sur le bassin ferrifère de la Fuly. **L'aléa effondrement localisé est donc retenu, à l'aplomb des ouvrages débouchant en surface et des travaux souterrains.**

4.2. LE PHÉNOMÈNE D'EFFONDREMENT GÉNÉRALISÉ

Un effondrement généralisé se produit lorsque les piliers de soutènement laissés dans un quartier de mine se rompent simultanément et produisent en surface un mouvement du sol brusque (Figure 11).

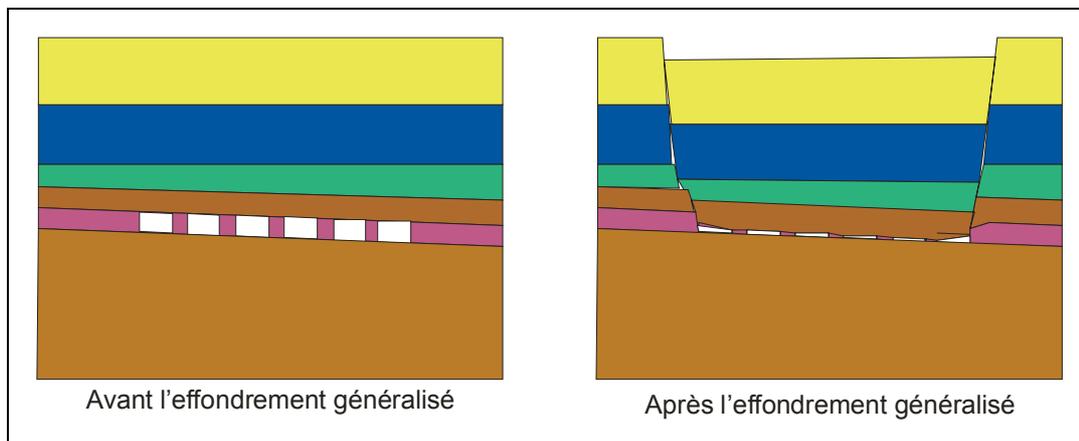


Figure 11 : Principe schématique du mécanisme de l'effondrement généralisé.

Ce type d'effondrement n'est envisageable que pour des secteurs pour lesquels la présence de vides résiduels est importante, et dont l'extension latérale est suffisante (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres d'extension), dans des gisements en plateaux ou faiblement pentés.

D'après les recherches effectuées dans le cadre de la phase informative, il n'est pas évoqué d'exploitation partielle sur le bassin ferrifère de La Fuly.

L'aléa effondrement généralisé est donc écarté sur le bassin ferrifère de La Fuly.

4.3. LE PHÉNOMÈNE D'AFFAISSEMENT

Le phénomène d'affaissement est à peu près équivalent au phénomène d'effondrement généralisé, mais avec une vitesse de propagation du phénomène jusqu'en surface plus lente. Les terrains de recouvrement suivent une évolution progressive et « plastique » sous l'effet de la modification des contraintes induites par les excavations. Comme pour l'effondrement généralisé, ce mécanisme se produit dans des exploitations ayant laissé des vides résiduels conséquents et dont l'extension latérale est suffisante par rapport à la profondeur. Les cas les plus courants concernent les excavations créées par les tailles foudroyées des mines de charbon. Néanmoins, des mouvements de la surface du sol peuvent être initiés plusieurs années ou décennies après la fermeture des travaux si les structures souterraines sont suffisamment résistantes pour demeurer stables jusqu'à ce terme.

Aucun affaissement n'a été signalé à l'aplomb des travaux. Ce type de phénomène n'est envisageable que pour des secteurs pour lesquels la présence de vides résiduels

est importante, alors que sur le bassin ferrifère de La Fuly, les travaux souterrains sont supposés remblayés et dans tous les cas, le volume de vides résiduels est très limité. Sur ce type d'exploitation, nous retiendrons préférentiellement un phénomène de tassement.

L'aléa affaissement est donc écarté sur le bassin ferrifère de La Fuly.

4.4. LE PHÉNOMÈNE DE TASSEMENT

Le phénomène de tassement se manifeste par la réduction de volume d'une couche de matériaux, du fait notamment d'une diminution de son indice de vides.

Dans le cadre de l'après-mine, on parle de tassement lorsque les mouvements du sol ne résultent pas de l'extraction du minerai mais s'expliquent par la recompaction d'un massif meuble (amas de matériaux granulaires) ou affecté par les travaux souterrains (terrains foudroyés, effondrés...). Sous l'action de perturbations extérieures (applications de surcharge en surface, mouvements de nappes au sein des terrains concernés, sollicitations vibratoires...) ou sous l'effet de leur propre poids, les terrains qui présentent un fort indice des vides, comme les deux dépôts miniers repérés, peuvent être amenés à se tasser.

D'après les recherches effectuées dans le cadre de la phase informative, les travaux menés sur les différents secteurs sont partiellement remblayés. Ces remblais sont susceptibles d'engendrer des réajustements et donc des tassements en surface.

Vu l'incertitude existante sur les méthodes de travaux, l'aléa tassement sera donc retenu sur le bassin ferrifère de La Fuly sur les travaux miniers, ainsi que sur les dépôts miniers.

4.5. LE PHÉNOMÈNE DE MOUVEMENT DE PENTE

Les instabilités de pente regroupent plusieurs phénomènes :

- les glissements de terrain qui concernent principalement les massifs de matériaux meubles ou faiblement cohérents. L'intensité dépend généralement des quantités de matériaux déplacés, mais aussi de la profondeur de la surface de glissement ;
- les coulées boueuses qui sont des glissements superficiels pour lesquels, du fait de leur quasi liquidité, les matériaux peuvent se propager sur de très grandes distances ;
- les effondrements, éboulements, écroulements et chutes de blocs associées qui concernent plus spécifiquement les falaises ou talus rocheux.

Les excavations repérées ainsi que les deux dépôts miniers sont d'ampleur trop limitée, pour pouvoir induire des mouvements de terrain de ce type.

L'aléa mouvement de pente n'est pas retenu sur le bassin ferrifère de La Fuly.

5. Évaluation des aléas « mouvements de terrain »

5.1. ZONE D'ALTÉRATION SUPERFICIELLE

La zone d'altération superficielle correspond aux terrains à faible cohésion et donc facilement mobilisables, susceptibles d'être immédiatement affectés par une instabilité des terrains voisins.

Une grande partie du bassin ferrifère de La Fuly est recouvert par des alluvions glacières dont l'épaisseur, très variable, pourrait atteindre localement une vingtaine de mètres, d'après la notice de la carte géologique. Ces dépôts glaciaires sont constitués de moraines, qui, d'une façon générale, est un sédiment hétérogène et hétérométrique, constitué de blocs, de cailloux et graviers emballés dans une matrice sablo-argileuse et calcaire.

Toutefois, la majorité des travaux sont concentrés sur les affleurements de terrains jurassiques, mis à jour par l'érosion récente de ces alluvions. Sans information particulière, l'épaisseur de la zone d'altération superficielle est estimée à 5 m sur le site en général, ce qui constitue déjà une forte épaisseur de terrain déconsolidé.

5.2. ALÉA EFFONDREMENT LOCALISÉ LIÉ AUX PUIITS

5.2.1. Aléa effondrement localisé liés aux puits

Intensité

Le niveau de l'intensité dépend principalement de la section et de la profondeur des puits. Néanmoins, la présence d'alluvions glacières sur une épaisseur importante, pourrait accentuer l'extension de l'entonnoir en surface.

Nous ne disposons d'aucune indication particulière sur la dimension des puits, d'autant qu'aucun n'est plus visible sur le terrain. Vu l'ancienneté des travaux (XIX^{ème} siècle), nous aurons tendance à supposer que les puits ont des dimensions maximales de 3 m de diamètre et d'exclure l'existence d'ouvrage de taille plus conséquente.

La profondeur de ces ouvrages permet également de réduire l'intensité d'un désordre en surface, puisque le comblement de la colonne du puits limitera l'extension de l'entonnoir.

