

Direction Nationale
1 Rue Claude Chappe
CS 25198
57075 METZ CEDEX 3
Tél : +33 (0)3 87 17 36 60
Fax : +33 (0)3 87 17 36 89

**Etude « maison sur dépôt »
sur le secteur minier de
Saint-Martin-la-Sauveté (42)
Eléments à prendre en compte par l'INERIS
pour la réalisation de l'étude
Phase informative
et résultats de l'inventaire DDIE**

RAPPORT N2014/046DE – 14NAT2433

Date : 29/08/2014

**Etude « maison sur dépôt »
sur le secteur minier de
Saint-Martin-la-Sauveté (42)
Eléments à prendre en compte par l'INERIS
pour la réalisation de l'étude
Phase informative
et résultats de l'inventaire DDIE**

RAPPORT N2014/046DE – 14NAT2433

Diffusion :

INERIS

GEODERIS

POULARD Frédéric

LEMOINE Marie

ZORNETTE Nicolas

VACHETTE Christian

STEPHANT-CHAMPIGNY Aurore

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	A. STEPHANT-CHAMPIGNY	C. VACHETTE	N. ZORNETTE
Visa			

SOMMAIRE

1	CONTEXTE	3
2	DEMARCHE PROPOSEE PAR GEODERIS	4
2.1	Généralités	4
2.2	Différentes étapes méthodologiques	4
2.2.1	<i>Etape n°1 : Réunion de lancement du projet</i>	5
2.2.2	<i>Etape n°2 : Actions de communication</i>	5
2.2.3	<i>Etape n°3 : Phase informative</i>	5
2.2.4	<i>Etape n°4 : Schéma conceptuel préliminaire et plan d'échantillonnage</i>	5
2.2.5	<i>Etape n°5 : Investigations de terrain</i>	5
2.2.6	<i>Etape n°6 : Analyse des résultats et interprétation</i>	6
2.2.6.1	Comparaison à l'état des milieux ²	6
2.2.6.2	Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)	7
2.2.6.3	Intervalles de gestion et EQRS approfondie.....	7
2.2.7	<i>Etape n°7 : Synthèse des résultats de l'étude</i>	8
3	ETAT DE L'ART SUR LES ARCHIVES MINIERES DISPONIBLES	8
4	PHASE INFORMATIVE	9
4.1	Contexte géologique et gîtologique	9
4.2	Synthèse historique	10
4.3	Exploitation minière.....	12
4.3.1	<i>Grésollette</i>	14
4.3.2	<i>Poyet (-Champoly)</i>	15
4.3.3	<i>Grésolles</i>	16
4.3.4	<i>Juré</i>	17
4.4	Traitements minéralurgiques et pyrométallurgiques	18
4.5	Cas particulier du projet de laverie de Grésolles	20
5	RESULTATS DE L'INVENTAIRE DDIE	21
5.1	Généralités	21
5.2	Dépôt 42_0069_A_T1	23
5.3	Dépôt 42_0069_B_T1	24
5.4	Dépôts 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3	25
5.5	Dépôt 42_0069_D_T1	27
5.6	Dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3	28
5.7	Dépôt 42_0069_F_T1	29
6	SITES D'INTERET DANS LE CADRE DE L'ETUDE « MAISON SUR DEPOT »	30
6.1	Fonderie de la Goutte et logement permanent associé	30
6.2	Site minier de Poyet-Champoly, logement permanent associé et contrôle de l'ancienne installation de traitement du minerai	30
6.3	Site minier de Grésolles et contrôle de l'ancienne installation de traitement du minerai ³²	
7	BIBLIOGRAPHIE	34

Mots clés : étude « maison sur dépôt », plomb, interprétation de l'état des milieux, Saint-Martin-la-Sauveté, inventaire DDIE, dépôts miniers, lavoirs rudimentaires, fonderies, famille Blumenstein

TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Figure 1 : Carte des secteurs de la région Rhône-Alpes, selon leur classe « population-environnement » (de A à E) et leur classe « stabilité » (GEODERIS, 2013).....	3
Figure 2 : Critères de gestion du risque [Source : MEDD, 2007 ; Adaptation GEODERIS 2013].....	6
Figure 3 : Situation géologique du Pays d'Urfé, sans échelle (Dupuis, 2003).....	9
Figure 4 : Situation des sites d'exploitation et de traitement du titre minier de Saint-Martin-la-Sauveté sur fond Scan 100 © IGN (Carroué, 1959) ; (Gruner, 1858).....	13
Figure 5 : Plan de Dalguier de 1752 du hameau de la Goutte (commune des Salles) présentant l'état de l'urbanisme à cette époque, en lien étroit avec l'usine métallurgique (Dupuis, 2003).....	19
Figure 6 : Localisation des dépôts sur lesquels sont installées des habitations et localisation des autres dépôts inventoriés dans le cadre de l'inventaire DDIE sur le secteur minier de Saint-Martin-la-Sauveté, sur fond SCAN 25 © IGN.....	21
Figure 7 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_A_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011).....	23
Figure 8 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_B_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011).....	24
Figure 9 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur les dépôts 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3 sur fond orthophotoplan © IGN.....	25
Figure 10 : Dépôts 42_0069_C_T1 (en haut), 42_0069_C_T2 (au centre) et 42_0069_C_T3 (en bas) (Photographies : INERIS, 2011).....	26
Figure 11 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_D_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011).....	27
Figure 12 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur les dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011).....	28
Figure 13 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_F_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011).....	29
Figure 14 : Zone d'investigation envisagée pour l'étude « maison sur dépôt » 2014 sur le site de la fonderie de la Goutte, sur fond orthophotoplan © IGN et BD Parcellaire © IGN.....	30
Figure 15 : Zone d'investigation envisagée pour l'étude « maison sur dépôt » 2014 ainsi que pour l'opération de contrôle autour du dépôt 42_0069_C_T2 sur le site minier de Poyet-Champoly, sur fond orthophotoplan © IGN et BD Parcellaire © IGN.....	31
Figure 16 : Zone d'investigation envisagée pour l'opération de contrôle autour du dépôt 42_0069_E_T1 sur le site minier de Grésolles, sur fond orthophotoplan © IGN et BD Parcellaire © IGN.....	32
Figure 17 : Comparaison des plans de Carroué (1959) et de la photographie aérienne de 1946 © IGN sur le site minier de Grésolles.....	33
Tableau 1 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre d'une IEM [Source : MEDD, 2007].....	7
Tableau 2 : Production totale des mines de Saint-Martin-la-Sauveté entre 1729 et 1844 (Gruner, 1858).....	12
Tableau 3 : Résultats de l'inventaire DDIE sur le secteur minier de Saint-Martin-la-Sauveté et sur les dépôts associés.....	22
Tableau 4 : Résultats analytiques bruts sur le prélèvement de contrôle réalisé sur 42_0069_A_T1.....	23
Tableau 5 : Résultats analytiques bruts sur les prélèvements de contrôle réalisés sur 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3.....	26
Tableau 6 : Résultats analytiques bruts sur le prélèvement de contrôle réalisé sur 42_0069_D_T1.....	27
Tableau 7 : Résultats analytiques bruts sur les prélèvements de contrôle réalisés sur 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3.....	28

1 CONTEXTE

De 2009 à 2012, le groupement d'intérêt public (GIP) GEODERIS a mis en œuvre l'inventaire des déchets miniers issus de l'industrie extractive, en application de l'article 20 de la directive européenne 2006/21/CE (inventaire dit « DDIE ») sur le territoire métropolitain. L'article 20 de cette directive stipule que : « Les États membres veillent à ce qu'un inventaire des installations de gestion de déchets fermées, y compris les installations désaffectées, situées sur leur territoire et ayant des incidences graves sur l'environnement ou risquant, à court ou à moyen terme, de constituer une menace sérieuse pour la santé humaine ou l'environnement soit réalisé et mis à jour régulièrement. Cet inventaire, qui doit être mis à la disposition du public, est effectué avant le 1^{er} mai 2012 [...] ».

La méthodologie mise en place par GEODERIS aboutit à une classification qui consiste en le classement (de A à E) de secteurs miniers. La classe E comprend les secteurs qui contiennent des dépôts potentiellement très impactants en termes de risques sanitaire et environnemental. A l'inverse, la classe A regroupe les secteurs qui contiennent des dépôts potentiellement peu ou non impactants. Sur l'ensemble du territoire métropolitain, cet inventaire a également mis en évidence 18 cas particuliers d'habitations installées sur des dépôts miniers (au sein de secteurs classés en C+, en D ou en E), ce qui est le cas du secteur de Saint-Martin-la-Sauvété (ne comprenant que le titre minier éponyme avec deux cas de « maison sur dépôt ») (Figure 1).

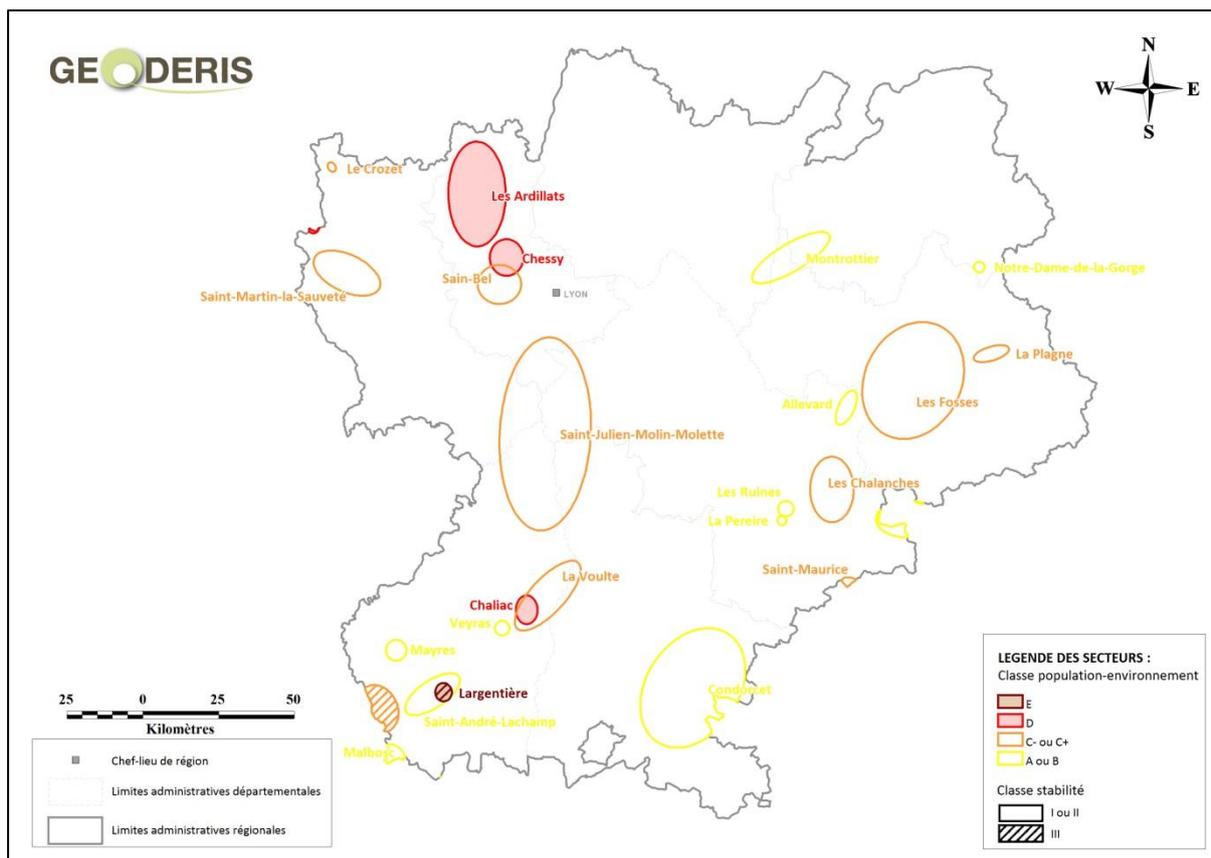


Figure 1 : Carte des secteurs de la région Rhône-Alpes, selon leur classe « population-environnement » (de A à E) et leur classe « stabilité » (GEODERIS, 2013)

Pour l'année 2014, une étude sur ce dernier secteur est programmée par GEODERIS, en collaboration avec l'INERIS, intitulée étude « maison sur dépôt ». GEODERIS a en effet choisi de s'appuyer sur l'INERIS pour la réalisation des travaux de terrain et de l'évaluation des risques sanitaires. Cette dernière est basée sur les outils définis dans le cadre de la politique nationale sur les sites et sols pollués (SSP) (MEDD, 2007), et en particulier sur la méthodologie d'interprétation de l'état des milieux (IEM). Il s'agit d'une étude sanitaire centrée sur les maisons installées sur des dépôts et sur leur environnement immédiat, destinée à vérifier l'absence d'incompatibilité entre les milieux (sols, eaux, végétaux) et les usages qui en sont faits.

Le présent document se donne pour objectif :

- **de rappeler la démarche proposée par GEODERIS ;**
- **de fournir les éléments acquis au cours de la phase informative ;**
- **de présenter les résultats de l'inventaire DDIE mené sur le secteur ;**
- **de conclure quant aux caractéristiques des trois zones d'intérêt de l'étude.**

2 DEMARCHE PROPOSEE PAR GEODERIS

2.1 Généralités

Une étude « maison sur dépôt » a pour objectif d'évaluer le niveau de risque sanitaire pour les populations concernées par des habitations installées sur un dépôt minier. La démarche utilisée s'appuie sur les outils définis dans le cadre de la politique nationale sur les sites et sols pollués (SSP) (MEDD, 2007), et en particulier sur la méthodologie d'interprétation de l'état des milieux (IEM). Le périmètre de l'étude est restreint à l'environnement proche du dépôt minier et peut concerner plusieurs résidences si ces dernières sont construites sur ou à proximité immédiate du dépôt.

Dès lors que l'étude conclut à une incompatibilité entre l'état des milieux et les usages qui en sont faits, des mesures de gestion devront être engagées. Ces mesures consistent en des actions visant à améliorer ou restaurer la qualité des milieux affectés afin de les rendre compatibles avec l'usage actuel. Des mesures simples et pragmatiques peuvent néanmoins s'avérer suffisantes pour contrôler un état stabilisé ou une évolution favorable de l'état des milieux, et pour résoudre le problème identifié avant toute investigation complémentaire et/ou mesure de gestion.

S'agissant des milieux dont l'état est dégradé, mais pour lesquels les risques restent acceptables, en référence aux valeurs de gestion réglementaires ou aux niveaux de risques théoriques calculés, la mise en place d'une surveillance environnementale adaptée et limitée dans le temps (une seule période quadriennale) peut être envisagée pour vérifier la maîtrise de la source et l'évolution favorable des impacts.

En tout état de cause, lorsqu'un plan de gestion n'est pas engagé, la conservation de la mémoire de l'état des milieux, par la mise en place de servitudes et restrictions d'usage, peut s'avérer nécessaire pour garantir la pérennité de l'adéquation entre les usages constatés à un moment donné et l'état des milieux.

2.2 Différentes étapes méthodologiques

La méthodologie utilisée s'articule autour des sept étapes présentées à la suite.

2.2.1 Etape n°1 : Réunion de lancement du projet

Cette réunion, organisée par GEODERIS, rassemble la DREAL, les élus des communes concernées, l'INERIS et GEODERIS. Elle a pour objectif principal de valider la démarche de l'étude ainsi que les rôles de chaque intervenant. A cette occasion, les actions de communication sont programmées, en concertation avec la DREAL et les élus. Enfin, une visite de terrain est réalisée afin que chacun des acteurs dispose d'un aperçu général du site et de ses environs.

