

**Document public**

# **Ardoisières de "La Rivière"**

## **Cartographie de l'aléa lié aux exploitations d'ardoise sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet (Mayenne)**

### **Rapport Final**

**BRGM/RP-53192-FR**  
**Février 2004**

Etude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM 03 RISF13

Loislard M.



**Mots clés : Aléa, ardoisières, cavités, carrières souterraines**

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

**Loislard M. (2004) – Ardoisières de "La Rivière" : cartographie de l'aléa lié aux exploitations souterraines d'ardoise sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet (Mayenne) – BRGM/RP-53192-FR, 57p., 2 fig., 6 tab., 7 photos, 2 ann.**

**© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM**

## Termes techniques miniers repris dans ce rapport

- Chambres d'exploitation : vastes cavités souterraines résultant de l'extraction de bancs ardoisiers ; dans le cas présent, elles peuvent atteindre jusqu'à 155 mètres d'extension verticale et présenter une superficie de 1000 m<sup>2</sup>.
- Puits à baisser : chambre exploitée par la méthode à descendre et desservie par un puits unique implanté au droit de veine ardoisière (cette technique ne permettait pas le remblaiement à l'avancement)
- Collectrice : galerie parallèle aux couches permettant l'accès aux chambres d'exploitation.
- Travers-banc : galerie perpendiculaire aux couches.
- Bure : puits vertical ne débouchant pas à la surface destiné à relier des galeries de niveaux différents.
- Bardeau : étayage édifié en bois.
- Foncées : saignées verticales réalisées à la voûte des chambres.
- Décalabrage : intervention de sécurité destinée à faire tomber les blocs de roche ébranlés par les tirs de mine.
- Stot : partie non exploitée entre la tête d'une tranche et la galerie sus-jacente.
- Champ : ensemble de chambres d'exploitation d'un même niveau desservi par un ou deux puits d'accès

## Synthèse

Le BRGM – Service Géologique Régional des Pays de la Loire, à la demande de la commune de Saint-Saturnin-du-Limet (53) et avec le soutien du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) et de la préfecture de la Mayenne, a réalisé une cartographie à l'échelle du 1/2000<sup>ème</sup> des anciennes carrières souterraines d'ardoises de "La Rivière", situées sur le territoire communal.

L'objectif visé est d'aboutir à une cartographie de l'aléa associé à la présence de ces anciennes exploitations, afin de mieux les prendre en compte dans les éventuels futurs projets d'aménagement.

Toutes ces anciennes cavités étant désormais inaccessibles, leur recensement et leur localisation ont donc été réalisés en se basant exclusivement sur la compilation des documents et plans d'archives versés par la DRIRE aux Archives Départementales de Maine-et-Loire et de la Mayenne.

La démarche adoptée par le BRGM a été la suivante :

- *recensement et collecte des différents documents miniers existants, par consultation des Archives Départementales, et analyse de ces documents ;*
- *enquête auprès d'anciens mineurs et personnes susceptibles d'apporter des informations ;*
- *scannage des plans miniers présentant les meilleures informations ;*
- *géoréférencement des puits par mesure de leurs coordonnées au GPS différentiel ;*
- *calage de l'ensemble des travaux, selon une projection en coordonnées Lambert II méridien de Paris, sur photographies aériennes orthonormées de l'IGN ;*
- *géoréférencement et digitalisation des plans et des ouvrages souterrains ;*
- *zonage de l'aléa.*

L'exactitude de la cartographie restituée dans le cadre de l'étude est dépendante de l'échelle et de la qualité des plans d'archives (distorsions, lisibilité etc...).

L'ensemble des imprécisions, y compris celles de calage horizontal vis à vis des points GPS, a été estimé pour chaque puits afin de prendre en compte cette information dans la délimitation des zonages.

La cartographie de l'ensemble des travaux souterrains a permis de circonscrire les zones de cavités, susceptibles de générer des désordres en surface, contribuant ainsi à élaborer la carte d'aléa des ardoisières de La "Rivière" à Saint-Saturnin-du-Limet.

Deux types d'aléas ont été identifiés, correspondant à des phénomènes d'intensité et de gravité potentielle variable. Le premier concerne les tassements, affaissements et glissements de terrain, associés aux carrières à ciel ouvert partiellement ou complètement remblayées (dont les remblais peuvent subir des tassements), aux zones d'épandage des déchets ardoisiers sur la commune (qui peuvent être affectés de glissements) et enfin aux travaux souterrains profonds (dont l'instabilité peut se traduire par des affaissements en surface).

Le second type d'aléa correspond à des phénomènes potentiellement plus dangereux. Il est lié aux cavités résiduelles des chambres d'exploitation et aux anciens puits fermés en surface et partiellement remblayés. Des effondrements, vidages de puits ou remontées de fontis sont de nature à provoquer l'apparition en surface de vides profonds mettant en danger la sécurité des personnes et des biens.

Pour ces deux types d'aléa, trois niveaux d'intensités ont été définis : aléa fort, moyen et faible.

La carte présentant ces aléas a été restituée sur l'orthophotoplan à l'échelle du 1/2000<sup>ème</sup>.