Le niveau d'intensité est donc estimé à :

- limité pour les puits dont la profondeur estimée est inférieure à 20 m, d'après les isopaques de recouvrement (cf. Annexe 4) ;

- modéré pour les puits situés sur les alluvions, dont la profondeur estimée est supérieure à 20 m d'après les isopaques de recouvrement.

Prédisposition

Les effondrements localisés de puits relèvent de deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais et/ou la rupture de la tête d'ouvrage. Le type d'effondrement envisageable dépend donc principalement du mode de traitement de chaque ouvrage.

Le mode d'obturation des puits n'est pas détaillé, mais sur les 20 ouvrages recensés, aucun n'a été retrouvé ouvert. À l'image des puits (P2, P3, P5, P6, P9) supposés remblayés d'après les observations de terrain, il est fort probable que l'ensemble des ouvrages aient été remblayés. Cependant, vu leur ancienneté, nous ne pouvons exclure l'utilisation d'une obturation superficielle vulnérable, comme un plancher en bois. Ces puits sont donc d'abord sujets au débouillage des remblais. Le niveau de prédisposition est estimé à sensible pour les puits reliés aux travaux, dont les remblais peuvent plus facilement s'écouler par fluage dans les travaux, par exemple.

Pour les puits de recherche non reliés aux travaux et probablement borgnes, nous attribuerons un niveau de prédisposition peu sensible. Cette catégorie concerne les puits P6, P12, P18, P19 et P20.

Évaluation de l'aléa effondrement localisé lié aux puits

Le Tableau 3 récapitule les caractéristiques des aléas attribués aux puits des concessions de fer de Saint-Quentin-Fallavier.

Compte tenu de la nature du phénomène redouté, le zonage de l'aléa est circulaire, centré sur l'axe du puits. Son rayon englobe :

- l'emprise de l'ouvrage ;
- un rayon supplémentaire d'incertitude de positionnement relative à chaque ouvrage et donc différente selon qu'il soit encore visible et donc repéré au GPS, ou positionné grâce à un calage de plan (entre 1 et 60 m selon les ouvrages, cf. Tableau 1) ;
- un rayon supplémentaire correspondant à l'influence latérale du cône d'effondrement en surface. Dans la littérature, il est communément admis qu'un angle de 45° appliqué à la limite des terrains déconsolidés (facilement mobilisables) est suffisamment sécuritaire. Ici, l'épaisseur des terrains déconsolidés est estimée à 5 m ; cette valeur entraînera donc une extension horizontale supplémentaire en surface de 5 m.

		Puits relié aux travaux	Puits non relié aux travaux
		Prédisposition sensible	Prédisposition Peu sensible
Puits dont la profondeur est supérieure à 20 m et situé sur les horizons glaciaires	Intensité modérée	Aléa moyen (P7 et P17)	Aléa faible (P6, P12, P18, P19 et P20)
Puits dont la profondeur est inférieure à 20 m	Intensité limitée	Aléa faible (P1, P2, P3, P4, P5, P9, P10, P11, P13, P14, P15, P16)	Aléa faible

Tableau 3 : Récapitulatif des aléas retenus sur les puits des concessions de fer de Saint-Quentin-Fallavier.

5.2.2. Aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains (et galeries isolées)

Désordres observés

Les deux fontis repérés sur le site de La Roche, de 1 à 2 mètres de diamètre et 1,5 à 2 mètres de profondeur, relèvent d'une intensité limitée. En bordure d'affleurement, ils sont probablement liés à une galerie.

Le désordre décrit dans les archives au lieu-dit « La Fessy », de 2 m de diamètre et de 4 à 5 m de profondeur, correspond à un niveau d'intensité limitée voire modérée, étant donnée la profondeur importante. D'après ces dimensions, il pourrait plutôt s'agir d'un puits ou d'une cheminée d'aéragne ne figurant pas sur les plans.

Intensité de l'aléa

D'après le guide méthodologique, l'intensité du phénomène redouté en surface peut être évaluée en fonction du diamètre de l'effondrement attendu en surface. Si l'épaisseur et la nature des terrains de subsurface interviennent dans ces dimensions, le niveau de l'intensité est surtout contrôlé par le volume des vides disponibles.

L'ouverture des travaux est limitée à 1 m, sachant que le minerai se présente sous forme de couches de 0,5 m d'épaisseur en moyenne. D'après les indications d'archives, une seule couche aurait été exploitée ici. Ainsi, bien que nous ne disposions que de très peu d'information sur la méthode d'exploitation, nous excluons la présence de vide plus volumineux à partir de ces informations géologiques. Nous attribuerons donc une intensité modérée en tête d'ouvrage et limitée à l'aplomb des galeries et des travaux, ce que confirment les dimensions des quelques effondrements repérés sur le terrain. Ce niveau sera encore plus limité au-delà d'une certaine profondeur (discutée ci-après).

Prédisposition

La prédisposition d'un site à voir se développer un fontis à l'aplomb d'anciens travaux dépend de la combinaison de plusieurs facteurs : la présence de vides, la rupture du toit et la remontée de l'instabilité jusqu'en surface.

Prédisposition à l'existence de vides résiduels

Sur les travaux de Pisserate, le plan 2 (Annexe 1) au 1/1 000 date de l'arrêt des travaux en 1884. Nous le considérons comme exhaustif sur ce secteur. Sur les travaux de La Fuly, le plan 3 (Annexe 1) au 1/500 date de 1858 : nous pouvons également considérer ce tracé comme exhaustif puisque la date d'arrêt des travaux est indiquée avant 1860. Sur les autres secteurs, nous ne disposons que des enveloppes de travaux, peu précises, issues du plan général (plan 1 en Annexe 1). Par ailleurs, certaines enveloppes ont été tracées à partir de la position d'ouvrages ou d'indications issues de ce plan. L'existence de travaux n'y est que supposée.

Les méthodes d'exploitation ne sont pas détaillées. Aucun pilier n'est explicitement dessiné sur les plans ni évoqué dans les archives, bien que la présence d'exploitation partielle ne puisse être totalement exclue vue l'ancienneté des travaux. Néanmoins, les plans à petites échelles des travaux de la Pisserate et de la Fuly semblent indiquer des méthodes d'exploitation totale, probablement remblayées (partiellement au moins). Le foudroyage systématique paraît difficilement compatible avec l'ancienneté des travaux, qui se sont déroulés avant 1884. Les descriptions d'archives (cf. § 3.3.2.) semblent effectivement attester de la présence d'un remblayage partiel, puisque l'affaissement du toit était également constaté, sans être provoqué.

Ainsi, ces travaux des concessions de fer de Saint-Quentin-Fallavier sont supposés remblayés partiellement. Nous retiendrons une prédisposition de présence de vide sur l'ensemble des travaux miniers, plus réduite sur les travaux supposés.

Prédisposition à la rupture des structures souterraines

Si le minerai se présente sous forme de 2 à 3 couches de 0,5 m d'épaisseur, seule la couche la plus importante, dont la puissance varie de 0,35 à 0,8 m, a été exploitée dans les concessions étudiées. L'ouverture des chambres d'exploitation variait entre 0,5 et 1 m. Bien que nous n'ayons aucune information sur la géométrie de ces exploitations, cette très faible puissance favorise la tenue des appuis et limite la rupture des structures souterraines (que cela soit, les piliers s'il en existe ou le toit). Rappelons que le pendage est subhorizontal (pouvant atteindre jusqu'à 10-15°) et qu'il n'y a pas d'exploitation superposée, ce qui limite les risques d'instabilité au fond.