2.2.2 Etape n°2 : Actions de communication

Les actions de communication sont établies afin d'informer les personnes concernées de la réalisation de l'étude et de préparer les entretiens nécessaires à son bon déroulement. Ces entretiens permettent de décrire les usages actuels sur et autour du dépôt minier (occupation des locaux et des sols étudiés, présence d'enfants, réutilisation d'éventuelles terres excavées, consommation de légumes ou de fruits autoproduits, etc.).

2.2.3 Etape n°3 : Phase informative

La phase informative, réalisée par GEODERIS, consiste en une étude historique et de vulnérabilité (identification préalable des usages et des enjeux, lorsque possible). Ce recueil d'informations s'appuie dans un premier temps sur l'étude d'archives minières et de rapports techniques dans le but de capitaliser le plus d'informations possibles relatives au dépôt et à son proche environnement (nature des matériaux résiduels, emprise géographique du dépôt, caractéristiques du traitement du minerai (s'il y a lieu), etc.). Ce travail est ensuite complété par la consultation de différentes bases de données publiques et de supports cartographiques. A l'issue de cette étape, les sources potentielles et les usages probables doivent être caractérisés.

2.2.4 Etape n°4 : Schéma conceptuel préliminaire et plan d'échantillonnage

Les données collectées au terme des étapes n°1 et n°3 permettent de dresser le schéma conceptuel préliminaire, et ainsi d'élaborer un premier plan d'échantillonnage des différents milieux (sols, eaux de surface et souterraines, végétaux voire sédiments si nécessaire).

2.2.5 Etape n°5 : Investigations de terrain

Un descriptif précis de l'environnement de (ou des) l'habitation(s) située(s) à l'aplomb ou à proximité immédiate du dépôt est d'abord effectué (présence de zones bétonnées au niveau du sol, installation d'aires de jeux, etc.). Un inventaire des usages associé à l'habitation, aux captages d'eaux¹, aux jardins potagers, aux zones de cultures, etc. est également réalisé.

Ces éléments d'informations connus, l'INERIS mène alors une campagne de mesures sur site avec un spectromètre de fluorescence X portable (ou NITON ®) au droit du dépôt et dans son environnement proche. L'objectif est :

- d'évaluer la délimitation de la zone de sols polluée ;
- d'évaluer le niveau de pollution autour de l'habitation.

¹ L'inventaire des captages d'eau est réalisé à partir des bases de données, puis complété par un repérage de terrain.

Le même type d'échantillonnage est réalisé en dehors de l'emprise du dépôt afin de déterminer « l'environnement local témoin », c'est-à-dire l'état naturel des sols hors influence minière².

Quelques prélèvements en profondeur au niveau du dépôt pourront être réalisés (1 m à 1,5 m de profondeur). Ces prélèvements, effectués à l'aide d'une tarière manuelle, sont destinés à détecter la présence éventuelle d'horizons contaminés.

En fonction des usages identifiés, des prélèvements d'eaux souterraines, d'eaux de surface, voire de légumes et de fruits potagers, pourront être réalisés.

2.2.6 Etape n°6 : Analyse des résultats et interprétation

Sur la base des résultats acquis, le schéma conceptuel préliminaire est précisé jusqu'à obtention du schéma conceptuel final.

2.2.6.1 Comparaison à l'état des milieux²

La démarche, schématisée sur la Figure 2, consiste à comparer dans un premier temps l'état des milieux aux environnements locaux témoins définis. Si les concentrations mesurées dans les milieux excèdent celles de leurs témoins, ces valeurs sont comparées aux valeurs réglementaires pertinentes. En l'absence de ces valeurs, des calculs sanitaires sont nécessaires (évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)).

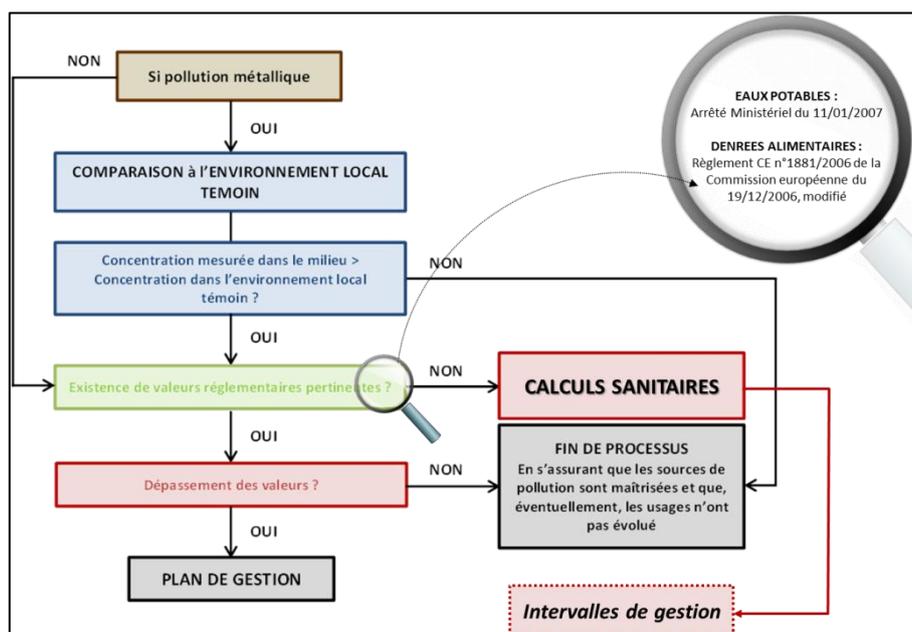


Figure 2 : Critères de gestion du risque [Source : MEDD, 2007 ; Adaptation GEODERIS 2013]

² Il est important de préciser à ce stade que, d'après le rapport GEODERIS N2014/045DE-14NAT2410 intitulé « Propositions méthodologiques d'adaptation au contexte d'après-mine de la démarche d'interprétation de l'état des milieux » du 13 août 2014 : « Aucun environnement local témoin pertinent ne peut donc être identifié dans les cas suivants : aire de stockage de résidus miniers, sols mélangés avec des quantités importantes de résidus miniers ou de stériles issus de zones éloignées [...]. Il résulte de ce constat que GEODERIS propose d'adapter la démarche IEM en contexte d'après-mine selon le principe suivant : **dans le cas d'une zone sous influence minière, c'est-à-dire lorsque l'opérateur peut démontrer par la phase informative ou par des observations de terrain étayées que la zone est sous influence minière (usages constatés sur une aire de stockage de résidus miniers ou des sols mélangés avec des quantités importantes de résidus miniers ou de stériles issus de zones éloignées, usages installés sur d'anciens sites d'exploitation ou de traitement, etc.), pas de comparaison à l'environnement local du site. Les outils IEM : « Comparaison aux valeurs réglementaires » et, le cas échéant, « EQRS », sont tout de même mis en œuvre ».** Ce document est en cours d'étude et de discussions avec les partenaires INERIS et BRGM.

2.2.6.2 Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)

Dans le cas de dépassement des concentrations de l'environnement local témoin, et en l'absence de valeur réglementaire adaptée, la démarche IEM met en œuvre **une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS)**³ dont les principales étapes sont :

- l'évaluation de la toxicité, qui repose principalement sur la recherche de valeurs toxicologiques de référence (VTR) pertinentes ;
- l'évaluation détaillée de l'exposition des personnes concernées, qui permet de calculer la dose journalière d'exposition (DJE) ;
- l'évaluation des incertitudes.

L'évaluation du risque dans le cas d'une voie d'exposition par ingestion est quantifiée à partir de deux éléments : le **quotient de danger (QD)** pour les effets à seuil⁴ et l'**excès de risque individuel (ERI)** pour les effets sans seuil⁵, dont les calculs sont basés sur les VTR et les DJE, qui déterminent ensuite les intervalles de gestion.

2.2.6.3 Intervalles de gestion et EQRS approfondie

Les intervalles de gestion présentés dans le Tableau 1 ont été définis par le MEDD ; ils déterminent les actions à engager en fonction des valeurs calculées de QD et d'ERI. **Dans tous les cas, il convient de s'assurer que la source de pollution est maîtrisée.**

INTERVALLE DE GESTION DES RISQUES		INTERPRETATION DES RESULTATS	ACTIONS A ENGAGER	
Substances			Sur les milieux	Sur les usages
A effet de seuil (QD)	Sans effet de seuil (ERI)			
QD<0,2	ERI<10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés.	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée.	
0,2<QD<5	10 ⁻⁶ <ERI<10 ⁻⁴	Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recours à une argumentation appropriée, au retour d'expérience. 2. Mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bons sens. 3. Mise en œuvre de restriction d'usage accompagnée d'une surveillance des milieux. 4. Réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie qui peut permettre de gérer la situation sans mener des actions lourdes⁶. 	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec les milieux.
QD>5	ERI>10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages.	Définition et mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages.	

Tableau 1 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre d'une IEM [Source : MEDD, 2007]

³ L'EQRS étant un des outils disponibles de gestion.

⁴ Les effets « à seuil » concernent les substances provoquant au-delà d'une certaine dose des dommages dont la gravité augmente avec la dose absorbée.

⁵ Les effets « sans seuil » dans le cas de substances pour lesquelles l'effet apparaît quelle que soit la dose reçue et où la probabilité de survenue augmente avec la dose.

⁶ Lorsque les résultats des calculs de risques sont respectivement tels que : 0,2<QD<5 ou 10⁻⁶<ERI<10⁻⁴, l'action à engager peut être la réalisation d'une évaluation quantitative des risques (EQRS) réfléchie qui consiste à approfondir l'évaluation du QD et de l'ERI.

2.2.7 Etape n°7 : Synthèse des résultats de l'étude

Les résultats acquis dans l'application de la démarche d'interprétation de l'état des milieux, ainsi que les éventuelles recommandations associées, seront présentés de façon détaillée dans un rapport INERIS. Ces mêmes travaux seront intégrés par GEODERIS dans une synthèse didactique, communicable à un public de non-spécialistes.

3 ETAT DE L'ART SUR LES ARCHIVES MINIERES DISPONIBLES

D'après les informations recueillies par GEODERIS en février et mars 2014, la DREAL Rhône-Alpes ne dispose pas de documents relatifs à la concession de plomb de Saint-Martin-la-Sauveté⁷. Elle a cependant transmis à GEODERIS quelques éléments que l'Unité Territoriale de la Loire à Saint-Etienne avait en sa possession sur ce titre minier, dont les informations ont été intégrées à la présente étude^{8,9}. L'unité du DPSM à Gardanne n'a pas non plus retrouvé de documents relatifs à ce site¹⁰.

GEODERIS a consulté quatre ouvrages de référence sur Saint-Martin-la-Sauveté à la Bibliothèque nationale de France de Paris : (Cuisson, 1983), (Dupuis, 2003), (Gruner, 1858) et (Taylor, 1856).

Les archives départementales du Rhône¹¹, les archives départementales de l'Isère¹², les archives départementales de Loire¹³ et la Bibliothèque municipale de Vienne¹⁴ disposeraient de boîtes qui n'ont pas été consultées dans le cadre de la présente phase informative ; leur contenu a cependant été intégré en substance aux travaux des auteurs précités.

⁷ Courriel de L. JACQUEMOUX à A. STEPHANT-CHAMPIGNY du 26 février 2014.

⁸ Courrier de la Société minière et métallurgique de Pennaroya du 29 mars 1956 de déclaration d'ouverture de mine pour la mise en œuvre de travaux de recherche sur les filons de Grésolles et Juré.

⁹ Décret de renonciation de la concession de plomb de Saint-Martin-la-Sauveté du 2 juillet 1896.

¹⁰ Courriel de P. PORTARO à O. LEFEBVRE du 4 mars 2014.

¹¹ Séries C114-C115-1C138-G-1846186 (Dupuis, 2003).

¹² Minutes des études notariales de Vienne : Boissat, Verne et Armanet (Dupuis, 2003).

¹³ Séries 4J9-75-299 (Dupuis, 2003).

¹⁴ Référence M582 (Dupuis, 2003).

4 PHASE INFORMATIVE

4.1 Contexte géologique et gîtologique

Le Pays d'Urfé se situe à la transition entre la chaîne du Forez et les « Bois Noirs », plus précisément entre la faille est du Forez (à l'ouest) et la Faille de l'Aix (à l'est), ainsi qu'entre le Granite des Bois Noirs (au nord) et le granite de Cezay-Boën (au sud) (Figure 3). Ces « terrains de transition » mettent en regard le cristallin franc des chaînes granitiques du Forez et les terrains sédimentaires formant les plaines du Roannais (Gruner, 1858).

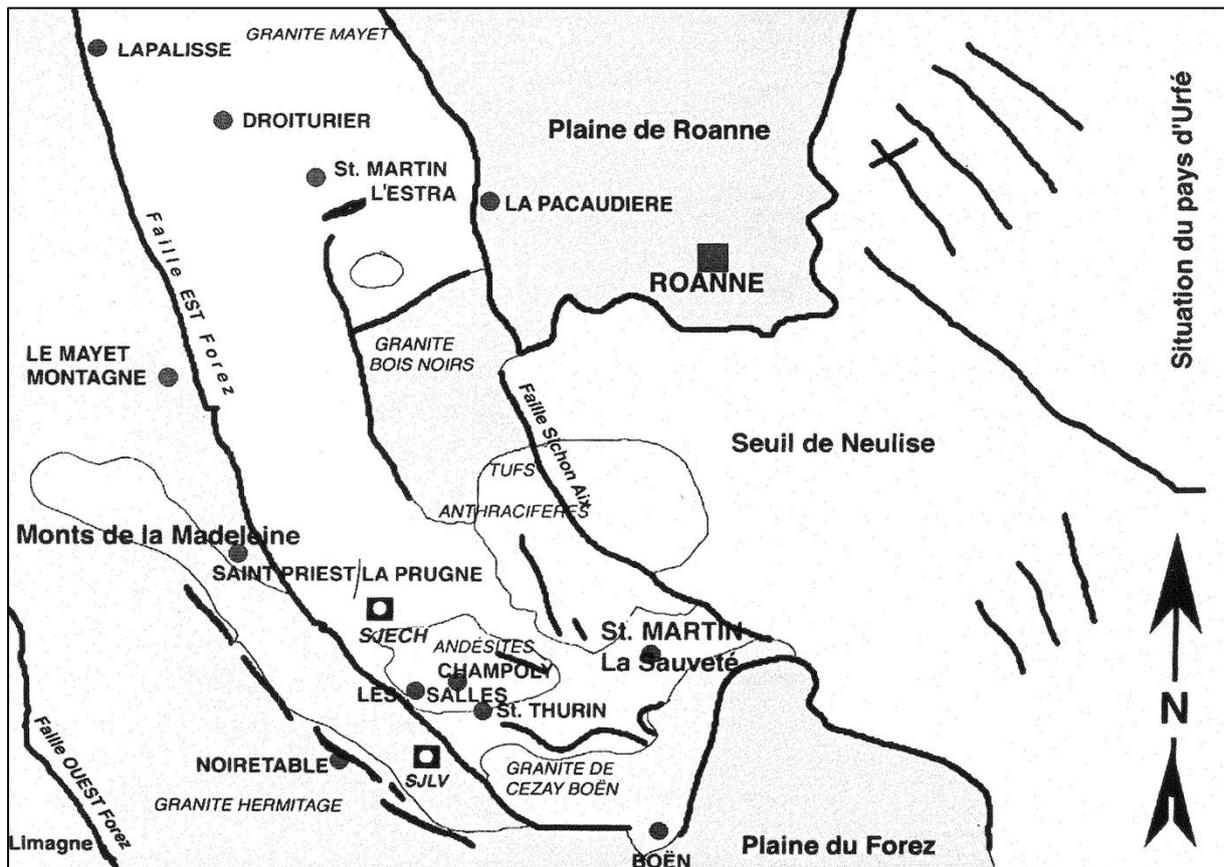


Figure 3 : Situation géologique du Pays d'Urfé, sans échelle (Dupuis, 2003)

Entre ces formations, le Pays d'Urfé est constitué dans son ensemble par des formations détritiques ou schisteuses, dévoniennes et surtout carbonifères, métamorphisées et littéralement lardées de venues microgrenues. Des accidents tectoniques importants sillonnent ces terrains suivant une direction globale nord-ouest sud-est, direction des principaux filons à plomb-argent (Carroué, 1959).