Au toit de la minéralisation, il existe un banc à coquillage de 20 cm d'épaisseur, observé sur le terrain au toit de la grande majorité des galeries. Il s'agit d'un calcaire argileux hématisé, dont la tenue mécanique n'est pas particulièrement connue. Au-dessus, une succession de plusieurs bancs calcaires d'une vingtaine de centimètres a régulièrement été observée à l'affleurement, sur 1 à 5 m d'épaisseur. Cette configuration pourra facilement entraîner un décollement de banc de toit, d'autant que

certains de ces bancs apparaissent fracturés. La fracturation du minerai et du recouvrement avait également été un facteur défavorable pendant l'exploitation.

L'investigation sur site a permis d'observer un grand nombre d'entrées comblées ou éboulées sans que nous ne sachions si cela a été provoqué ou pas (nous savons juste que les galeries G9 et G33 ont été éboulées par la mairie de Saint-Quentin-Fallavier). Sur plusieurs galeries (G2, G8, G10, G11, G15, G20, G22, G23, G27, G32, G33), l'éboulement de l'entrée laisse encore visible (voire pénétrable) le corps de l'ouvrage, qui n'est jamais remblayé. La rupture de la tête d'ouvrage de ces galeries non remblayées très proches de la surface, reste tout à fait possible. L'éboulement constaté de l'entrée ne modifiera pas ce niveau, étant donné qu'il a plus vraisemblablement été provoqué pour interdire l'entrée que pour prévenir les risques d'effondrement. Ce scénario d'effondrement est donc attendu à l'entrée de toutes les galeries non remblayées, dont celles encore ouvertes (G25). En revanche, les deux galeries (G34 et G26) dont l'orifice a été maçonné sur plusieurs dizaines de mètres auront un niveau de prédisposition peu sensible.

Prédisposition à la remontée de l'instabilité au travers du recouvrement

Une fois que la rupture du toit a eu lieu, la taille des vides et leur profondeur sont ensuite des facteurs de prédisposition déterminants qui interviennent sur la stabilisation du phénomène par auto-comblement.

La section des galeries est estimée inférieure à 3 m^2 . L'ordre de grandeur de 1,5 m pour 1,5 m de largeur, voire plus réduit encore, a été observé sur plusieurs galeries lors des investigations de terrain. Sur le secteur de travaux, le volume des vides résiduels est probablement plus limité, sachant que l'ouverture maximale de 1 m ne tient pas compte du remblayage.

Adaptée de la formule de Vachat (1982), la formule de Meier (1991) donne un ordre de grandeur quantitatif de la profondeur au-delà de laquelle un fontis sera autocomblé avant d'atteindre la surface. La formule a été utilisée ici pour un encaissant massif calcaire (K coefficient de foisonnement compris entre 1,3 et 1,4 et Φ angle de frottement interne entre 35° et 40°), comme le suggèrent les observations de terrain. Les terrains de recouvrement sont effectivement constitués de calcaire marneux gris du Jurassique dont la puissance varie entre quelques mètres au niveau des affleurements à quelques dizaines de mètres au-dessus des travaux d'exploitation les plus récents. Au-delà d'une dizaine de mètres, le recouvrement calcaire peut être recouvert par des alluvions glacières, qui n'auront que peu tendance à limiter la remontée de voûte. Cependant, l'épaisseur de calcaire sous-jacente est du même ordre de grandeur que la hauteur de remontée avant auto-comblement (cf. tableau 4).

Le tableau suivant synthétise les valeurs extrêmes attendues, dans le cas d'un fontis de 1,2 m de diamètre (ou plus), s'initiant dans un vide de hauteur ω dans des galeries. Comme les autres modèles volumétriques, cette approche simplifiée ne constitue qu'un ordre de grandeur, qui doit être calé par rétro analyse. Cependant, nous ne disposons pas de suffisamment d'information ici pour le faire.

	K = 1,3 Φ = 35°	K = 1,4 Φ = 40°
Hauteur des vides ω	1,5	1,5
Diamètre du fontis initial	1,2 à 1,5	1,2 à 1,5
$h_{cloche} = 1,274 * \frac{w}{K-1} * (1 + \frac{w}{DTan\Phi}) F$ ormule en galerie (Meieir, 1991)	15 m / 17 m	10 m / 12 m

Tableau 4 : Résultat des calculs volumétriques, avec une remontée parabolique.

Ce calcul volumétrique simple montre que le risque de remontée d'un fontis jusqu'en surface peut être écarté au droit d'un vide dont la profondeur est supérieure à 20 m, sachant que, comme les autres modèles volumétriques, cette approche ne tient pas compte d'une stabilisation mécanique de la cavité par les bancs du recouvrement calcaire.

d) Prédiposition globale

Ainsi, le niveau de prédiposition est jugé comme :

- sensible en tête de galeries non revêtue et peu sensible pour celles qui sont revêtue d'une maçonnerie ;
- peu sensible à l'aplomb des travaux miniers et des galeries jusqu'à 20 m de profondeur ;
- peu sensible à l'aplomb des travaux supposés ;
- négligeable ailleurs, puisque la profondeur des vides est trop importante pour qu'un effondrement puisse atteindre la surface.

Le Tableau 5 synthétise les arguments.

Configuration	Prédiposition à l'existence de vide	Prédiposition à la rupture localisée au fond	Prédiposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface	Prédiposition finale
Tête de galerie	+	+	++	Sensible
Tête de galerie maçonnerie	+	-	++	Peu sensible
Travaux	+	+	Jusqu'à 20 m de profondeur	Peu sensible
Galerie	+	+		

Tableau 5 : Synthèse des niveaux de prédiposition retenus pour l'aléa effondrement localisé.

Évaluation de l'aléa

À partir de ces informations, il est attribué :

- un aléa moyen au niveau de la tête de toutes les entrées de galeries sauf les deux galeries à écoulement (G34 et G26) qui bénéficieront d'un niveau faible ;
- un aléa faible à l'aplomb des travaux miniers et des galeries jusqu'à 20 m de profondeur ;
- un aléa faible à l'aplomb des travaux dont nous ne disposons pas des plans.

Rappelons que sur le site de la Fuly, le peu d'information et de plans renseignés confère une incertitude non négligeable à l'estimation des épaisseurs de recouvrement et justifie également l'impossibilité d'affiner le raisonnement au-delà.

Principes cartographiques de l'aléa effondrement localisé lié aux travaux souterrains

Compte tenu de la nature du phénomène redouté, le zonage de l'aléa correspond à l'enveloppe des travaux à faible profondeur et au tracé des galeries, complétée par l'incertitude de positionnement et l'influence latérale du cône d'effondrement. Dans la littérature, il est communément admis qu'un angle de 45° appliqué à la limite des terrains déconsolidés (facilement mobilisables) est suffisamment sécuritaire. Ici, l'épaisseur des terrains déconsolidés est estimée à 5 m ; cette valeur entraînera donc une extension horizontale supplémentaire en surface de 5 m. L'incertitude de positionnement des travaux miniers est entre 10 à 20 m selon les secteurs (cf. Tableau 2).

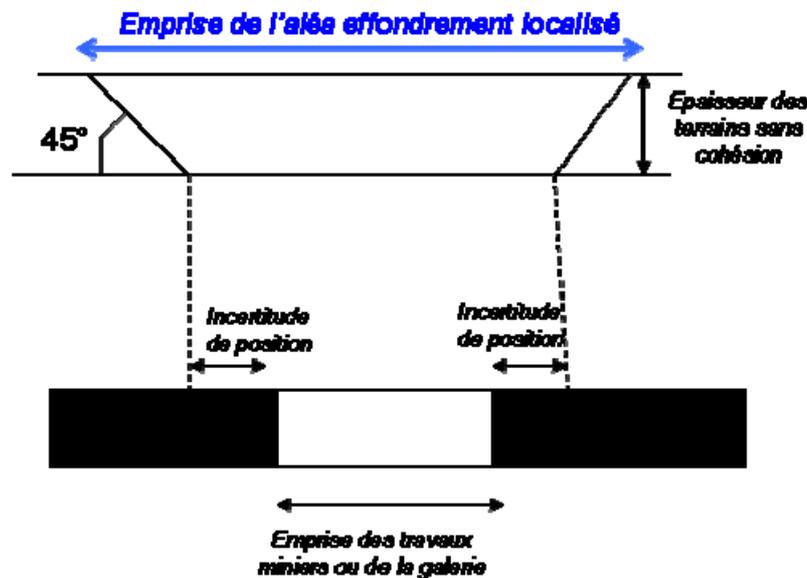


Figure 12 : Schéma de construction de l'aléa.

5.3. ALÉA TASSEMENT SUR LES TRAVAUX

Sur le bassin ferrifère de la Fuly, les terrains qui pourraient être amenés à se compacter sous l'effet de nouvelles sollicitations (mécanique de surface, hydraulique...) sont les secteurs de travaux remblayés ou éboulés. L'application de nouvelles sollicitations (surcharges de surface, hydraulique...) pourrait provoquer la recompaction de ces terrains déconsolidés en profondeur et éventuellement entraîner un tassement de la surface. Ayant peu de précision sur la méthode d'exploitation utilisée, il est supposé la présence de terrains remblayés ou éboulés sur l'ensemble des travaux du bassin ferrifère de la Fuly.

Les calculs volumétriques ne nous permettent pas d'exclure que des remontées de fontis se soient autocomblées à l'aplomb de travaux situés à plus d'une vingtaine de mètres de profondeur. Selon la surcharge appliquée en surface, le réajustement des contraintes peut atteindre ces gammes de profondeur (la profondeur jusqu'à laquelle la surcontrainte se fait sentir dépendant de la taille de la fondation).

N'ayant que peu de moyen de préciser l'épaisseur de recouvrement des travaux, nous attribuerons un niveau de prédisposition peu sensible à l'ensemble des travaux (dont la profondeur maximale localement atteint 60 m), ce qui nous permet d'intégrer, de manière raisonnable, l'incertitude liée à l'estimation de la profondeur et à la méthode de travaux, vu la qualité des plans disponibles. En revanche, le niveau de prédisposition est jugée négligeable sur les travaux supposés.

Ce type de désordre est de nature à engendrer des dégradations aux biens (bâti et infrastructures) présents en surface mais pas à mettre en danger les populations. Sauf exception, l'intensité des conséquences d'un phénomène de tassement demeure limitée (ordre centimétrique à décimétrique).

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, il est attribué **un aléa tassement de niveau faible au droit des travaux miniers avérés par plan, du bassin ferrifère de la Fuly**. Le zonage correspond à l'enveloppe des travaux auquel on a ajouté l'incertitude de positionnement.

Aléa tassement en surface

Mis à part la présence de petits blocs de minerai de fer éparpillés à l'entrée de certaines galeries, seuls deux dépôts principaux ont été repérés sur l'emprise étudiée (cf. § 3.4.4.). La méthode d'exploitation utilisait apparemment les déblais issus du creusement des galeries pour le remblayage des travaux d'exploitation, ce qui laisse penser que même si d'autres dépôts existaient, ils seraient probablement de faible dimension.

Les matériaux entreposés sont des morceaux de calcaire coquillier blanc à jaunâtre et de minerai de fer oolithique entre 20 et 40 cm. Leur épaisseur est d'environ 5 m ; un niveau de prédisposition peu sensible et une intensité limitée semble raisonnable.

Par croisement de l'intensité et de la prédisposition, **il est attribué un niveau d'aléa tassement faible sur les deux dépôts miniers repérés**. L'emprise de l'aléa englobe une marge de 10 m correspondant à l'incertitude de positionnement de l'objet.

5.4. SYNTHÈSE

5.4.1. Récapitulatifs des aléas retenus sur le bassin ferrifère de la Fuly

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain (effondrement localisé et tassement) ont été retenus sur le bassin ferrifère de la Fuly, à l'aplomb des ouvrages débouchant en surface, des travaux souterrains et des dépôts miniers. Le Tableau 6 récapitule les caractéristiques de ces aléas.

Configuration	ALÉA	Fort	Moyen	Faible
TRAVAUX SOUTERRAINS	EFFONDREMENT LOCALISÉ	-	P7 et P17	Autres puits
		-	Têtes de galerie sauf G34 et G26	Travaux souterrains et galeries situés à moins de 20 m de profondeur. Têtes de galerie maçonnée (G34 et G26) Travaux supposés
	TASSEMENT	-	-	Travaux souterrains avérés
DEPOTS MINIERES	TASSEMENT	-	-	2 dépôts miniers

Tableau 6 : Récapitulatif des aléas mouvements de terrain retenus sur le bassin ferrifère de la Fuly.

5.4.2. Présentation de la carte des aléas

Les cartes localisant les zones d'aléa (Annexe 5 et Annexe 6) sont présentées à l'échelle du 1/2 500, sur un fond Orthophotoplan IGN. Les éléments principaux de la carte informative ont été conservés pour permettre une meilleure compréhension de la démarche suivie pour évaluer les aléas.

Les zones d'aléa faible sur les travaux supposés sont figurées en vert pour les différencier des autres zones d'aléa faible, conventionnellement figurées en jaune, de manière à conserver ainsi l'information de l'existence ou non de plans.

6. Conclusion

Les concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier ont été exploitées sur différents secteurs, d'extension et de profondeur limitées. Si l'emprise globale des travaux miniers a été localisée, seuls les plans des travaux du quartier de la Pisserate et du quartier Chollier ont été retrouvés. Les autres secteurs ont été localisés et renseignés à partir d'un plan schématique au 1/10 000, impliquant une incertitude conséquente. Finalement, l'incertitude liée au géoréférencement des éléments miniers oscille entre 5 et 60 m.

54 ouvrages miniers débouchant au jour ont finalement été inventoriés (19 puits, 35 galeries) dont un grand nombre ont été repérés sur le terrain. À ces ouvrages, s'ajoutent 1 bassin de réception des eaux d'exhaure, 4 zones d'exploitation à ciel ouvert ou carrière et 2 zones de verse à stériles de creusement.

Les méthodes d'exploitation ne sont que très peu détaillées, mais la présence d'exploitation partielle n'a jamais été évoquée. Plusieurs indices semblent attester d'un défilage intégral, avec remblayage des travaux avec les déchets. Des accès protégés auraient alors été aménagés autour des galeries d'infrastructure (méthode assimilable à des « hagues et bourrages » des carrières parisiennes).

Dans l'état actuel des connaissances, deux types d'aléa mouvement de terrain ont été retenus sur les concessions de minerai de fer de Saint-Quentin-Fallavier. L'aléa le plus pénalisant est l'aléa effondrement localisé, retenu à l'aplomb des travaux et galeries situés à moins de 20 m de profondeur. La très faible puissance (1 m maximum dans les travaux, probablement remblayés) justifie cette faible portion des travaux concernés. Le niveau le plus élevé, fixé à moyen, est attribué aux têtes d'ouvrages non maçonnées et sur les puits les plus profonds. Par ailleurs, un aléa tassement a été attribué à l'ensemble des travaux avérés, pour intégrer de manière raisonnable, la forte incertitude liée à l'estimation de la profondeur et à la méthode de travaux, vue la qualité des plans disponibles.

Au final, les enjeux concernés par les aléas sont peu nombreux. Concernant l'aléa effondrement localisé, il s'agit principalement des abords du Château de Fallavier et du lotissement situé au Sud de la ferme des Allinges. Un aléa tassement concerne également la D313. Signalons que l'entrée de 2 galeries (G25 et G32), bien qu'éboullées, reste facilement pénétrable. Plusieurs autres galeries dont l'entrée est comblée, pourraient également être rendues accessibles. De plus, les deux galeries d'exhaure recensées méritent d'être surveillées (notamment vis-à-vis de la pérennité de l'écoulement).

7. Bibliographie

Cayeux L. (1922) - Minerais de fer oolithique de France, FASC.II, Service de la Carte Géologique de France.

De Riaz A., Riche A. et Roman F. (1913) - Les Minerais de fer, l'Aalénien et le Bajocien de la région lyonnaise. Bulletin de la Société Géologique de France, XIII, 6, pp.76-94.