Ces derniers percent indifféremment chacune des roches en présence, à savoir porphyres, grauwacke¹⁵ et grès à anthracite. Cependant, les plus réguliers appartiennent aux terrains sédimentaires. Le filon principal, celui de Juré à Grésolles, et les filons secondaires constituent, par leur groupement sur les deux rives de la rivière de l'Aix, entre Saint-Germain-Laval et Saint-Just-en-Chevalet, un puissant faisceau orienté nord-ouest sud-est sur une longueur de 18 kilomètres et une largeur de 3 à 4 kilomètres. Il n'y a pas de filon croiseur (Gruner, 1858).

¹⁵ Roche sédimentaire détritique de la classe des arénites ; en général de teinte sombre, à matrice assez abondante d'origine marine et constituée de grains anguleux.

Ces gîtes seraient de type syngénétique¹⁶ ou épigénétique¹⁷. La genèse des dépôts métallifères serait majoritairement due à des fluides hydrothermaux (Dupuis, 2003).

La matière métallique la plus abondante de ces terrains de transition reste le plomb sulfuré. Ce minéral y forme un vaste système de filons dont la gangue se compose de quartz saccharoïde et de barytine laminaire. Celle-ci abonde dans les horizons superficiels tandis que la galène et le quartz en profondeur. En général, sont également présents :

- des fragments kaolinisés¹⁸ des terrains encaissants ;
- du spath-fluor (ou fluorine), surtout calcaréo-magnésien ou ferrugineux.

Les substances métalliques associées à la galène sont :

- la pyrite cuivreuse (particulièrement abondante dans les terrains du Paléozoïque du Roannais) ;
- la blende ;
- la pyrite de fer.

La teneur en argent est localement très importante. D'après les essais de l'ingénieur König, elle varierait de 30 g à 120 g aux 100 kg de plomb d'œuvre¹⁹ (Gruner, 1858).

4.2 Synthèse historique

Dans la Loire, Louis II de Bourbon, Comte du Forez de 1371 à 1410, fait ouvrir, dès 1390, les premières mines de plomb dans le Pays d'Urfé.

L'industrialisation de l'activité minière intervient au début du XVIII^{ème} siècle avec l'intervention d'une riche famille autrichienne, déjà investie dans la métallurgie du plomb. François de Blumenstein s'installe en France et se voit octroyé une première concession par Louis XV, avec le privilège exclusif des mines de Saint-Julien-Molin-Molette le 9 janvier 1717 où il y exploite 23 filons.

Une deuxième concession lui est octroyée le 1^{er} octobre 1726 afin de « *construire à Vienne deux ateliers et fourneaux pour fondre et affiner les matières tirées de Vienne et d'envoyer à la fonderie de Saint-Julien les plombs avec exemption des droits de la douane de Valence* ». Il exploite les filons de Saint-Levêque, près de Vienne, puis dépense 12 000 livres en recherches pour les filons de Saint-Martin-la-Sauveté, travaux donnant lieu à l'octroi d'une troisième concession.

En effet, le roi accorde au sieur de Blumenstein, le 10 août 1728 et pour 20 ans, le privilège exclusif d'exploiter le plomb et « *toutes sortes de métaux* » à l'intérieur de deux cercles et « *sur deux lieues à la ronde* », tracés autour de Saint-Martin-la-Sauveté et de Sail-sous-Couzan.

En 1730, il installe la fonderie de La Goutte (commune des Salles) sur ce dernier titre. A partir de cette époque, les Blumenstein possèdent donc trois fonderies : à Saint-Julien, à Vienne et à Saint-Martin.

¹⁶ Se dit d'un minerai formé concomitamment aux roches qui le contiennent.

¹⁷ Se dit d'un minerai dont les minéraux viennent en remplacement lent, au sein d'une roche, molécule par molécule, d'autres minéraux grâce à un apport de substance au point considéré.

¹⁸ Transformation progressive d'une roche en kaolin (argile blanche friable principalement composée de silicates d'aluminium hydratés).

¹⁹ Le plomb d'œuvre est un plomb issu du traitement pyrométallurgique du sulfure de plomb (par grillage des sulfures puis par réduction de l'oxyde de plomb obtenu) contenant encore de nombreuses impuretés et qui requiert donc un raffinage et un affinage pour donner un métal pur.

Les premiers coups de pic sur le titre de Saint-Martin-la-Sauveté sont donnés en 1728 à Grésollette²⁰, puis en 1729 au Poyet. Ce sont d'ailleurs les seules mines sérieusement exploitées dans le Roannais jusqu'en 1751. Pendant cette période de 20 ans, le nombre annuel d'ouvriers varie de 50 à 100 en général et le tonnage annuel moyen en minerai préparé (trié manuellement et/ou lavé) est de 3 000 à 3 500 quintaux anciens²¹, soit de 150 à 170 tonnes²², avec un rendement à la fonderie de 50%. C'est l'une des périodes les plus florissantes de Saint-Martin-la-Sauveté.

A la mort de François de Blumenstein en 1739, son fils Etienne prend en charge les actifs miniers après deux ans de formation dans les mines de Saxe en Allemagne. Dans le courant de l'année 1751, la mine du Garet s'ajoute aux deux sites exploités jusqu'alors (Grésollette et Poyet), mais l'extraction n'y devient importante qu'en 1758 tandis que le Poyet décline sensiblement dès 1750.

En 1752, Etienne de Blumenstein fait installer à Saint-Julien-Molin-Molette des fours à réverbère avec 50 ans de retard sur les anglais mais permettant tout de même d'économiser le combustible, particulièrement difficile à se procurer. En 1757, il obtient du roi une prorogation pour 20 ans des privilèges accordés pour les exploitations.

De 1750 à 1758, le produit moyen dépasse rarement le chiffre de 2 500 à 2 800 quintaux anciens bien que, grâce à l'exploitation du Garet, la production annuelle maximum de la concession sera atteinte en 1758 avec 6 830 quintaux anciens.

La mine de Charmay, ouverte en 1760, et celle d'Esserlon, en 1764, ajoutent peu à la production annuelle et ne compensent pas la perte provoquée par l'abandon du filon de Garet dans le courant de la même année 1764. Cependant, le concessionnaire multiplie les attaques avec d'abord l'ouverture du site de Grésolles en 1763, qui dépassera bientôt en importance toutes les autres mines. Il en arrive même à fermer en 1770 les sites de Grésollette, Esserlon et Charmay pour concentrer ses ressources sur les travaux de Grésolles, où il fait construire un bocard sur le nouveau site de Marcilleux ainsi que sur le site de Juré.

Une période plus prospère s'ouvre désormais jusqu'en 1780, avec une production annuelle de 3 500 à 4 000 quintaux anciens et le nombre d'ouvriers s'élève parfois à 120. Les mêmes filons de Grésolles, Marcilleux et le Poyet sont encore exploités de 1780 à 1790 tandis que du minerai est extrait du site de Juré à partir de 1785. Malgré cela, la production annuelle descend à 3 000 quintaux anciens tel que le mentionne Jars dans son mémoire en 1790²³ : « *Mille quintaux sont vendus comme alquifoux²⁴ et deux milles sont grillés et fondus* ». Malgré de nombreuses difficultés économiques et politiques, l'exploitation est maintenue de par le haut prix du plomb et les fournitures nécessaires aux armées de la République.

Les filles d'Etienne de Blumenstein dirigent l'entreprise familiale dès 1800. En 1805, les concessions de Saint-Martin-la-Sauveté, Saint-Julien-Molin-Molette et Vienne sont portées respectivement à 113 km², 107 km² et 10 lieues de rayon autour de la ville. La concession de Saint-Martin-la-Sauveté devient perpétuelle en 1810.

Dans ce contexte, la mine de Grésollette rouvrit en 1806 tandis que celle du Poyet est à l'inverse abandonnée en 1809, année durant laquelle la production descendra à 1 442 quintaux anciens.

²⁰ Afin de clarifier la présentation des données capitalisées, et au vu du nombre important de sites d'exploitation et d'indices, seuls les sites indiqués sur le *Croquis de situation des travaux et indices de Carroué (1959)* seront ici présentés (voir Figure 4). L'orthographe des noms de sites est basée sur le même document.

²¹ Les valeurs de tonnages fournies dans la suite du paragraphe en quintaux anciens ne concernent que le minerai préparé (trié manuellement et/ou lavé).

²² Lorsque nécessaire, le taux de conversion qui a été appliqué est : 1 quintal ancien = 48,951 kilogrammes.

²³ Ingénieur et inspecteur des mines.

²⁴ Nom ancien désignant la galène utilisée pour la poterie.

C'est à cette période que les petits-fils d'Etienne de Blumenstein reprendront les affaires familiales, mais sans croire à la rentabilité des mines de Saint-Martin-la-Sauveté du fait notamment de l'importation à bas coût du plomb espagnol. L'entreprise se lance donc dans la métallurgie du fer à Saint-Etienne et l'usine de Vienne est convertie au minerai de fer en 1815. En 1820, du plomb de chasse est fabriqué à La Goutte selon les procédés anglais, mais cette fonderie est arrêtée 5 ans plus tard à la suite du décès de l'un des deux frères, Jean-Baptiste de Blumenstein.

La mine de la Pause (sur le titre de Saint-Julien-Molin-Molette) est arrêtée en 1840. En 1844, les derniers et faibles travaux cessent sur les mines de Marcilleux, Saint-Marcel (ou La Purette), Grésolles et Juré (sur le titre de Saint-Martin-la-Sauveté).

L'extraction totale des mines de Saint-Martin-la-Sauveté sous l'époque des Blumenstein serait de 13 000 tonnes de plomb préparé (soit 6 000 à 9 000 tonnes de plomb métal), soit près de 50% de la production des mines de la famille, tandis que Saint-Julien et Vienne fournissaient à part équivalente les 50% restants.

Période	Tonnage de plomb préparé produit (en quintaux anciens)
De 1729 à 1750	70 000
De 1751 à 1760	33 000
De 1761 à 1770	30 000
De 1771 à 1780	37 500
De 1781 à 1790	30 000
De 1791 à 1805	24 000
De 1806 à 1825	31 260
De 1826 à 1844	6 000

Tableau 2 : Production totale des mines de Saint-Martin-la-Sauveté entre 1729 et 1844 (Gruner, 1858)

La même année, la concession est vendue à M. Jean-Jacques GIRAUD, qui en fait apport à la Société des Mines de Saint-Martin-la-Sauveté en 1854. Il rouvrit les anciennes mines de Grésolles et de Juré, sans pour autant y entreprendre de véritables travaux d'exploitation.

En 1862, la Société des Mines de Saint-Martin-la-Sauveté est liquidée et la concession acquise par MM. Bernard Jean-Baptiste BADEL et Vincent BUFFARINI. La concession se verra ensuite amodiée à un ingénieur des mines de Saint-Etienne, nommé LAVIGNE. Cette nouvelle reprise sera l'occasion de quelques opérations, principalement aux environs du Poyet-Champoly et de Coorent, de 1873 à 1878, date à laquelle tous les travaux sont définitivement arrêtés. La renonciation finira par être prononcée par décret le 2 juillet 1896.

En 1956, quelques recherches sur les anciens travaux (et notamment Juré et Grésolles) ont été effectuées par la société Penarroya.

4.3 Exploitation minière

Comme décrit précédemment, le secteur minier de Saint-Martin-la-Sauveté s'inscrit sur un large faisceau de filons qui ont donné lieu à de très nombreux sites d'exploitation. Gruner décrit 25 sites d'exploitation sur le périmètre du titre minier, la majorité d'entre eux n'ayant été que peu exploités, voire très peu explorés.

La carte suivante localise 18 de ces 25 chantiers d'exploitation (les 7 autres n'étant pas assez documentés dans les archives dont dispose GEODERIS à l'heure actuelle pour être cartographiés et renseignés) et la fonderie de la Goutte (voir paragraphe 4.4), et met en

évidence l'importance relative des travaux miniers associés selon les données de Gruner de 1858 (Figure 4). Bien que l'exploitation minière se soit maintenue sur la zone jusqu'en 1878, Gruner traite spécifiquement de l'époque de la famille Blumenstein (1728-1844), qui aura été le principal concessionnaire et qui a de loin mené les travaux les plus conséquents.

Seuls les quatre sites d'exploitation les plus importants feront l'objet d'une description à la suite : Grésolle, Poyet-Champoly, Grésolles et Juré, l'ordre de présentation étant basé sur la chronologie croissante de l'ouverture de ces sites.