Martinet V. (2008) - Scanning des titres miniers de la Région RHONE-ALPES Phase 2 : Qualification rapide de l'aléa du site de La Fuly (Communes de Saint-Quentin-Fallavier et de La Verpillière, département de l'Isère). Rapport INERIS DRS-08-88075-04582A.

Meier (1991) - Numerische Abschätzung von Tagesbruchfährdungen in Altbergbaugebieten. Nationale Tagung für Ingenieurgeologie Sonderband Geotechnik Karlsruhe, Berichte 13, 95-100.

Meloux J. (1973) - Les anciennes mines de fer oolithique de la région de la Verpillière. Rapport Division Sud-Est n° 173.

Meloux J. (1975) - Bilan synthétique de dix années de prospection, Alpes Nord. Rapport BRGM 75-RME-023-FE.

BRGM, Service Géologique Région Rhône-Alpes (1995) - Inventaire des concessions de la région Rhône-Alpes (R 38386 SGR/RHA 95).

Chanselle J. (1885) - Géologie et richesses minérales de l'arrondissement de Vienne (Isère).

L'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers. Guide méthodologique Volet technique relatif à l'évaluation de l'aléa. Ouvrage collectif résultant des contributions de divers organismes INERIS, BRGM, GEODERIS, ENSMP, IRSN, CSTB. Sous la direction de l'INERIS. 30 juin 2004.

Vachat (1982) - Les désordres survenants dans les carrières de la région parisienne. Étude théorique et pratique de l'évolution des fontis, Thèse du CNAM, 115-126.

Complément de documents consultés par INERIS

• Rapports

Rapport sur la demande en concession des mines de fer de Saint Quentin. Document daté du 20 août 1842. (Archives Départementales).

Procès-verbal de visite de la concession de La Verpillière daté du 28 mai 1847. (Archives DREAL).

Rapport de l'Ingénieur des mines sur la demande de percement d'une nouvelle galerie d'exploitation (concession de Saint Quentin). Document daté du 22 octobre 1863. (Archives Départementales).

Procès-verbal de visite des mines de fer oolithiques de Saint Quentin. Décembre 1864. (BDD GEODERIS).

Procès-verbal de visite des mines de fer de Saint Quentin. 1er semestre 1866. (Archives DREAL).

Rapport de l'Ingénieur de l'industrie et des mines concernant un effondrement de terrain au lieu-dit « La Fessy » (commune de Saint-Quentin-Fallavier). 30 juillet 1993. (Archives DREAL).

• Plans

Plan des concessions de La Fuly, de Saint-Quentin et de La Verpillère avec emplacement des travaux. Plan non daté mais probablement de la fin du 19ème siècle. Echelle 1/10 000. (Archives DREAL).

Plan des concessions de Saint-Quentin et la Verpillière avec emplacement des travaux. Plan non daté mais probablement de la fin du 19ème siècle. Echelle 1/10 000. (BDSTM/38SM0103c01).

Plan des travaux de La Fuly (travaux Chollier). 15 avril 1858. Echelle 1/500. (Archives DREAL).

Plan d'une galerie de roulage et d'écoulement, pour les travaux des Moines. Plan non daté. Echelle 1/1 000. (Archives DREAL).

Plan des travaux de Pisserate. Plan calqué en 1882 sur un ancien plan appartenant à M. Gilly. Echelle 1/1 000. (Archives DREAL).

Plan des travaux de Pisserate. 24 février 1884. (Archives DREAL).

• Autres documents

L'espace cartes et données du BRGM (dont la Banque Nationale du Sous-Sol, BSS) : <http://infoterre.brgm.fr/>. (BRGM).

Scanning des titres miniers - Rapport Méthodologique, F. POULARD, référencé INERIS-DRS-05-66305/R04 du 31 décembre 2005. (INERIS).

Base de données des sites miniers français GEODERIS.

Dossiers d'Archives de la DREAL Rhône-Alpes de Lyon.

Carte géologique à 1/50 000 de Bourgoin Jallieu n° 723.

Annexe 1

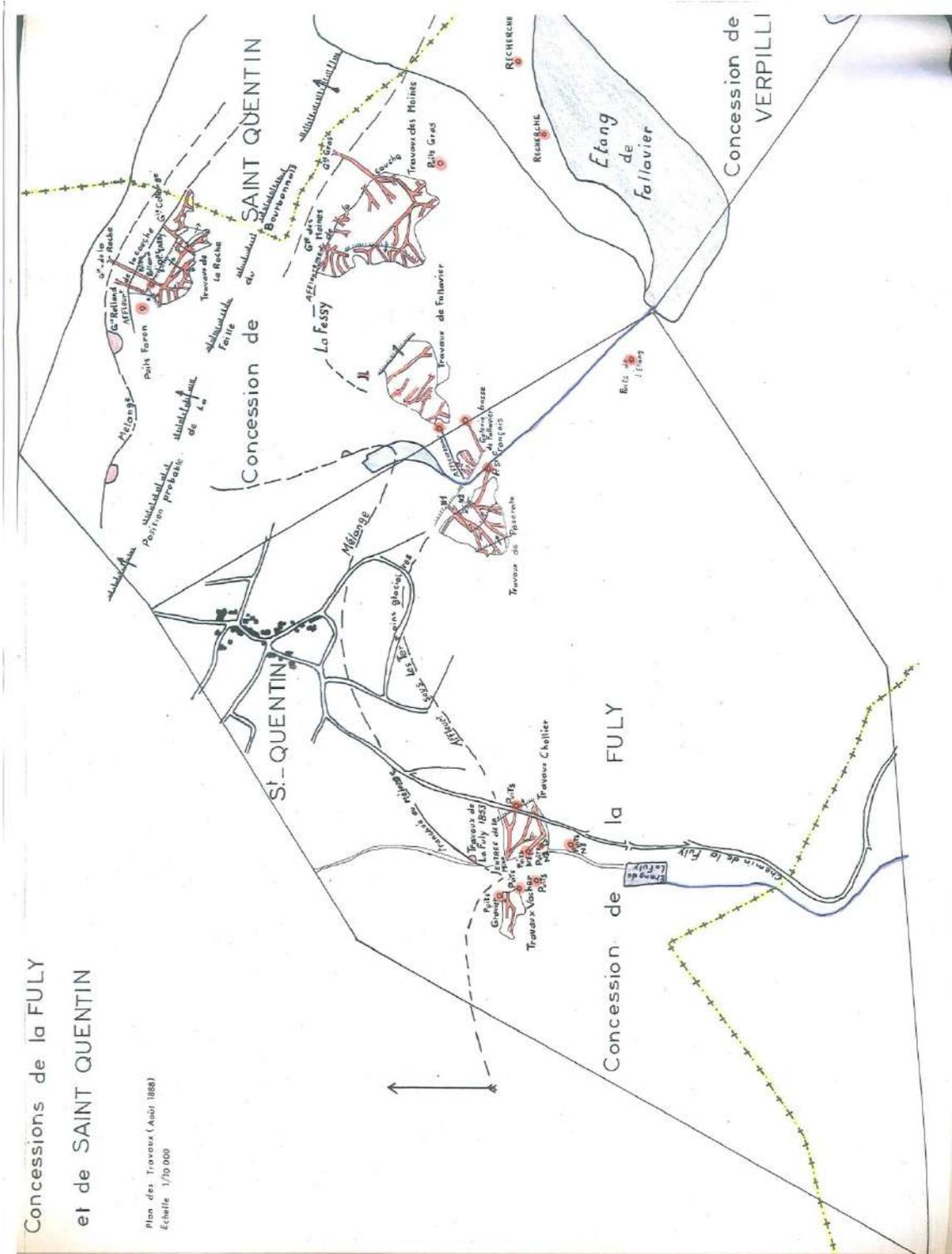
Plans miniers

Plan 1 : Plan des travaux. Concession de la Fuly. Août 1888. Échelle 1/10 000 (Meloux, 1973).

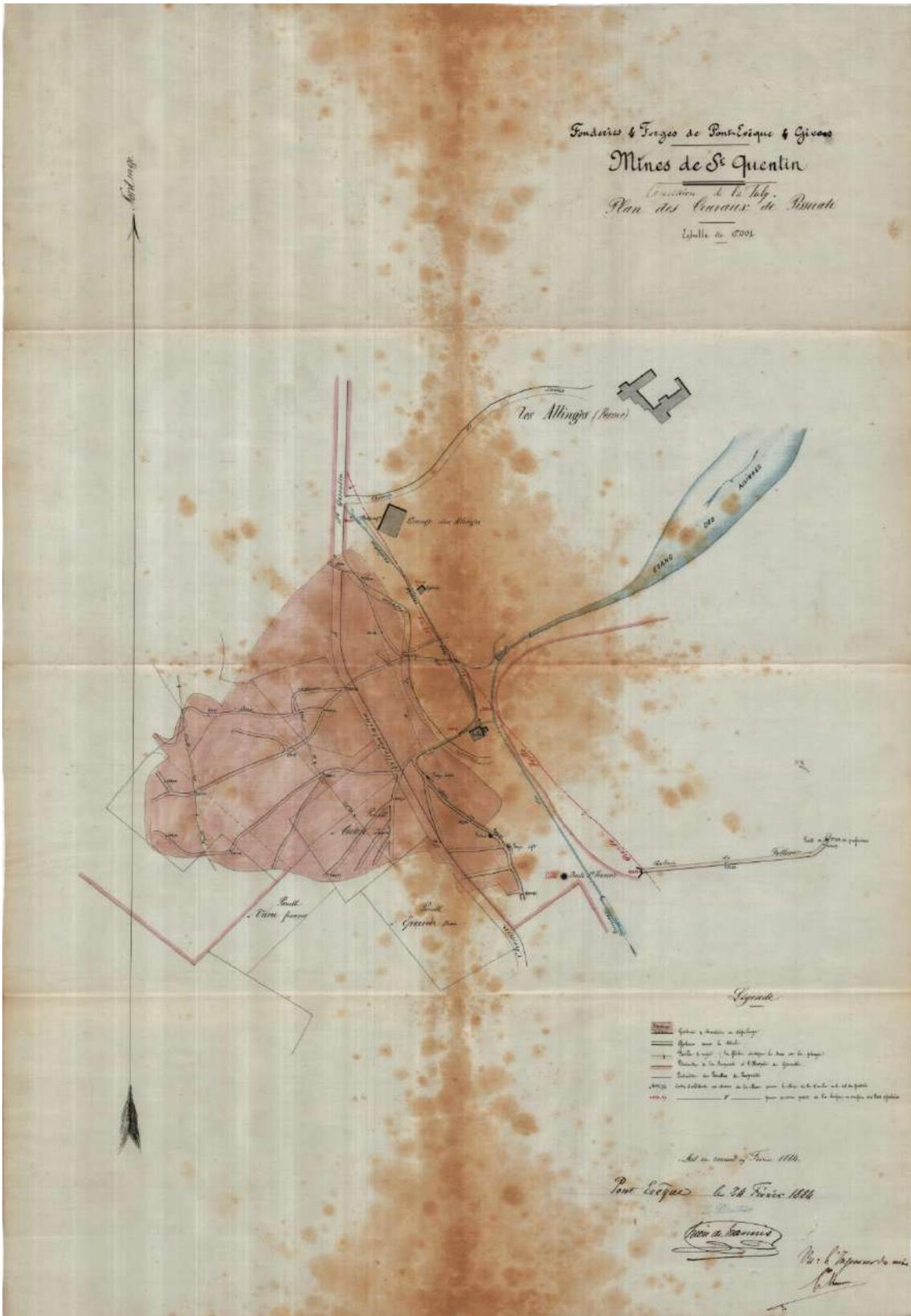
Plan 2 : Plan des travaux de Pisserate. Mines de Saint-Quentin. 1884. Échelle 1/1 000 (Source : archives de la DREAL Rhône-Alpes).

Plan 3 : Plan des travaux de la Fuly. 5 avril 1858. Échelle 1/500 (Source : archives de la DREAL Rhône-Alpes).

Plan 4 : Plan complémentaire des travaux miniers des concessions de Saint-Quentin-Fallavier et de La Fuly. Échelle d'origine à 1/10 000.



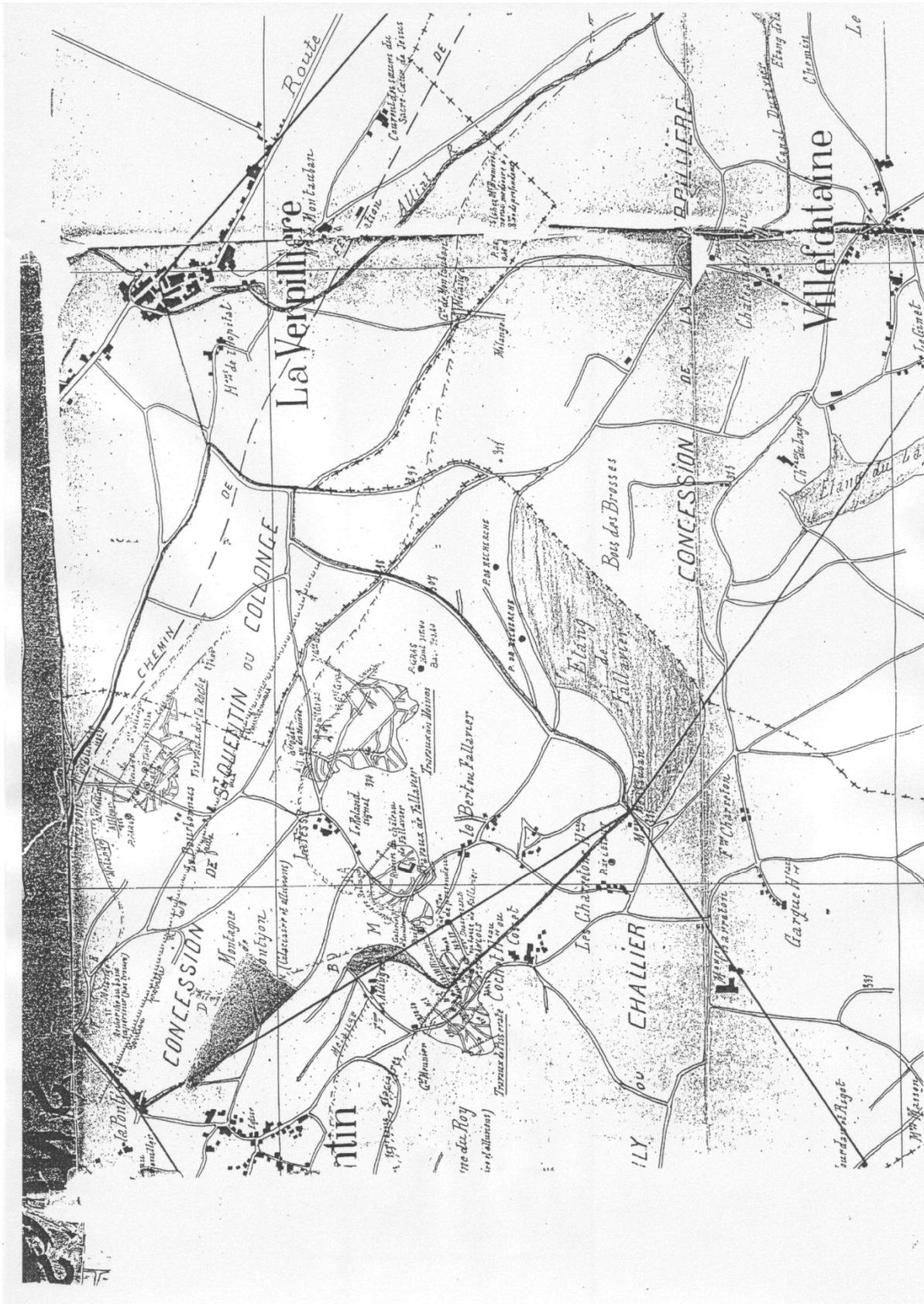
Plan 1 : Plan des travaux. Concession de la Fuly. Août 1888. Échelle 1/10 000 (Meloux, 1973).