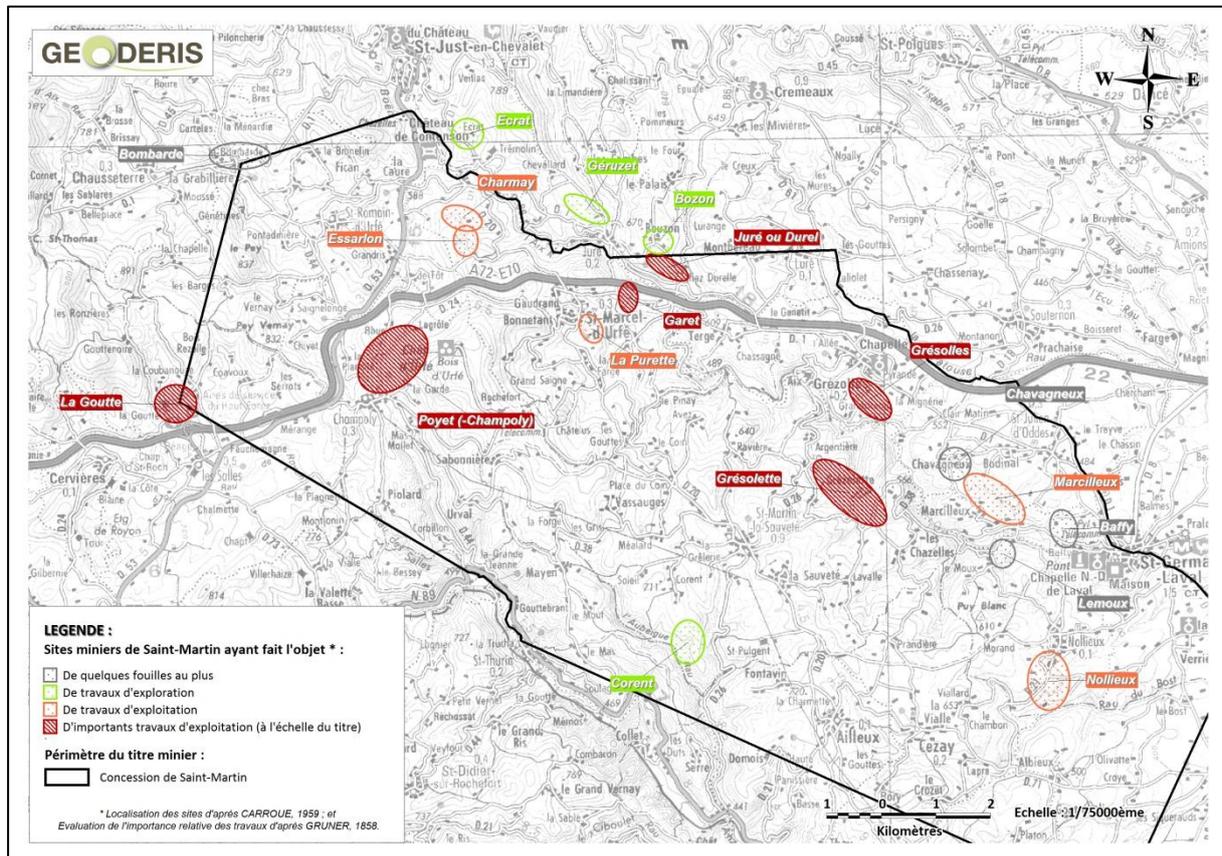
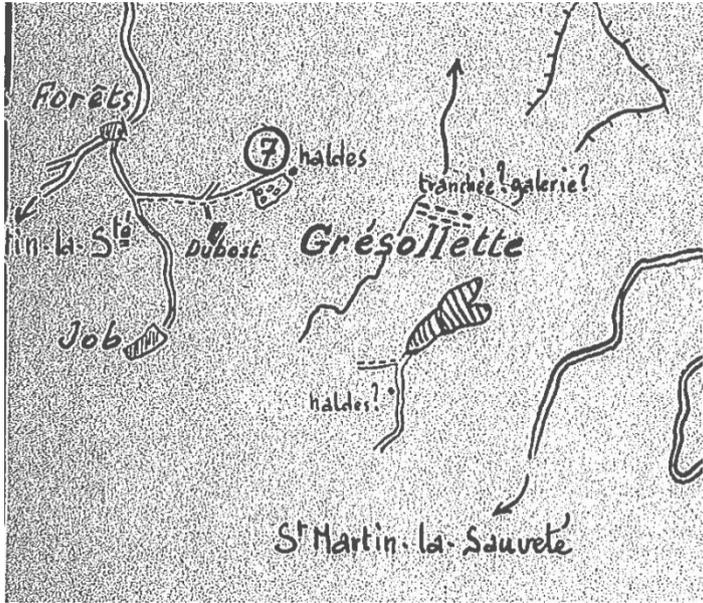
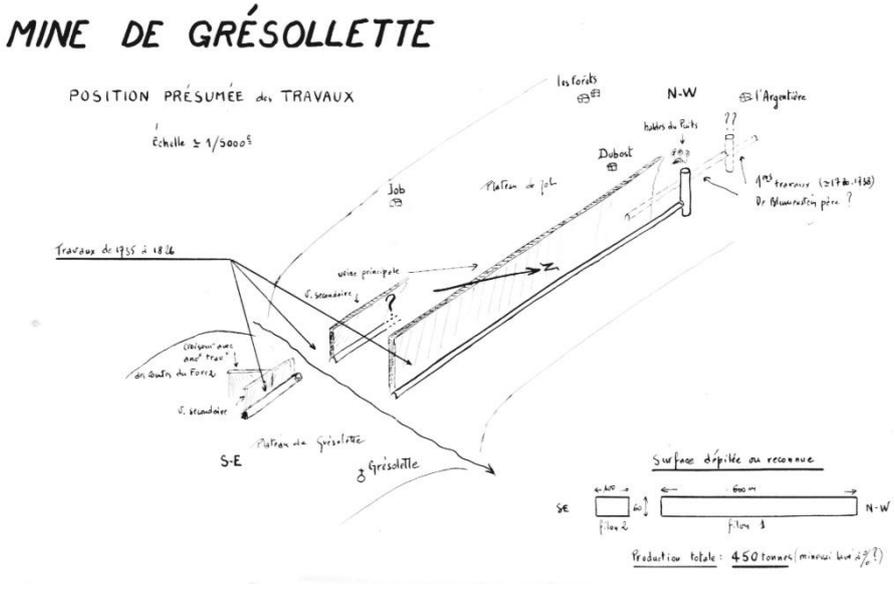


Figure 4 : Situation des sites d'exploitation et de traitement du titre minier de Saint-Martin-la-Sauvété sur fond Scan 100® IGN (Carroué, 1959) ; (Gruner, 1858)

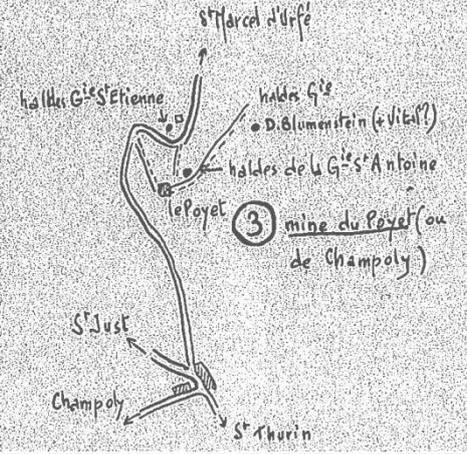
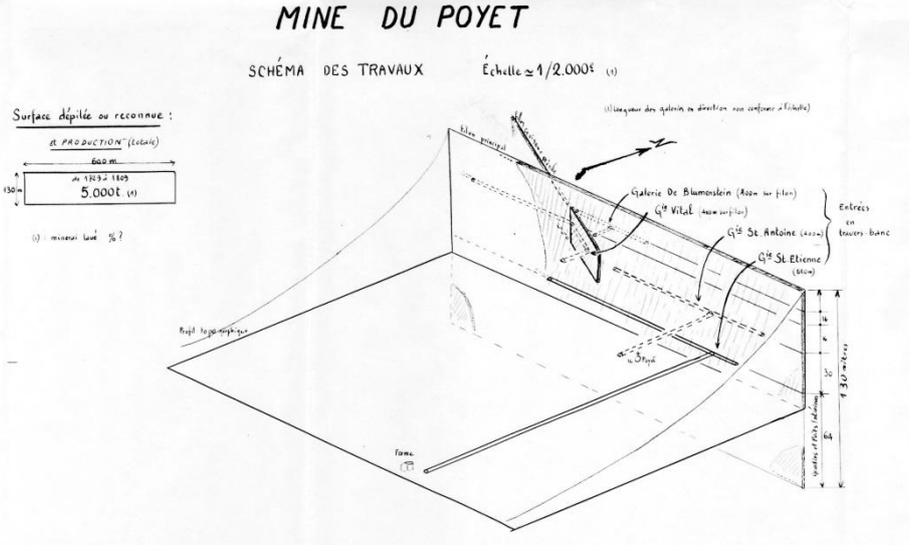
Remarque : la forme et la taille des ellipses représentant les sites miniers ne présume ni de la nature des travaux réalisés, ni de leur importance.

4.3.1 Grésollette

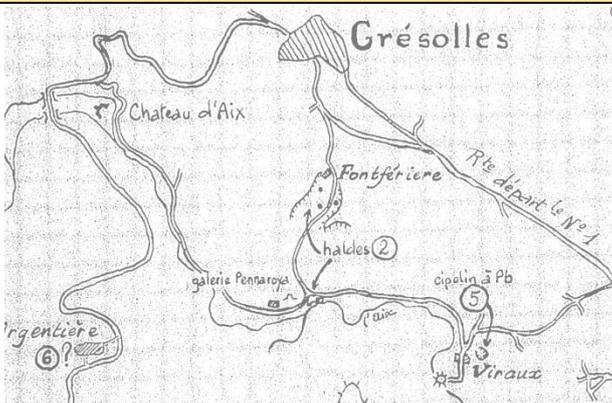
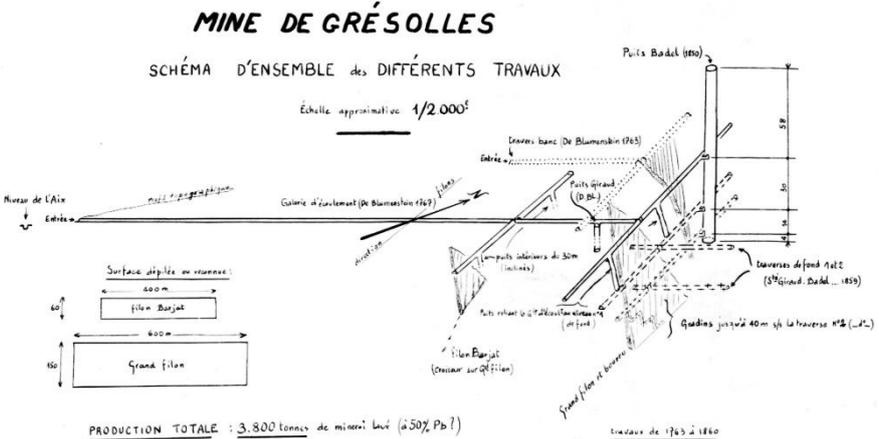
Commune concernée	Saint-Martin-la-Sauveté
Nature des roches encaissantes	Porphyre granitoïde traversant des masses de schistes carbonifères
Structure du filon	Epontes friables Gangue principalement quartzeuse Deux veines parallèles, la plus puissante ayant une épaisseur de 50 cm à 60 cm
Minéralisation	Minerai à 73% de plomb - 105 g d'argent aux 100 kg de plomb
Travaux miniers réalisés	Première veine : galerie de niveau et puits associés + galerie basse de 292 m ²⁵ et 1 puits Deuxième veine : galerie de 117 m Reconnaissance sur 600 m en allongement vers le NW (sur le filon principal) ; 100 m en allongement vers le SE (sur la veine secondaire) et sur 60 m en hauteur
Installation de traitement du minerai	-
Situation générale (Carroué, 1959)	
Position présumée des travaux (Carroué, 1959)	
Période d'exploitation	De 1728 à 1770 et de 1806 à 1826
Production annuelle de minerai	10 à 15 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne Production totale estimée par CARROUE (1959) à 450 tonnes de minerai lavé

²⁵ Lorsque nécessaire, le taux de conversion qui a été appliqué est : 1 toise = 1,949036 mètre.

4.3.2 Poyet (-Champoly)

Commune concernée	Champoly
Nature des roches encaissantes	Porphyre granoïde mais le plus souvent des schistes siliceux verts passant au grès dur porphyrique
Structure du filon	Filon de direction N25°E, pendage de 80-85° nord Gangue surtout quartzuse avec barytine et blende en proportions moindres + présence du schiste encaissant kaolinisé et broyé Veine principale dite « <i>grand filon</i> » + veine <i>latérale</i>
Minéralisation	Galène présente sous forme de colonnes isolées Minerai lavé à 70% de plomb - 60 g à 65 g d'argent aux 100 kg de plomb
Travaux miniers réalisés	N1 : galerie <i>Saint-Antoine</i> de 400 m (niveau 1) N1 + 16 m : galerie <i>Vital</i> de 400 m au filon communicant avec N1 avec descentes N1 + 32 m : galerie <i>De Blumenstein</i> de 100 m sur filon N0 = N1 - 16 m : galerie <i>Saint-Etienne</i> de 520 m (galerie d'écoulement) Ouverture de gradins et puits intérieurs Reconnaissance du filon sur 500 m et sur 130 m de haut (à 64 m sous N0)
Installation de traitement du minerai	Atelier installé dès le début des travaux d'exploitation : Bocard à 3 pilons + 1 table à laver les schistes (mais l'eau manquait souvent car uniquement fournie par la galerie d'écoulement)
Situation générale (Carroué, 1959)	
Position présumée des travaux (Carroué, 1959)	<p>MINE DU POYET</p> <p>SCHÉMA DES TRAVAUX Échelle ≈ 1/2.000⁽¹⁾</p> <p>Surface défilée ou reconnue :</p> <p>à PRODUCTION (certaine)</p> <p>600 m</p> <p>en 1859-1869</p> <p>5.000 t (1)</p> <p>(1) : minerai lavé 50 ?</p> 
Période d'exploitation	Anciens travaux par le Comte de Forez. De 1729 à 1809 par les Blumenstein, puis de 1873 à 1878 par la Société LAVIGNE sans travaux neufs réalisés
Production annuelle de minerai	De 1730 à 1750 : 120 à 150 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne De 1750 à 1790 : 40 à 50 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne A partir de 1790 : 20 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne Production totale estimée par CARROUE (1959) à 5 000 tonnes de minerai lavé

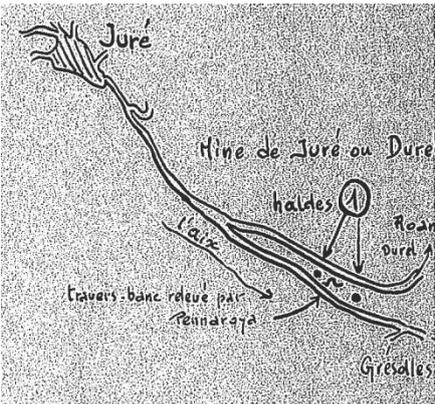
4.3.3 Grésolles

Commune concernée	Grésolles
Nature des roches encaissantes	Schiste carbonifère recouvert de grès dur porphyrique et entrecoupé de porphyre granitoïde à grands cristaux de feldspath blanc
Structure des filons	Filon PRINCIPAL ou <i>Grand filon</i> : filon de direction NW-SE, pendage de 78° NE. Puissance de 3 m à 3,5 m. Epontes en général friables. Gangue composée de débris de la roche encaissante ainsi que de quartz et de barytine, en égales proportions. Filon LATERAL ou <i>Filon Barjat</i> (à 80 m du filon principal) : puissance de 50 à 65 cm.
Minéralisation	Galène présente sous forme de veines et colonnes isolées Blende et cuivre pyriteux mêlés à la galène Minerai lavé : à 73% de plomb + 93 g d'argent aux 100 kg de plomb Schlich ²⁶ préparé : à 75% de plomb + 109 g d'argent aux 100 kg de plomb
Travaux miniers réalisés	Travers-banc de Blumenstein (de 1763) de 80 m + galeries gauche (127 m) et droite (50 m) au filon avec puits de reconnaissance. Galerie d'écoulement (de 1767 ; 38 m sous TB) de 600 m avec puits inclinés sur le <i>Grand filon</i> . Puits principal <i>Badel</i> de 1850. Traverses de fond et gradins, environ 60 m sous galerie d'écoulement (par la Société GIRAUD). Filon reconnu sur 600 m d'allongement et 150 m de hauteur.
Installation de traitement du minerai	Bocard installé en 1770, avec 3 pilons, 3 tables à laver et un caisson allemand ²⁷
Situation générale (Carroué, 1959)	
Position présumée des travaux (Carroué, 1959)	
Période d'exploitation	De 1763 à 1831 par les Blumenstein et de 1844 à 1860 par la Société GIRAUD Recherches en 1956 par Pennaroya
Production annuelle de minerai	De 1763 à 1780 : jusqu'à 150 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne De 1780 à 1790 : 25 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne De 1790 à 1831 : 35 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne Production des Blumenstein estimée par CARROUE (1959) à 3 800 tonnes de minerai lavé

²⁶ Minerai prêt à fondre (ayant subi davantage d'étapes minéralurgiques que le « minerai lavé ») (d'après www.lefilondesanciens.com).

²⁷ Caisse en bois à fond incliné et avec paroi percée permettant de trier, selon la quantité d'eau entrante et la densité des éléments, le riche, le mixte et le stérile (d'après www.lefilondesanciens.com).