Plan 2 : Plan des travaux de Pisserate. Mines de Saint-Quentin. 1884. Échelle 1/1 000. (Source : archives de la DREAL Rhône-Alpes).



Plan 3 : Plan des travaux de la Fuly. 5 avril 1858. Échelle 1/500
(Source : archives de la DREAL Rhône-Alpes).



Plan 4 : Plan complémentaire des travaux miniers des concessions de Saint-Quentin-Fallavier et de La Fuly. Échelle d'origine à 1/10 000.

Annexe 2

Photographies des visites du mois de juillet 2010

Photos 1 à 3 : Travaux de la Fuly.

Photos 4 à 6 : Travaux de la Roche.

Photos 7 à 12 : Travaux des Moines.

Photos 13 à 18 : Travaux de Pisserate.

Photos 19 à 21 : Travaux de Fallavier.



Photo 1 : Entrée de la galerie G2.



Photo 2 : Emplacement du puits P5.



Photo 3 : Parement calcaire du puits P6.

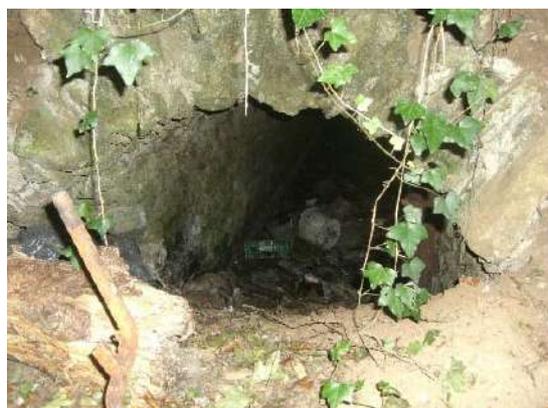


Photo 4 : Entrée de la galerie Rolland G25.



Photo 5 : Galerie Rolland G25.



Photo 6 : Galerie d'écoulement de la Roche G26.



Photo 7 : Effondrement entrée de galerie G30.



Photo 8 : Entrée de la galerie G32.



Photo 9 : Intérieur de la galerie G32.



Photo 10 : Entrée de la galerie G33.



Photo 11 : Galerie Gras G34 d'écoulement.



Photo 12 : Intérieur de la galerie Gras G34.



Photo 13 : Ferme des Allinges.



Photo 14 : Entrée de la galerie G8.



Photo 15 : Entrée de la galerie G10.



Photo 16 : Entrée de la galerie G11.



Photo 17 : Puits Saint François P9.



Photo 18 : Entrée de la galerie G15.



Photo 19 : Entrée de la galerie G20.



Photo 20 : Entrée de la galerie G22.



Photo 21 : Entrée de la galerie G23.

Annexe 3

**Carte informative au 1/2 500
(planche hors texte)**

Annexe 4

**Carte des isopaques du recouvrement
au 1/2 500 (planche hors texte)**

Annexe 5

**Carte de l'aléa « effondrement localisé »
(planche hors texte)**

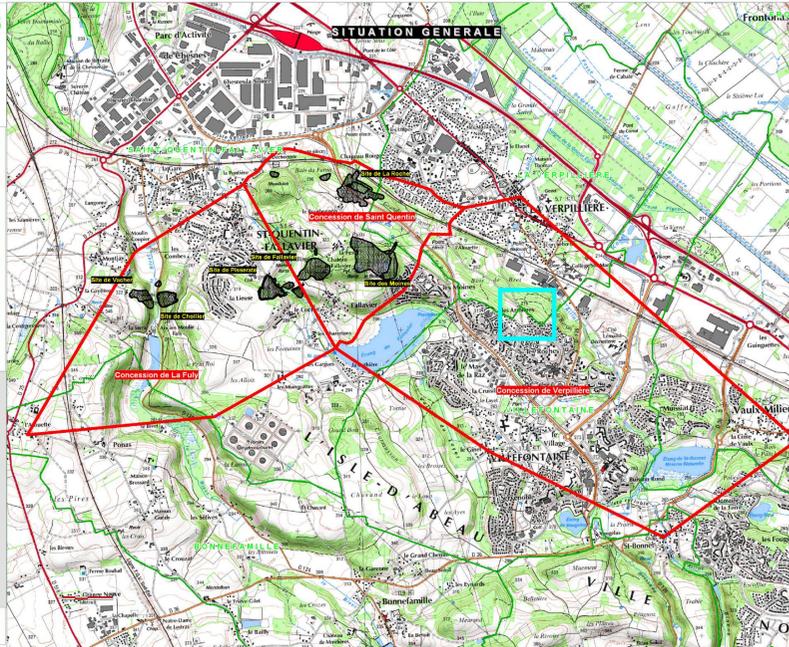
Annexe 6

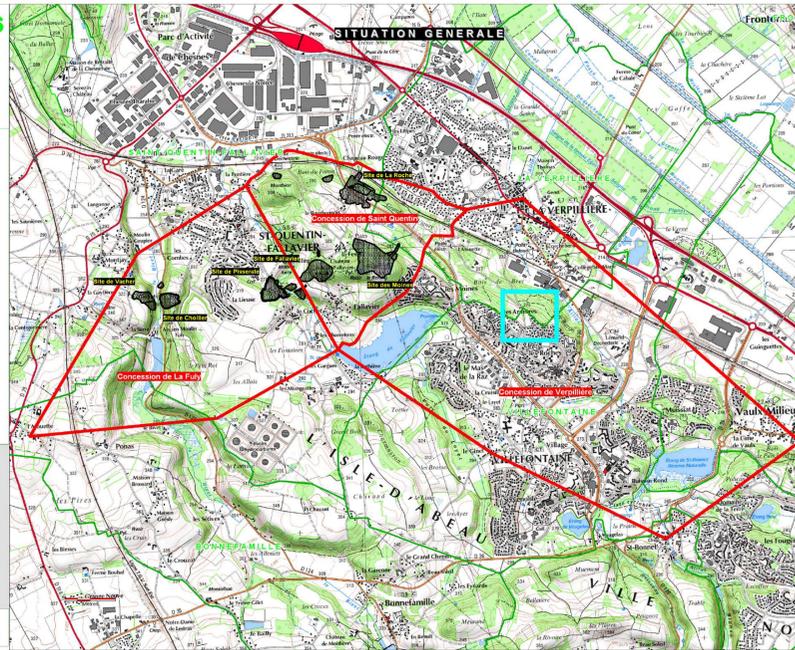
**Carte de l'aléa « tassement »
(planche hors texte)**

Limites administratives	
	Limite de concession
	Limite de commune

Ouvrages miniers de surface	
	Puits observé
	Puits non observé
	Galerie ou descente observée
	Galerie ou descente non observée
	Ouvrage d'écoulement
	Bassin
	Dépôt résiduel de surface (résidu)
	Mina à ciel ouvert (MCO)
	Fontis