4.3.4 Juré

Commune concernée	Juré
Nature des roches encaissantes	Schiste carbonifère dur et siliceux + grès porphyrique et porphyre granitoïde Les deux types de roches sont traversés par des dykes de porphyre rouge quartzifère
Structure des filons	Orientation NW-SE. Filon PRINCIPAL : puissance de 1 m à 2 m Remplissage avec débris de schiste. Epontes composées en grande partie de schistes plus ou moins blanchis et ramollis Dans la partie supérieure du gîte, le filon renferme principalement de la barytine, la galène y étant rare ; dans la partie inférieure, la barytine fait place au quartz et la galène est plus abondante
Minéralisation	Minerai en massifs ou colonnes isolées La galène est accompagnée (dans la partie inférieure du gîte ?) d'un peu de blende, de pyrites cuivreuses et ferrugineuses, de fluorine en masses cristallines (de nuance jaune opaque) et de rares cristaux de spath calcaire ferromagnésien Minerai lavé à 30 à 60% de plomb - 60 g à 125 g d'argent aux 100 kg de plomb
Travaux miniers réalisés	Galerie d'écoulement à travers-banc de 340 m Avancement des travaux jusqu'à 75 m sous la galerie d'écoulement Suivi en allongement sur 300 m, le filon étant défilé jusqu'à 30 m sous l'Aix puis partiellement exploité et reconnu jusqu'à 75 m sous l'Aix
Installation de traitement du minerai	Laverie installée vers 1790
Situation générale (Carroué, 1959)	
Période d'exploitation	Filon principal exploité par le Comte de Forez sur une hauteur verticale d'au moins 110 m Fouilles en 1734 puis de 1740 à 1742 De 1770 à 1834 par les Blumenstein et de 1850 à 1860 par la Société GIRAUD Recherches en 1956 par Pennaroya
Production annuelle de minerai	Exploitation réelle de 1790 à 1800 et de 1815 à 1825 : jusqu'à 60 tonnes de plomb d'œuvre (supposé) en moyenne Production des Blumenstein estimée par CARROUE (1959) à 1 000 tonnes de minerai lavé

4.4 Traitements minéralurgiques et pyrométallurgiques

De façon générale, le traitement du minerai à Saint-Martin-la-Sauveté s'organisait autour de petits bocards installés au droit des chantiers d'exploitation (quatre identifiés par GEODERIS dans les archives consultées) et d'une fonderie au hameau de la Goutte qui traitait tout le minerai de la concession (hormis celui vendu comme alquifoux directement).

Dès 1730, François de Blumenstein fit en effet installer la fonderie de la Goutte sur la commune des Salles. Elle fut établie sous la digue d'un étang recevant les eaux du ruisseau des Salles. La présence d'une telle structure hydraulique permettant le fonctionnement de bocards, associée à celles de forêts et de roches calcaires (nécessaires à la calcination), en faisaient un lieu idéal pour l'installation d'une usine métallurgique. Le minerai était préparé dans les laveries établies sur les sites d'exploitation ou directement à la fonderie : « *Le minerai, une fois extrait des entrailles du sol, subit un premier lavage pour le débarrasser de la terre et autres impuretés faciles à éliminer. Après cela, le minerai ainsi nettoyé était acheminé vers la fonderie de la Goutte, ceci à l'aide de chariots tirés par des mulets* (Cuisson, 1983) ».

Le site de Poyet disposait en effet d'un bocard à trois pilons et d'une table à laver les schistes, et la mine de Grésolles, un bocard semblable avec trois tables et un caisson allemand. À Juré et à la Goutte se trouvaient également un bocard à trois pilons et des appareils à laver le sable.

La fonderie de la Goutte comprenait un four à réverbère pour le grillage (fonctionnement au bois et non à la houille), deux fours à manche pour la fusion et un bocard à trois pilons susmentionné. Le four à réverbère ne fut construit que vers 1745, le grillage étant réalisé en tas jusqu'alors, c'est-à-dire en brûlant « en masse » un mélange de chaux et de minerai : « *Le minerai de Saint-Martin était traité au bois de pin ou de hêtre en une fonderie établie sur le bord de l'étang de la Goutte, où fonctionnaient deux soufflets actionnés par une roue tournante à eau qui donnait cent quintaux de « mine » par semaine. Le rôtiage s'y faisait à la manière allemande en mêlant la « mine » à la chaux, à laquelle, rangée artistiquement sur le bois, on met le feu* (Palluat de Besset, 1927) ».

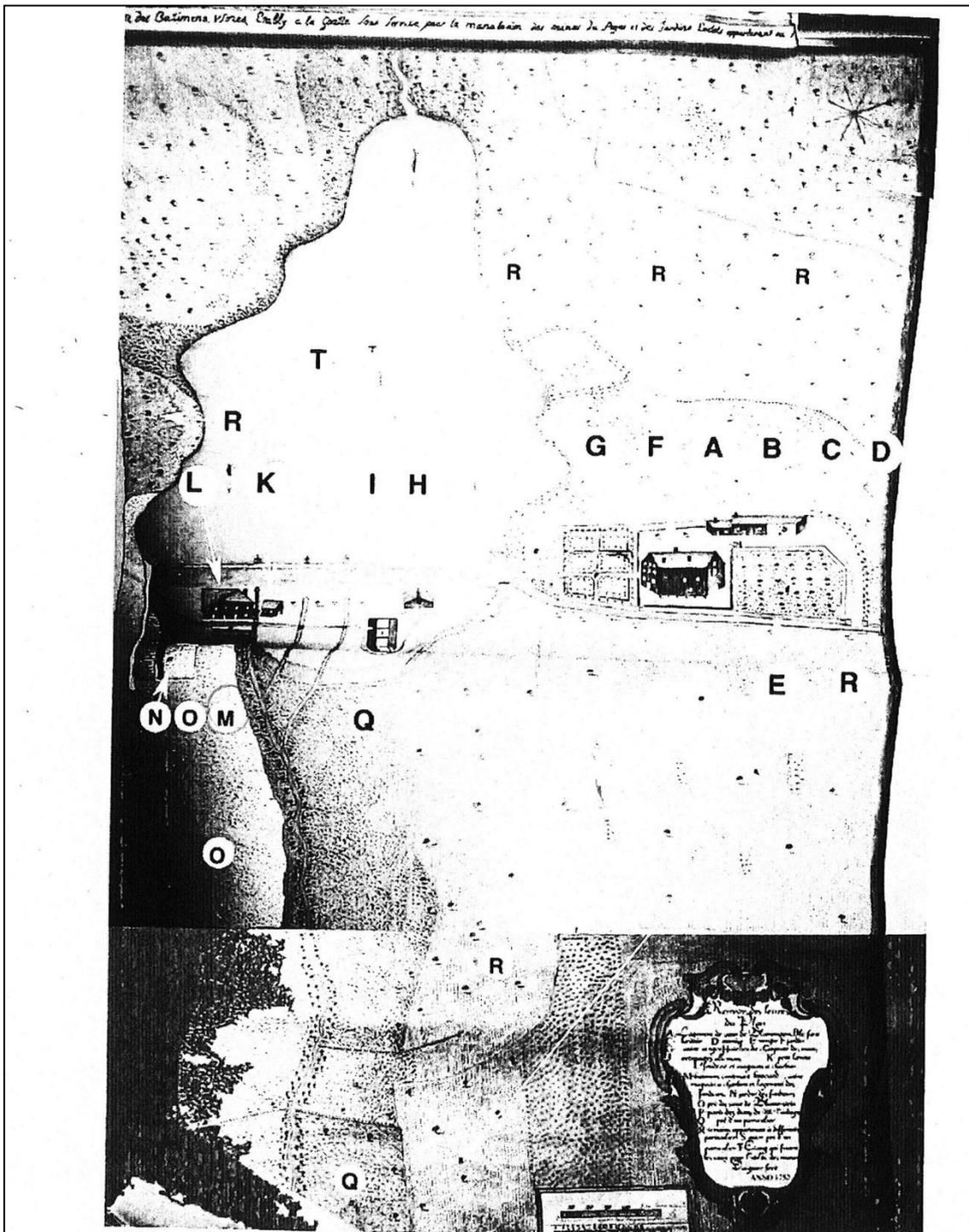
Un plan de Dalguier de 1752 présente l'urbanisme du hameau de la Goutte mêlé aux installations de l'usine (Figure 5).

Le minerai fourni par la mine devait être rarement en quantité suffisante pour maintenir une activité de l'usine, dont le rendement ordinaire atteignait 50%. Jean-Baptiste de Blumenstein signale, dans une lettre du 24 septembre 1806 : « *Avec 100 kg de minerai, 60 kg de houille, [on] obtient 20% à 30% de plus de métal par rapport aux anciens procédés et le plomb est de meilleure qualité [...]. [A l'] atelier de la Goutte : 150 ouvriers produisent 1 800 à 2 000 quintaux de vernis de poterie par an, 300 à 400 quintaux de minerai pour la fonte qui donneront 120 à 130 quintaux de plomb* ».

A partir de 1825, date de fermeture de la fonderie, le minerai de Saint-Martin non directement vendu comme alquifoux était transporté à l'usine de Vienne.

Les activités minéralurgiques, bien que réalisées au sein d'entités restreintes, n'étaient néanmoins pas exemptes d'impacts sur les eaux de surface et souterraines. Les Blumenstein ont dû faire face régulièrement à des propriétaires mécontents, entre autres, de la pollution des cours d'eau qui blanchissaient après le lavage du minerai. En 1752, d'après des écrits d'époque, aux mines du Garet, les sources sont d'ailleurs taries et les ruisseaux contaminés. De plus, « *le bocard et la laverie du Poyet étaient actionnés par l'eau sortant de la galerie. Les travaux étaient donc ralentis lors du manque d'eau en été* »²⁸.

²⁸ Abbé J. Canard (d'après un sociétaire de la Diana qui a publié sous sa propre presse de 1946 à 1948 une cinquantaine de brochures, notamment sur le Pays d'Urfé)



RENOI DES LETTRES DU PLAN

- A : Logement de Monsieur de Blumenstein. B : Le four. C : Lavoir. D : Remise. E : Verger
 F : Jardin. G : Autre verger. H : Atelier du charpentier des mines. I : Retissages allemands
 K : Petit lavoir. L : Fonderie et magasin à charbon. M : Bâtiment contenant brocard, autre
 magasin à charbon et logement des fondeurs. N : Jardin des fondeurs. O : Pré de
 Monsieur de Blumenstien. P : Partie des dons de Monsieur Vendègre
 Q : Pré d'un particulier. R : Terrains appartenant à différents particuliers. S : Autre pré d'un
 particulier. T : Étang qui fournit les eaux pour l'utilité des maisons.
- Fait par Dalguier année 1752

Figure 5 : Plan de Dalguier de 1752 du hameau de la Goutte (commune des Salles) présentant l'état de l'urbanisme à cette époque, en lien étroit avec l'usine métallurgique (Dupuis, 2003)

4.5 Cas particulier du projet de laverie de Grésolles

Outre le bocard installé en 1770, dans un courrier du 14 juin 1856 adressé aux Directeurs de la Compagnie des mines de plomb de Saint-Martin-la-Sauveté, Taylor recommandait la mise en place d'une laverie plus importante à Grésolles : « *Il serait nécessaire de monter une laverie près de la rivière [de l'Aix] [...]. Je vous conseillerais aussi d'établir des bassins de dépôt pour recueillir toutes les matières provenant du lavage car, même dans les moins riches, vous y trouverez assez de plomb pour mériter d'être relavé. Ces bassins doivent être grands, soit environ 12 à 15 pieds de long par 8 de large ; deux suffiraient à présent (Taylor, 1856) ».*

Un arrêté du 9 mars 1859 du Préfet de la Loire autorise les concessionnaires de l'époque à (Préfecture de la Loire, 1859) :

« (ART. 1^{er}) [...] établir sur le territoire de la commune de Grésolles [...] une laverie à minerais empruntant ses eaux motrices et de lavage à la rivière d'Aix au moyen d'un barrage que ces concessionnaires possèdent sur ladite rivière [...]. La consistance de cette laverie est fixée ainsi qu'il suit, à savoir : un trommel, deux cylindres broyeurs, quinze cribles à secousses, quinze tables dormantes, trois machines buddles ».

Ce document détaille la gestion prévisionnelle des eaux et boues résiduelles :

« (ART. 3) Les eaux troubles sortant des divers ateliers de la laverie seront d'abord dirigées vers les caisses de dépôt [...]. De là, les eaux pénétreront dans les bassins placés à la suite de chaque couple de caisse [...]. De ces bassins, les eaux boueuses seront conduites par une grande rigole dans deux bassins d'épuration [...] ».

« (ART. 5) Les matières boueuses provenant du curage devront être déposées en des points tels qu'elles soient à l'abri d'un facile entraînement par les eaux pluviales. Même précaution devra être observée pour les dépôts de sable ou de gangue produite par les opérations de lavage ».

Les plans localisant les différents objets mentionnés dans l'arrêté n'ont pas été retrouvés. Cependant, l'arrêté indique que « *la demande des concessionnaires [...] [concerne l'établissement d'une laverie nouvelle et plus complète, pour le service de la mine de Grésolles, sur l'emplacement occupé par l'ancienne laverie [...]* ».

Si l'hypothèse selon laquelle le bocard de 1770 se situait au niveau du hameau de Fontferrière (à environ 500 m au nord de la rivière de l'Aix) était vérifiée, alors cette laverie aurait pu être installée au même endroit²⁹.

La société civile des mines de Saint-Martin-la-Sauveté, fondée par GIRAUD, reprit les travaux à Grésolles vers 1857 et les cessa en 1860. Il paraît donc peu probable que le concessionnaire ait eu les moyens, tant matériels que financiers, pour mener à bien ce projet. L'ensemble des autres auteurs consultés ne font aucunement mention de ladite laverie, mais cela ne signifie pas que cette dernière n'ait pas existé, voire fonctionné.

²⁹ La fiche Basias du BRGM (référéncée RHA4200111) afférant à la « laverie de minerais de plomb » aux « mines de Grésolles » localise cette installation au niveau du hameau de Fontferrière.

5 RESULTATS DE L'INVENTAIRE DDIE

5.1 Généralités

Le secteur n°227 « Saint-Martin-la-Sauveté » (au sens de l'inventaire DDIE) est localisé dans le département de la Loire et comprend uniquement le titre minier éponyme dont l'emprise concerne 17 communes. L'inventaire DDIE a permis d'enregistrer 10 dépôts miniers situés sur les communes des Salles, de Champoly, de Juré, de Grézolles, de Saint-Martin-la-Sauveté et de Saint-Germain-Laval (Figure 6).