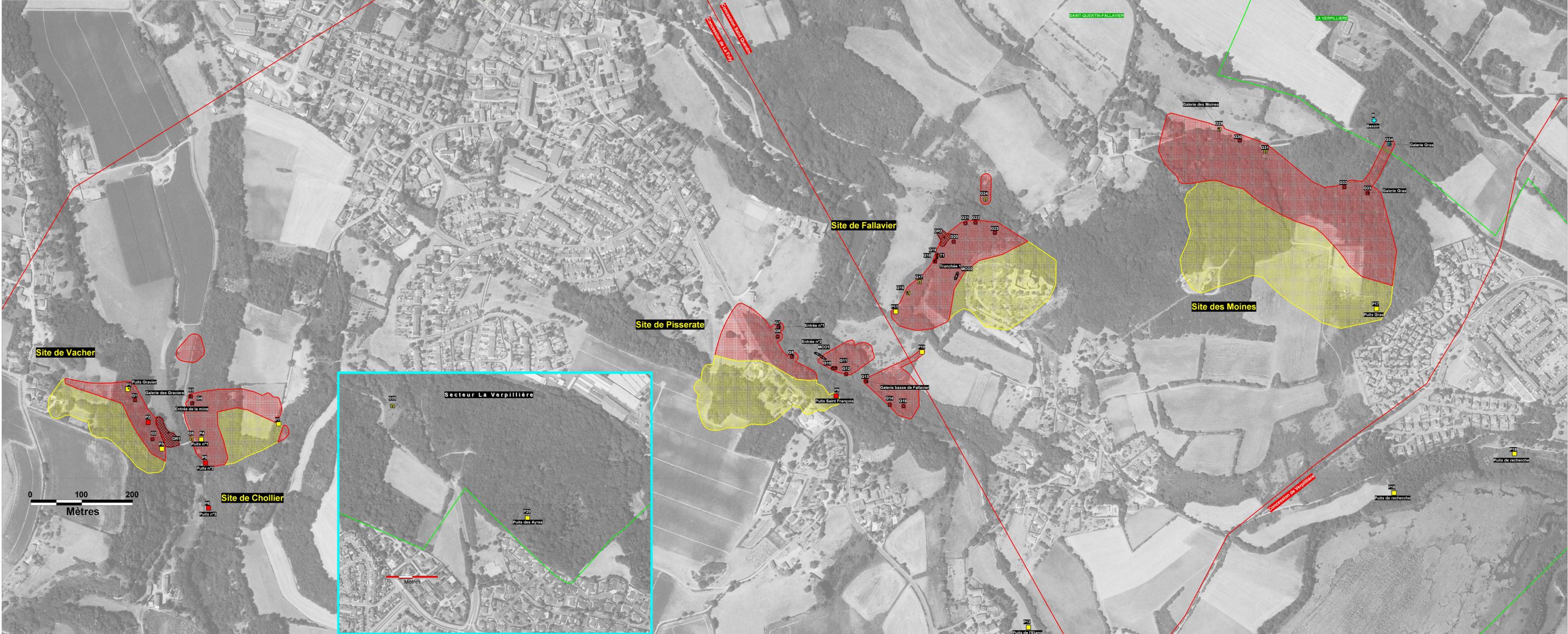
Travaux miniers souterrains	
	Galerie minière
	Travaux défilés avérés avec incertitude de géoréférencement
	Travaux miniers supposés



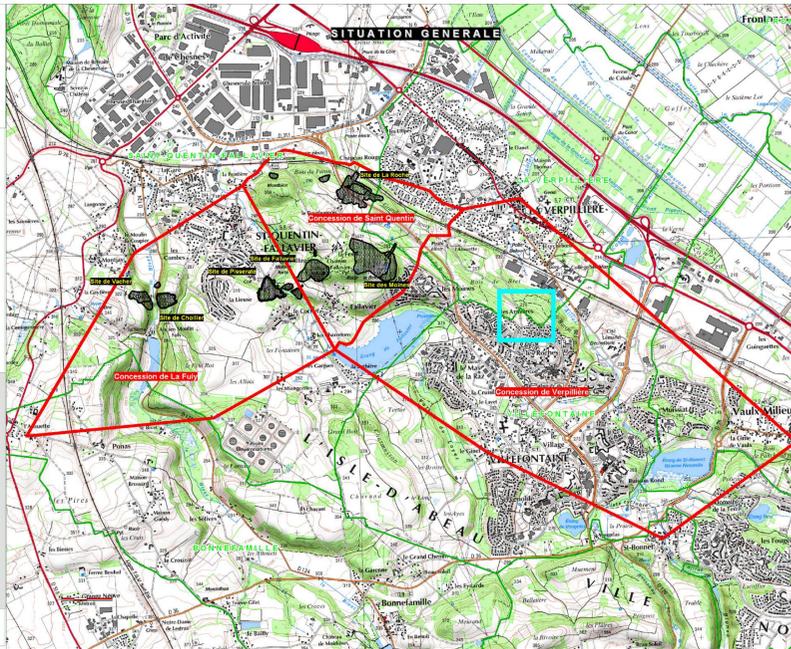


- Limites administratives**
- Limite de concession
 - Limite de commune
- Ouvrages miniers de surface**
- Puits observé
 - Puits non observé
 - Galerie ou descenterie observée
 - Galerie ou descenterie non observée
 - Galerie d'écoulement
 - Bassin
 - Dépôt résiduel de surface (déblais)
 - Mine à ciel ouvert (MCO)

- Isopaques de recouvrement des travaux miniers souterrains**
- Epaisseur supposée inférieure à 20 m
 - Epaisseur comprise entre 20 et 60 m



- Limites administratives**
- Limites de concession
 - Limites de commune
- Ouvrages miniers de surface**
- Puits observé
 - Puits non observé
 - Galerie ou descenterie observée
 - Galerie ou descenterie non observée
 - Bassin
 - Dépôt résiduel de surface (déblais)
 - Mine à ciel ouvert (MCO)
- Aléa mouvement de terrain**
- Aléa effondrement localisé de niveau moyen
 - Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux avérés
 - Aléa effondrement localisé de niveau faible sur travaux supposés



brgm **EXPLORATIONS DE FER SUR LES CONCESSIONS DE LA FULY, LA VERPILLIERE, SAINT-QUENTIN (38)** **GEODERIS**

CARTE ALEA TASSEMENT
ECHELLE : 1/2 500

Limites administratives

- Limite de concession
- Limite de commune

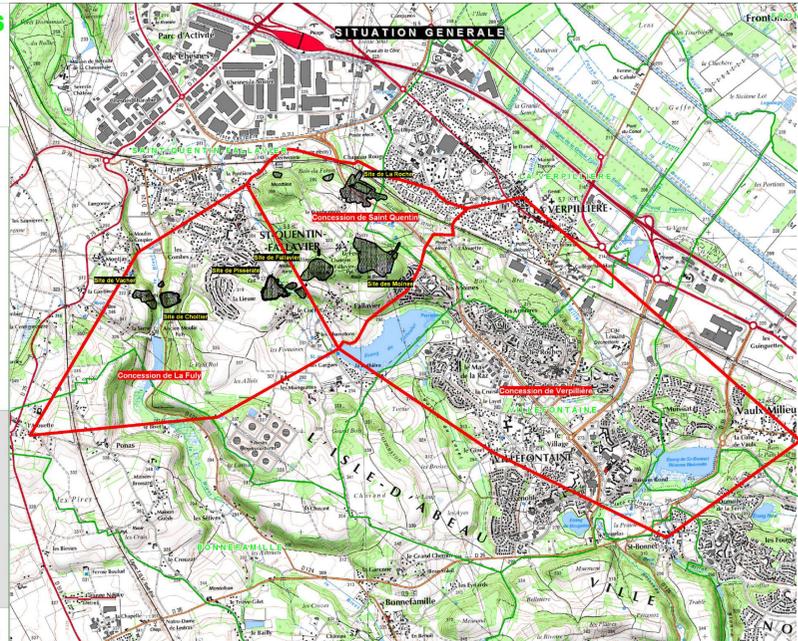
Ouvrages miniers de surface

- Puits observé
- Puits non observé
- Galerie ou descenterie observée
- Galerie ou descenterie non observée
- Galerie d'écoulement
- Bassin
- Dépôt résiduel de surface (déblais)
- Mine à ciel ouvert (MCO)

Aléa mouvement de terrain

- Aléa tassement de niveau faible

Rapport BRGM/RP 83170-FR
novembre 2010
Annexe 6





Centre scientifique et technique
Service ressources minérales
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34