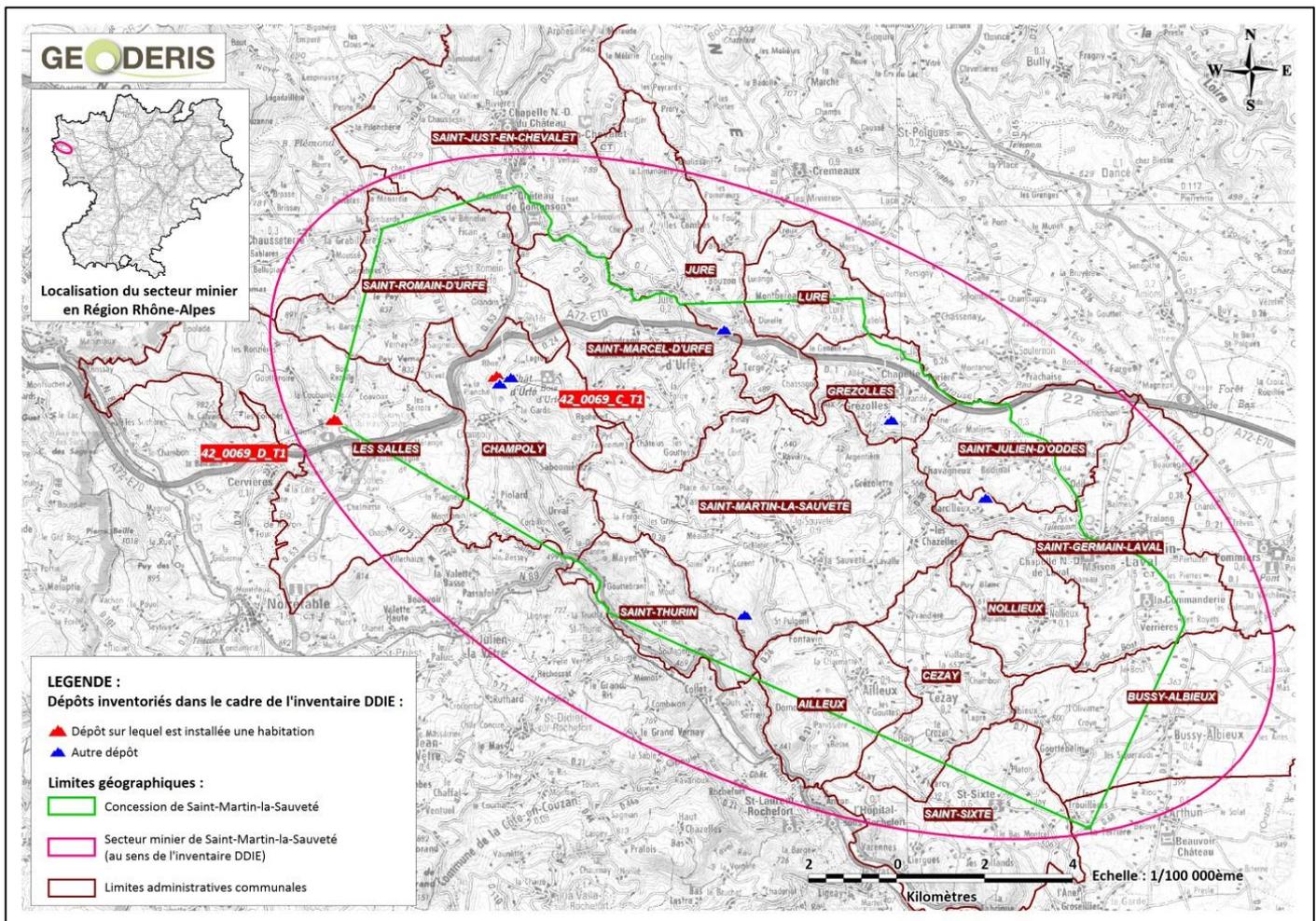


Figure 6 : Localisation des dépôts sur lesquels sont installées des habitations et localisation des autres dépôts inventoriés dans le cadre de l'inventaire DDIE sur le secteur minier de Saint-Martin-la-Sauveté, sur fond SCAN 25 © IGN

SECTEUR			TITRE		DEPOT				
N°	Nom	Classe ³⁰	N°	Nom	Référence DDIE	Scores de risque			
						Pop ³⁰	E Sup. ³⁰	E Sout. ³⁰	F/F ³⁰
227	Saint-Martin-la-Sauveté	C+	42SM0069	SAINT-MARTIN-LA-SAUVETE	42_0069_A_T1	3	8	3	5
					42_0069_B_T1	3	3	3	1
					42_0069_C_T1 ³¹	8	5	3	5
					42_0069_C_T2	3	3	3	3
					42_0069_C_T3	3	3	3	3
					42_0069_D_T1 ³¹	8	5	3	3
					42_0069_E_T1	5	3	3	1
					42_0069_E_T2	3	3	3	3
					42_0069_E_T3	3	3	3	3
					42_0069_F_T1	1	3	3	5

Tableau 3 : Résultats de l'inventaire DDIE sur le secteur minier de Saint-Martin-la-Sauveté et sur les dépôts associés

Les fiches de synthèse associées aux 10 dépôts inventoriés sont fournies dans le CD-Rom joint.

³⁰ Classe = Classe Population-Environnement ; Pop = Population ; E Sup. = Eaux de surface ; E Sout. = Eaux souterraines ; F/F = Faune/flore.

³¹ Dépôt sur lequel est installée une habitation.

5.2 Dépôt 42_0069_A_T1

Le dépôt 42_0069_A_T1 est localisé sur le **site minier de Corent, commune de Saint-Martin-la-Sauvété**. Il s'agit d'un **dépôt de stériles³² de granulométrie dominante millimétrique à centimétrique, et dont le volume ne semble pas excéder 10 000 m³**, situé à proximité d'une galerie ouverte et d'une galerie fermée (Figure 7). Son environnement consiste en une zone boisée avec un couvert très majoritairement arboré. Un affluent du ruisseau *Goutte de la Chaize* s'écoule à une vingtaine de mètres de ce dépôt, d'où un score de risque « Eaux de surface » égal à 8. Le prélèvement ponctuel réalisé en 2011 à la surface du dépôt présente des concentrations très élevées en plomb, à hauteur de 4% et des teneurs élevées en arsenic et en antimoine (Tableau 4).

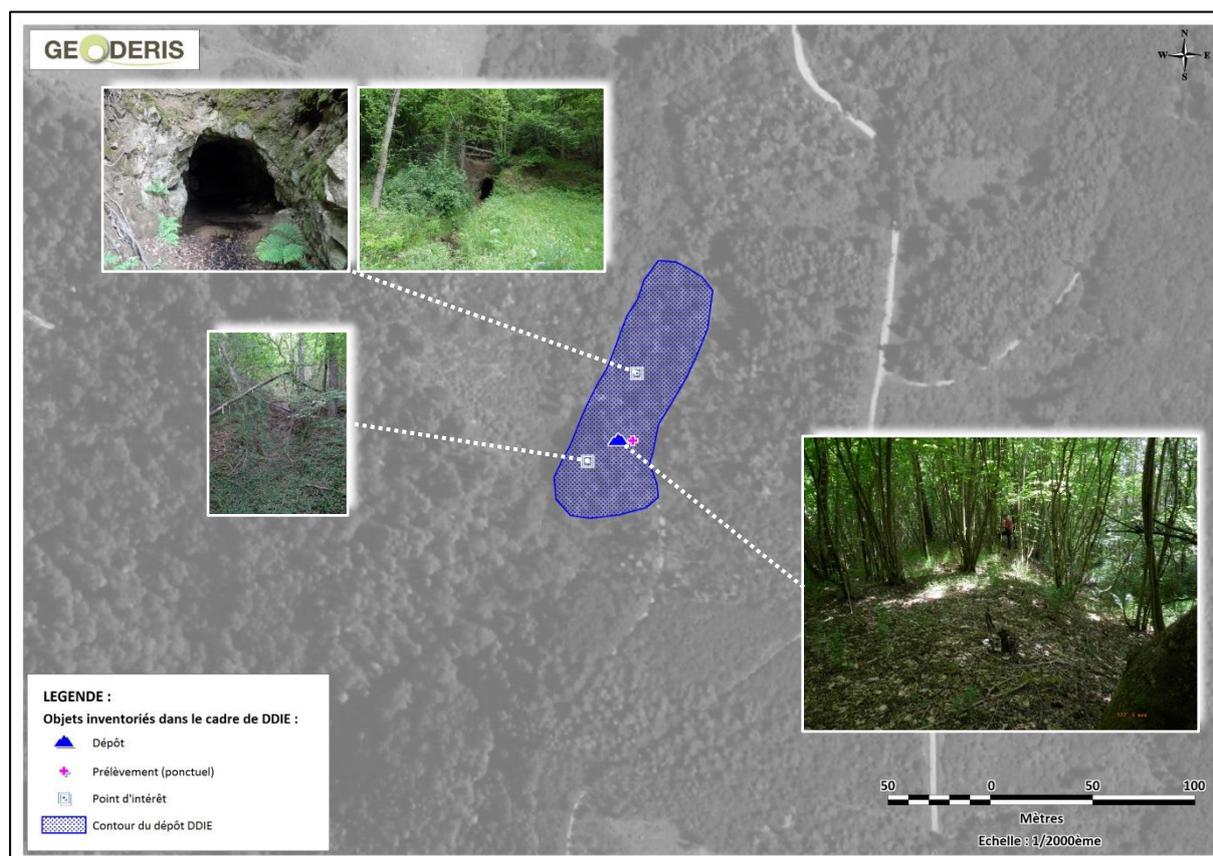


Figure 7 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_A_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011)

Paramètres	R à 2 mm ³³	Arsenic	Cadmium	Plomb	Zinc	Argent	Antimoine
Unités	% P.B.	mg/kg M.S.					
Incertitude		30%	15%	15%	15%	-	-
42 0069 A T1 S1	57	198	5,52	46600	457	21,8	59

Tableau 4 : Résultats analytiques bruts sur le prélèvement de contrôle réalisé sur 42_0069_A_T1

³² Selon la définition mise en place par GEODERIS dans le cadre de l'inventaire DDIE (selon rapport N2011/011DE-12NAT2120 intitulé « *Inventaire des dépôts issus des exploitations minières (métalliques et charbonnières) selon l'article 20 de la directive 2006/21/CE. Méthodologie générale d'inventaire. Méthodologie de classification. Volet environnemental* »), les « stériles » regroupent : **les stériles francs de découverte et/ou de traçage de galerie** (sols excavés pour atteindre le gisement et commencer l'exploitation à proprement parler), **les stériles mixtes** (matériaux extraits constitués d'un mélange entre l'encaissant de la minéralisation et le minerai pauvre situé au contact direct de la zone minéralisée), **les stériles de sélectivité** (minerai pauvre non vendable, c'est-à-dire où la récupération des substances valorisables s'est avérée non économiquement viable à l'époque de l'exploitation).

³³ Refus à 2 mm.

5.3 Dépôt 42_0069_B_T1

Le dépôt 42_0069_B_T1 est localisé sur le site minier de Marcilleux, commune de Saint-Germain-Laval. Il s'agit d'un **dépôt de stériles non végétalisé de granulométrie dominante centimétrique à décimétrique, et dont le volume ne semble pas excéder 5 000 m³** (Figure 8). Son environnement consiste en une zone de plaine herbacée et arbustive. Le cours d'eau le plus proche se situe à plus de 100 m du dépôt.

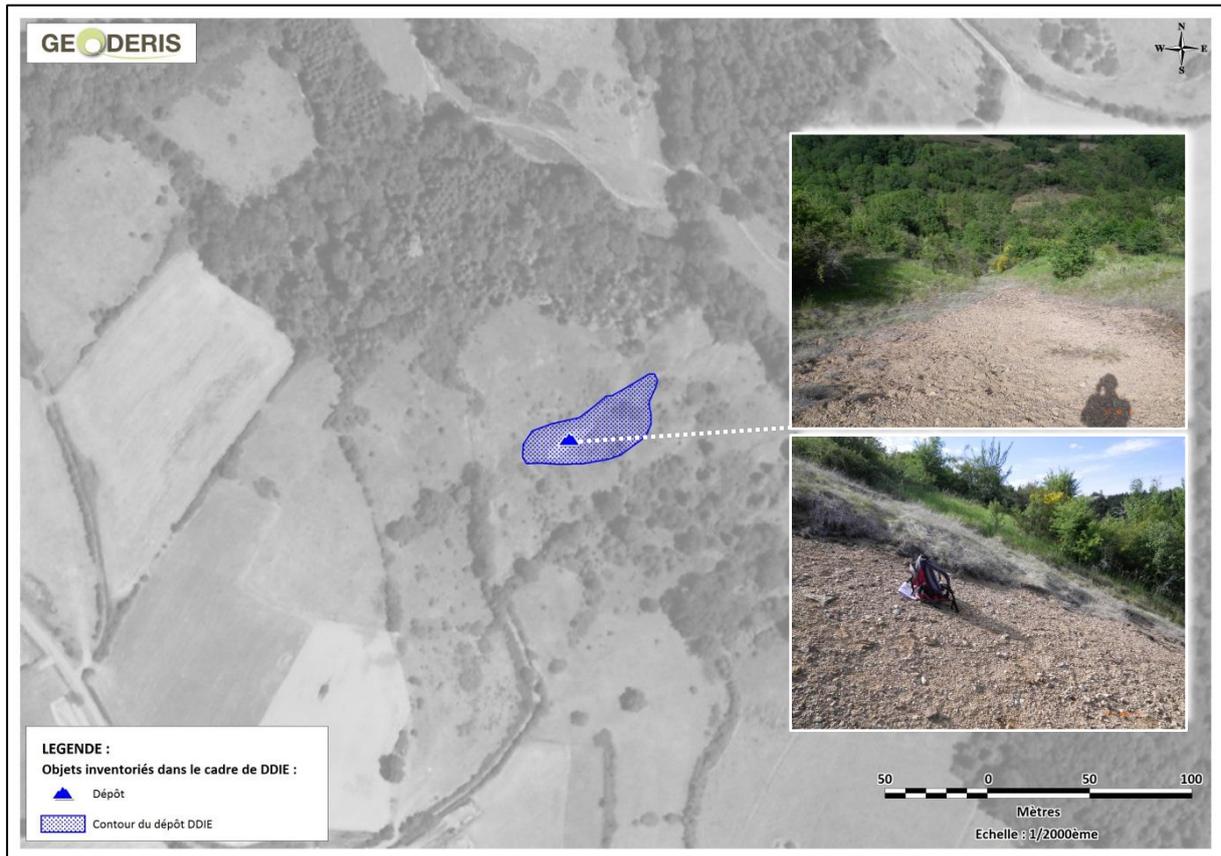


Figure 8 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_B_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011)

5.4 Dépôts 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3

Les dépôts 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3 sont localisés sur le site minier de Poyet-Champoly, commune de Champoly, et disposent de caractéristiques semblables.

Il s'agit de **dépôts de stériles non végétalisés de granulométrie dominante millimétrique à centimétrique, et dont le volume ne semble jamais excéder 5 000 m³** (Figure 9 et Figure 10). Leur environnement consiste en une alternance de hameaux habités, de champs cultivés, de zones de prairie et de parcelles boisées. Aucun cours d'eau pérenne n'a été identifié dans un rayon de 200 m autour de ces dépôts.

Les prélèvements ponctuels réalisés en 2011 à la surface des dépôts présentent des concentrations élevées en plomb (jusqu'à 2%) et en arsenic (jusqu'à 300 mg/kg) (Tableau 5).

Le dépôt 42_0069_C_T1, situé au droit d'une habitation, est inclus dans l'étude « maison sur dépôt » de 2014. Le dépôt 42_0069_C_T2 fera l'objet dans ce cadre d'investigations de contrôle du fait de la présence d'habitations à proximité et de l'identification, durant la phase informative menée par GEODERIS, d'une installation de traitement de minerai sur ce site minier.

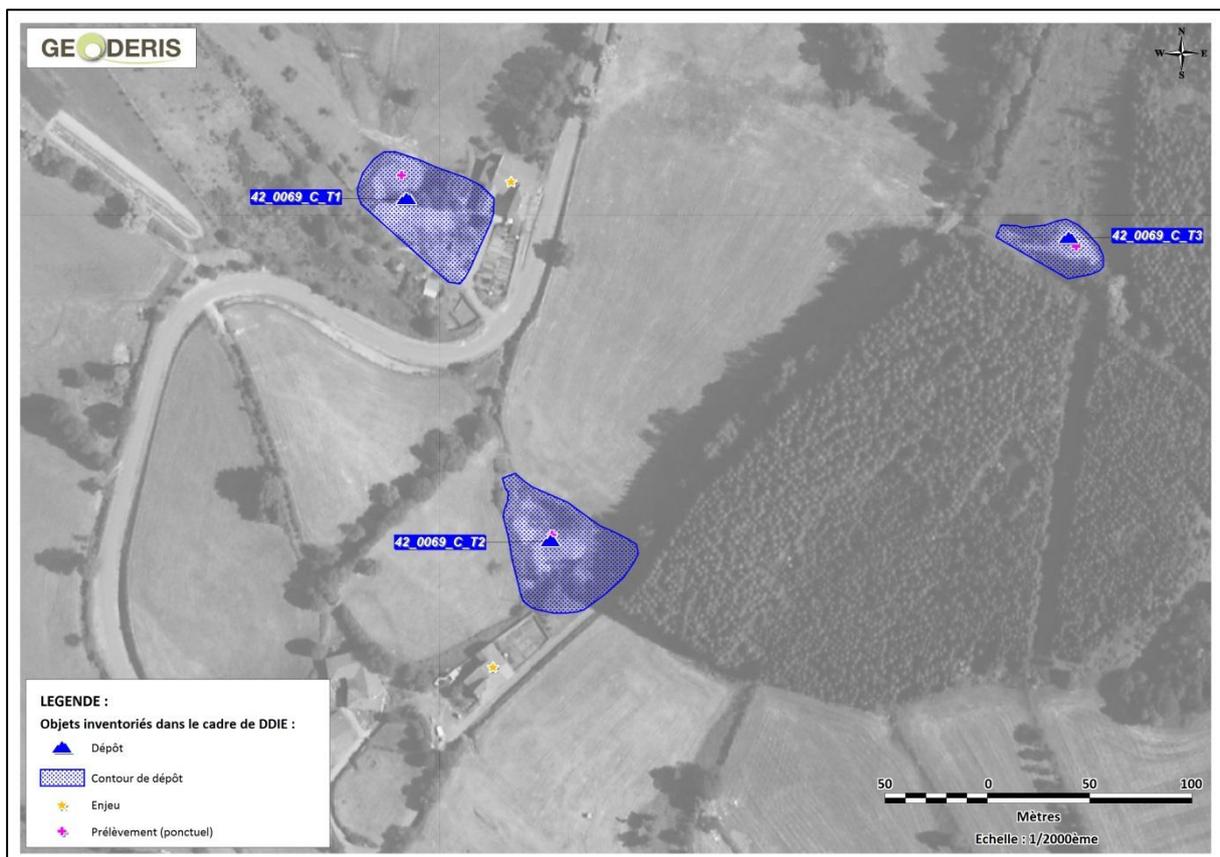


Figure 9 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur les dépôts 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3 sur fond orthophotoplan © IGN



Figure 10 : Dépôts 42_0069_C_T1 (en haut), 42_0069_C_T2 (au centre) et 42_0069_C_T3 (en bas)
(Photographies : INERIS, 2011)

Paramètres	R à 2 mm ³³	Arsenic	Cadmium	Plomb	Zinc	Argent	Antimoine
Unités	% P.B.	mg/kg M.S.					
Incertitude		30%	15%	15%	15%	-	-
42_0069_C_T1_S1	43,4	261	6,69	21700	997	14,3	52,9
42_0069_C_T2_S1	33,4	220	18,1	7920	4140	9,73	18,8
42_0069_C_T3_S1	45,5	293	15,7	9390	5160	15,1	57,6

Tableau 5 : Résultats analytiques bruts sur les prélèvements de contrôle réalisés sur 42_0069_C_T1, 42_0069_C_T2 et 42_0069_C_T3

5.5 Dépôt 42_0069_D_T1

Le dépôt 42_0069_D_T1 est localisé sur le **site minier de la Goutte, commune des Salles**. Il s'agit d'un **dépôt de résidus de traitement thermique intermédiaire, de granulométrie dominante millimétrique à centimétrique, et dont le volume ne semble pas excéder 5 000 m³** (Figure 11). Son environnement consiste en une alternance de propriétés, de champs cultivés et de zones de prairie.

Le dépôt ne dispose pas de limites géographiques cartographiables ; il consiste davantage en une zone diffuse de résidus de traitement plus ou moins mélangés avec des remblais et des sols, rendant le couvert herbacé discontinu et très hétérogène. Le ruisseau des Salles, qui s'écoule dans l'Etang de la Goutte, traverse cette zone de dépôt.

Le prélèvement ponctuel réalisé en 2011 à la surface du dépôt présente des concentrations très élevées en plomb, à hauteur de 6%, et des teneurs élevées en arsenic, en antimoine, en cadmium et en argent (Tableau 6).

Le dépôt 42 0069 D T1, situé au droit d'une habitation permanente, est inclus dans l'étude « maison sur dépôt » de 2014.



Figure 11 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_D_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011)

Paramètres	R à 2 mm ³³	Arsenic	Cadmium	Plomb	Zinc	Argent	Antimoine
Unités	% P.B.	mg/kg M.S.					
Incertitude		30%	15%	15%	15%	-	-
42 0069 D T1 S1	76	169	51,2	61700	9880	124	164

Tableau 6 : Résultats analytiques bruts sur le prélèvement de contrôle réalisé sur 42_0069_D_T1

5.6 Dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3

Les dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3 sont localisés sur le **site minier de Grésolles, commune de Grézolles**, et disposent de caractéristiques semblables. Il s'agit de **dépôts de stériles³⁴ dont les flancs sont en cours de revégétalisation, de granulométrie dominante millimétrique à centimétrique, et dont le volume ne semble jamais excéder 5 000 m³** (Figure 12). Leur environnement consiste en une alternance de hameaux habités, de zones de prairie et de parcelles boisées. Le cours d'eau le plus proche, la rivière de l'Aix, est situé à plus de 400 m de ces trois dépôts.

Les prélèvements ponctuels réalisés en 2011 à la surface de deux de ces dépôts présentent des concentrations élevées en plomb (jusqu'à 4%), en arsenic (jusqu'à 5 000 mg/kg) et en antimoine (Tableau 7).

Le dépôt 42_0069_E_T1 fera l'objet, dans le cadre de l'étude « maison sur dépôt » 2014, d'investigations de contrôle du fait de la présence d'habitations à proximité et de l'identification, durant la phase informative menée par GEODERIS, d'une installation de traitement de minerai sur ce site minier.



Figure 12 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur les dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011)

Paramètres	R à 2 mm ³³	Arsenic	Cadmium	Plomb	Zinc	Argent	Antimoine
Unités	% P.B.	mg/kg M.S.					
Incertitude		30%	15%	15%	15%	-	-
42 0069 E T2 S1	45,9	2650	9,87	5990	791	5,41	17,6
42 0069 E T3 S1	45,5	5180	23,1	36000	3340	28,3	110

Tableau 7 : Résultats analytiques bruts sur les prélèvements de contrôle réalisés sur 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3

³⁴ Selon l'inventaire DDIE, le dépôt 42_0069_E_T2 était constitué de résidus de traitement physico-chimique, mais cette hypothèse a été mise en défaut à l'issue de la phase informative de l'étude « maison sur dépôt » 2014.

5.7 Dépôt 42_0069_F_T1

Le dépôt 42_0069_F_T1 est localisé sur le site minier de Juré (ou Durel), commune de Juré. Il s'agit d'un **dépôt de stériles de granulométrie dominante millimétrique à centimétrique, et dont le volume ne semble pas excéder 5 000 m³**, situé dans le prolongement d'une galerie ouverte (Figure 13).

Le dépôt ne dispose pas de limites géographiques cartographiables ; il consiste davantage en une zone diffuse de stériles plus ou moins mélangés avec des sols. Son environnement consiste en une zone boisée avec un couvert très majoritairement arboré. Une exploitation de carrière en activité jouxte la zone de dépôt.



Figure 13 : Carte des résultats de l'inventaire DDIE sur le dépôt 42_0069_F_T1 sur fond orthophotoplan © IGN (Photographies : INERIS, 2011)

6 SITES D'INTERET DANS LE CADRE DE L'ETUDE « MAISON SUR DEPOT »

6.1 Fonderie de la Goutte et logement permanent associé

Les paragraphes 4.4 et 5.5 présentent les informations recueillies durant la phase informative et lors de l'inventaire DDIE sur le site de la fonderie de la Goutte.

Le périmètre d'investigations, défini en accord entre GEODERIS et l'INERIS, inclut les parcelles de la propriété concernée ainsi que les parcelles adjacentes dans un rayon de 200 m environ (Figure 14).

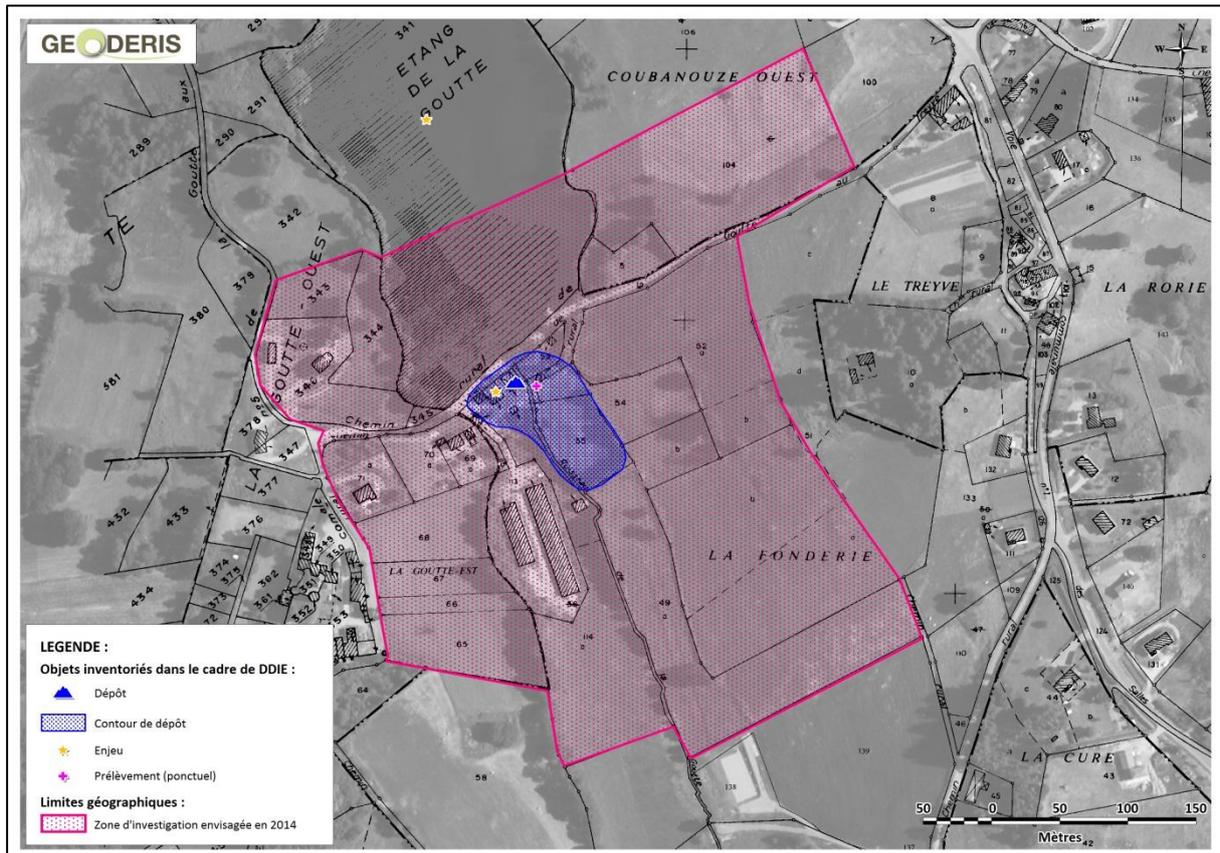


Figure 14 : Zone d'investigation envisagée pour l'étude « maison sur dépôt » 2014 sur le site de la fonderie de la Goutte, sur fond orthophotoplan © IGN et BD Parcellaire © IGN

6.2 Site minier de Poyet-Champoly, logement permanent associé et contrôle de l'ancienne installation de traitement du minerai

Les paragraphes 4.3.2 et 5.4 présentent les informations recueillies durant la phase informative et lors de l'inventaire DDIE sur le site minier de Poyet-Champoly.

Le périmètre d'investigations, défini en accord entre GEODERIS et l'INERIS, inclut les parcelles des deux propriétés concernées ainsi que les parcelles adjacentes (Figure 15).

Par comparaison avec les plans miniers de Carroué, les associations suivantes peuvent être réalisées : le dépôt 42_0069_C_T1 correspond aux stériles de la galerie *Saint-Etienne*, le dépôt 42_0069_C_T2 à ceux de la galerie *Saint-Antoine*, et le dépôt 42_0069_C_T3 à ceux de la galerie *De Blumenstein* (associés probablement à ceux de la galerie *Vital*).

Ceci est corroboré par les observations que Carroué a réalisées lors de sa visite des travaux en 1959 : « Trois importants tas de haldes situés à trois niveaux différents et correspondant

vraisemblablement aux galeries ci-dessus citées, les haldes des galeries Vital et De Blumenstein étant sans doute groupées, nous livrent de nombreux échantillons, soit dans une brèche siliceuse, soit dans le quartz auquel s'associent la barytine blanche ou blonde et la fluorine violette ou jaune, nous retrouvons des amas et boules de galène accompagnée par la blende, la pyrite et surtout les cuivres gris et oxydés (malachite notamment). Les sulfo-antimoniures semblent présents dans quelques échantillons (Carroué, 1959) ».

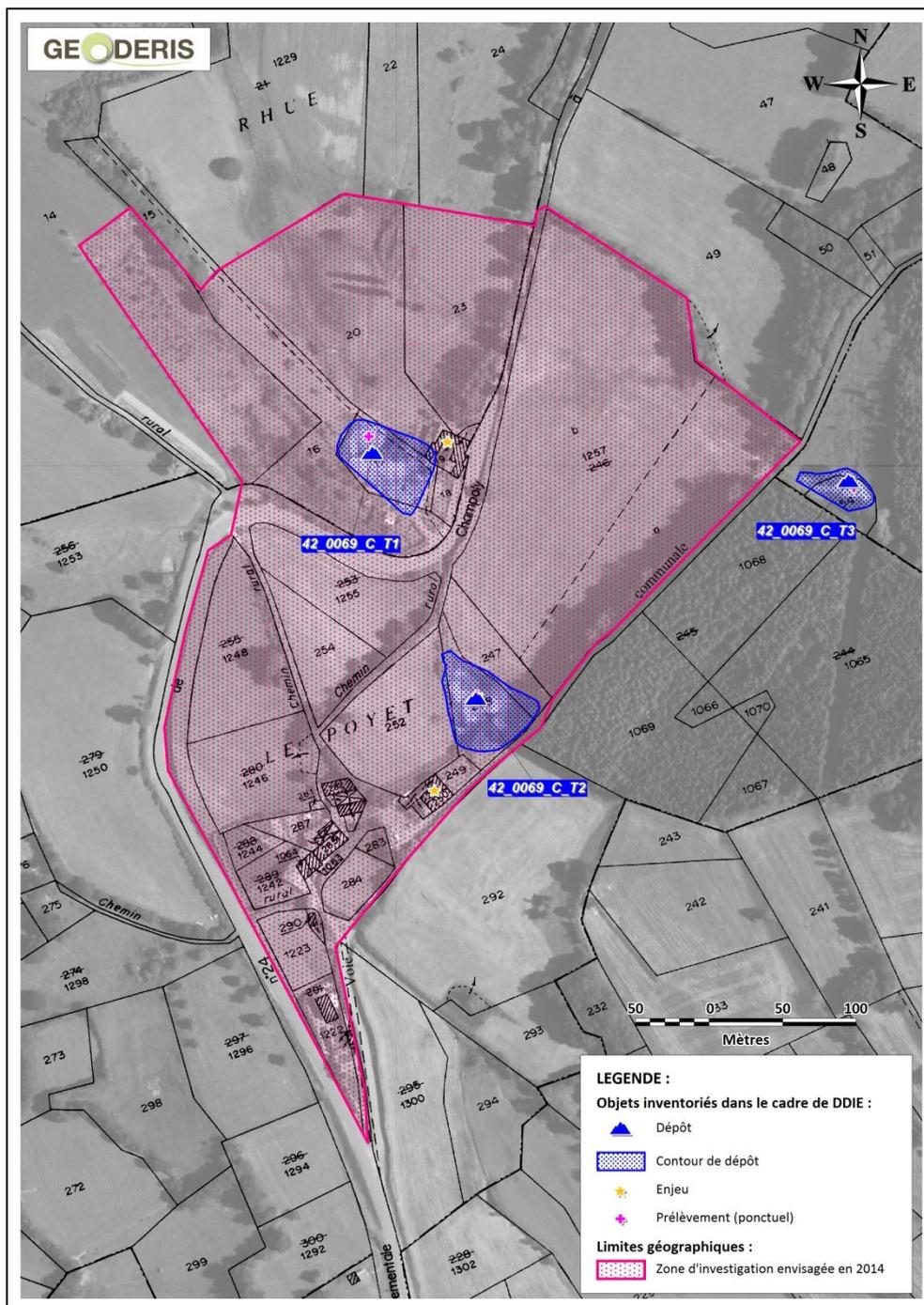


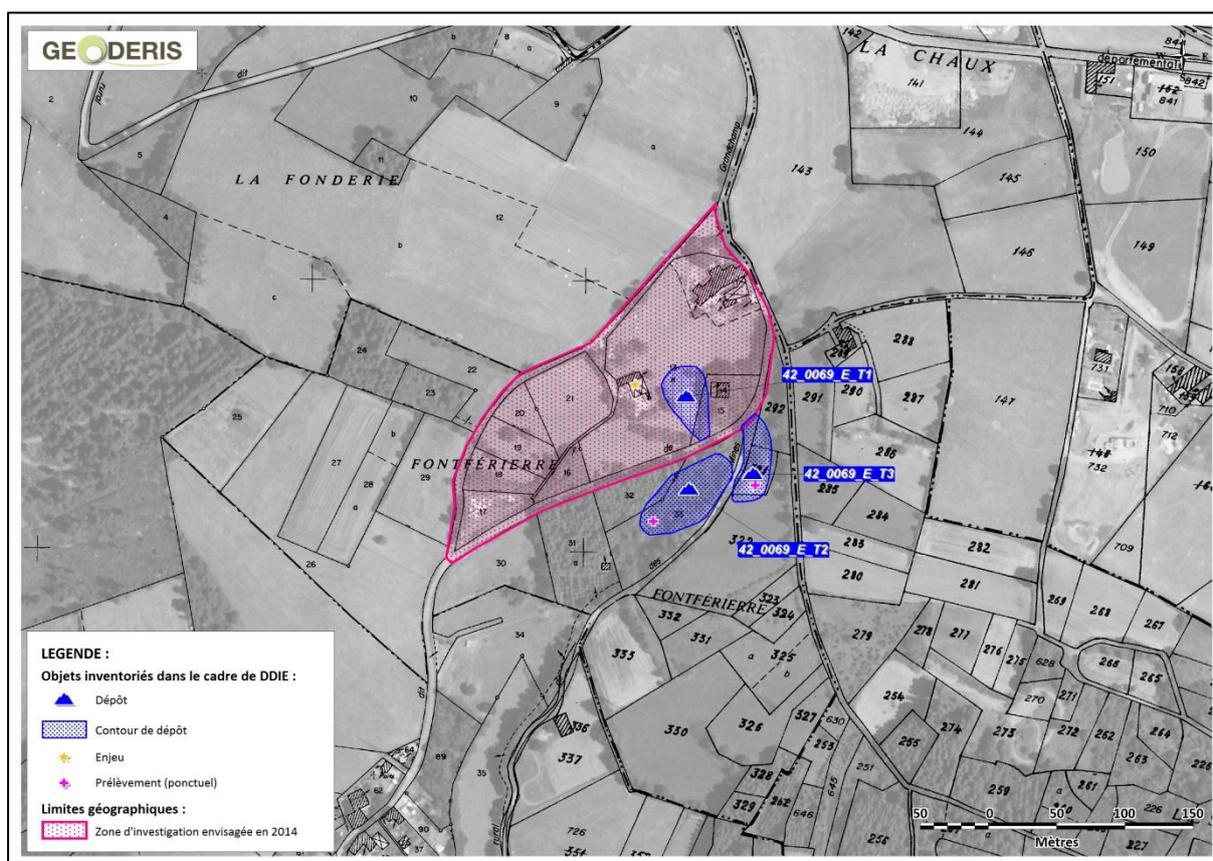
Figure 15 : Zone d'investigation envisagée pour l'étude « maison sur dépôt » 2014 ainsi que pour l'opération de contrôle autour du dépôt 42_0069_C_T2 sur le site minier de Poyet-Champoly, sur fond orthophotoplan © IGN et BD Parcellaire © IGN

6.3 Site minier de Grésolles et contrôle de l'ancienne installation de traitement du minerai

Les paragraphes 4.3.3, 4.5 et 5.6 présentent les informations recueillies durant la phase informative et lors de l'inventaire DDIE sur le site minier de Grésolles.

Le périmètre d'investigation, défini en accord entre GEODERIS et l'INERIS, inclut les parcelles de la propriété concernée ainsi que quelques parcelles adjacentes (Figure 16).

Les dépôts 42_0069_E_T1, 42_0069_E_T2 et 42_0069_E_T3 correspondent aux stériles des puits forcés sur cette zone tel que le précise Carroué lors de sa visite des travaux en 1959 : « *Sous le hameau de Fontferrière, trois importants tas de déblais constituent les seuls témoins des puits Giraud, Badel et De Blumenstein (Carroué, 1959) ».*



Carroué indique également que : « *Au niveau de l'Aix, plusieurs tas de haldes, en partie provenant de la galerie d'écoulement et dont certains, presque nivelés et recouverts par la végétation, nous livrent des échantillons attestant comme à Fontferrière d'une minéralisation B.P.G.C.* (Carroué, 1959) ».

Ceci signifie que les dépôts de Grésolles sont caractérisés par une association blende-pyrite-galène-chalcopryrite.

Sur le site de Grésolles, aucun autre dépôt n'a été identifié dans le cadre de l'inventaire DDIE. Cependant, la comparaison des plans de Carroué (1959) et de la photographie aérienne de 1946 permet de mettre en évidence l'existence de dépôts probables en rive gauche de la rivière d'Aix.

Sous réserve qu'ils soient encore présents sur site, ces dépôts pourraient faire l'objet de contrôles si des usages étaient connus au droit de ces derniers.

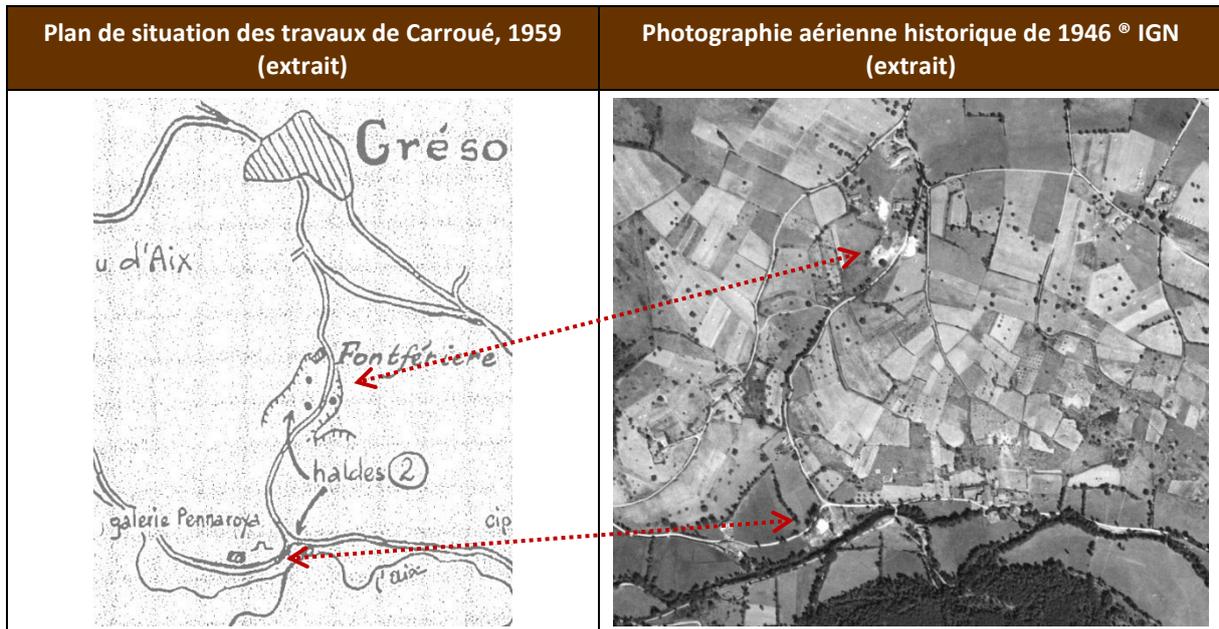


Figure 17 : Comparaison des plans de Carroué (1959) et de la photographie aérienne de 1946 © IGN sur le site minier de Grésolles

7 BIBLIOGRAPHIE

Carroué, J.-P. (1959). *Anciens travaux de la concession pour plomb argentifère de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire) et des gîtes de cuivre voisins (Vollere-Ville et Aubusson)*. BRGM, rapport R.4026.

Cuisson, L. (1983). *Cent cinquante ans d'histoire de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire)*.

Dumoulin, F. (2004). Les mines métallifères du département de la Loire. Bilan de sept années de recherche. *Revue archéologique du Centre de la France [en ligne]*, pp. 271-276.

Dupuis, R. (2003). *Mines et métallurgie du plomb dans le pays d'Urfé aux XVIII^e et XIX^e siècles : la famille de Blumenstein et son épopée industrielle dans les régions de Vienne, Saint-Julien-Molin-Molette et Saint-Martin-la-Sauveté*.

GEODERIS (2013). *Inventaire des dépôts issus des exploitations minières selon l'article 20 de la Directive 2006/21/CE. Monographie sur la région Rhône-Alpes*.

Gruner, M.L. (1858). *Description géologique et minéralogique du département de la Loire par M.L. Gruner, ingénieur en chef au Corps impérial des Mines*.

Palluat de Besset, M. (1927). L'exploitation des mines de plomb du Forez, 1717-1844. *Bulletin de Diana, Tome 23(2)*, pp. 94-120.

Préfecture de la Loire. (1859). *Arrêté. Laverie de minerais de plomb de Grésolles*.

Taylor, R. (1856). *Mines de plomb de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire)*.

ANNEXE 1

**CD-Rom joint au rapport
comportant les données sources de la phase informative
et les résultats de l'inventaire DDIE**

RAPPORTS, REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	NOM DU FICHER / DOSSIER
Carroué, J.-P. (1959). <i>Anciens travaux de la concession pour plomb argentifère de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire) et des gîtes de cuivre voisins (Vollere-Ville et Aubusson)</i> . BRGM, rapport R.4026.	Dossier « MSD_SMLS_RP_CARROUE_1959 » (contenant les plans d'annexes numérisés)
Cuisson, L. (1983). <i>Cent cinquante ans d'histoire de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire)</i> .	-
Dumoulin, F. (2004). Les mines métallifères du département de la Loire. Bilan de sept années de recherche. <i>Revue archéologique du Centre de la France [en ligne]</i> , pp. 271-276.	MSD_SMLS_PUBLI_Dumoulin2004
Dupuis, R. (2003). <i>Mines et métallurgie du plomb dans le Pays d'Urfé aux XVIII^e et XIX^e siècles : la famille de Blumenstein et son épopée industrielle dans les régions de Vienne, Saint-Julien-Molin-Molette et Saint-Martin-la-Sauveté</i> .	MSD_SMLS_RP_DUPUIS_2003_Extraits
GEODERIS. (2013). <i>Inventaire des dépôts issus des exploitations minières selon l'article 20 de la Directive 2006/21/CE. Monographie sur la région Rhône-Alpes</i> .	N2012-039DE_DDIE_Monographie_RHA
Gruner, M.-L. (1858). <i>Description géologique et minéralogique du département de la Loire par M.L. Gruner, ingénieur en chef au Corps impérial des Mines</i> .	MSD_SMLS_RP_GRUNER_1858_Complet
Palluat de Besset, M. (1927). L'exploitation des mines de plomb du Forez, 1717-1844. <i>Bulletin de Diana, Tome 23(2)</i> , pp. 94-120.	MSD_SMLS_RP_Bulletin-Diana_1898_Extraits
Préfecture de la Loire. (1859). <i>Arrêté. Laverie de minerais de plomb de Grésolles</i> .	MSD_SMLS_ARRETE_Eaux-Laverie_Mars1859
Taylor, R. (1856). <i>Mines de plomb de Saint-Martin-la-Sauveté (Loire)</i> .	-

DONNEES ISSUES DE L'INVENTAIRE DDIE	NOM DU FICHER / DOSSIER
Données support	
Fiches dépôts (pour les 10 inventoriés sur le secteur)	Dossier « DDIE_FichesDepots »
Photographies prises durant les investigations de terrain par l'INERIS en mai 2011	Dossier « DDIE_Photos_Mai2011 »
Résultats analytiques obtenus sur les échantillons prélevés sur les dépôts en 2011	DDIE_42SM0069_RESULTATS_ANALYSES.XLS
Résultats statistiques classe / scores de risque du secteur	DDIE_42SM0069_STATISTIQUES.XLS
Données SIG	
Légende des différentes tables SIG mises à disposition	LEGENDE_DonneesSIG_Juin2014.JPG
Table des dépôts	Secteur227_DDIE_DEPOTS_42SM0069.TAB
Table des contours de dépôts	Secteur227_DDIE_CONTOURS-DEPOTS_42SM0069.TAB
Table des enjeux	Secteur227_DDIE_ENJEUX.TAB
Table des prélèvements	Secteur227_DDIE_PRELEVEMENTS.TAB
Table des points d'intérêt	Secteur227_DDIE_PTS-INTERET.TAB
Table du secteur	Secteur227_DDIE_CONTOURS-SECTEUR.TAB
Table du titre minier	Secteur227_TITRE-MINIER_42SM0069.TAB
Table des communes situées sur l'emprise du titre minier	Secteur227_COMMUNES-CONCERNEES.TAB

AUTRES DONNEES DE LA PHASE INFORMATIVE	NOM DU FICHER / DOSSIER
Illustrations	
Figures du présent rapport	MSD_SMLS_PhaseInfo_Figure1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15 et 16
Données SIG	
Table des zones d'investigations envisagées pour l'étude 2014	MSD_SMLS_ZONES-INVESTIGATIONS-SUPP.TAB
Table des sites d'exploitation (d'après Carroué et Gruner)	MSD_SMLS_SITES-EXPLOITATION.TAB