## Sommaire

<b>1. Cadre du projet</b> .....	<b>11</b>
1.1. CONTEXTE.....	11
1.2. OBJECTIF ET LIMITES DE L'ÉTUDE .....	11
<b>2. Situation géographique et contexte géologique</b> .....	<b>13</b>
2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	13
2.2. GÉOLOGIE .....	13
<b>3. Modes d'exploitations de l'ardoise et historique de l'ardoisière "La Rivière"</b> .....	<b>15</b>
3.1. MODES D'EXPLOITATION DE L'ARDOISE .....	15
3.2. HISTORIQUE DE L'ARDOISIÈRE " LA RIVIÈRE".....	16
<b>4. Méthodologie adoptée</b> .....	<b>19</b>
<b>5. Description de l'ardoisière "La Rivière"</b> .....	<b>21</b>
5.1. LES FONDS OU CARRIÈRES À CIEL OUVERT .....	21
5.2. CARRIÈRES SOUTERRAINES EXPLOITÉES PAR LA MÉTHODE DESCENDANTE.....	24
5.3. CARRIÈRES SOUTERRAINES EXPLOITÉES PAR TRANCHES MONTANTES REMBLAYÉES .....	25
5.4. PROSPECTION DES VEINES ARDOISIÈRES .....	25
5.4.1. Recherches de Gohier à l'ouest.....	25
5.4.2. recherches de la Besnardière à l'est.....	26
<b>6. Reconnaissance de terrain</b> .....	<b>27</b>
6.1. IDENTIFICATION DES OUVRAGES AU JOUR .....	27
6.2. REPÉRAGE DES DÉSORDRES DE SURFACE.....	28
6.3. DÉLIMITATION DES ÉPANDAGES DE DÉCHETS ARDOISIERS.....	28
6.4. OBSERVATIONS.....	28
<b>7. Origine des données de base</b> .....	<b>33</b>
7.1. CONSULTATION DES ARCHIVES ET TRI DES PLANS MINIERS .....	33
7.2. FOND CARTOGRAPHIQUE .....	37
<b>8. Acquisition et assemblage des données cartographiques</b> .....	<b>39</b>

8.1.	LEVÉS TOPOGRAPHIQUES .....	39
8.1.1.	Levé des ouvrages au jour .....	39
8.2.	SCANNAGE ET GÉORÉFÉRENCIEMENT DES PLANS .....	40
8.2.1.	Le plan général des travaux souterrains.....	40
8.2.2.	Le support cartographique .....	41
8.3.	INCERTITUDE DE CALAGE DES PLANS MINIERS.....	41
8.3.1.	Imprécision verticale .....	41
8.4.	DIGITALISATION DES ARDOISIÈRES "LA RIVIÈRE".....	41
8.5.	CONSTITUTION DES TABLES DE DONNÉES (SIG).....	42
<b>9.</b>	<b>Cartographie de l'aléa .....</b>	<b>45</b>
9.1.	IDENTIFICATION DES PHÉNOMÈNES.....	45
9.1.1.	Aléa de type "effondrement, fontis" .....	45
9.1.2.	Aléa de type "tassement , affaissement, glissement" .....	46
9.2.	PRINCIPE DE LA CARTOGRAPHIE .....	46
9.3.	PRÉSENTATION DE LA CARTE DE L'ALÉA.....	47
9.3.1.	Travaux d'exploitation : .....	48
9.3.2.	Aléa de type " tassement, affaissement, glissement" .....	49
9.3.3.	Travaux d'exploration : .....	50
<b>10.</b>	<b>Conclusion et commentaires .....</b>	<b>51</b>

## Liste des illustrations

### FIGURES

Figure 1 : Position des ardoisières "La Rivière" sur scan IGN.....	14
Figure 2 : Présentation des tables de données MapInfo .....	43

### PHOTOGRAPHIES

Photo 1 : Plan d'eau du fond Rousseau à Saint-Saturnin-du-Limet .....	22
Photo 2 : Fond Rousseau à Saint-Saturnin-du-Limet.....	22
Photo 3 : Fond n° 2 en cours de remblaiement à Saint-Saturnin-du-Limet.....	23
Photo 4 : Fond Chauvin à Saint-Saturnin-du-Limet.....	24
Photo 5 : Partie sous-cavée de la dalle du puits du Buisson à Saint-Saturnin-du-Limet .....	29
Photo 6 : Talus instable de déchets ardoisiers à Saint-Saturnin-du-Limet .....	30
Photo 7 : Mur de retenue de déchets ardoisiers sur la commune de Congrier .....	31

### LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Puits localisés des ardoisières "La Rivière" à Saint-Saturnin-du-Limet.....	27
Tableau 2 : Plans et documents des carrières d'ardoises émanant des Archives Départementales d'Angers.....	34
Tableau 3 : Plans et documents miniers émanant de la mairie de Saint-Saturnin-du-Limet.....	35
Tableau 4 : Plans et documents miniers émanant des Archives Départementales de la Mayenne .....	36
Tableau 5 : Coordonnées D.G.P.S. des puits et points remarquables des ardoisières	40
Tableau 6 : Estimation des imprécisions de localisation et de calage des plans .....	41

## Liste des annexes

### Annexe 1 - Planches hors texte

- Planche 1 - Cartographie des aléas liés aux carrières souterraines d'ardoises sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet
- Planche 2 - Estimation du recouvrement à l'aplomb des cavités résiduelles des ardoisières sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet
- Planche 3 - Coupe Est-Ouest des ardoisières de Saint-Saturnin-du-Limet (d'après plan d'archive)

### Annexe 2

- Rapport de mission du géomètre expert relatif aux relevés topographiques

# 1. Cadre du projet

## 1.1. CONTEXTE

La commune de Saint-Saturnin-du-Limet, située au sud du département de la Mayenne, a fait l'objet d'intenses exploitations de schistes ardoisiers, ceci depuis la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Ces exploitations, initialement conduites à ciel ouvert, se sont poursuivies ensuite en carrières souterraines desservies par puits et collectrices. Les travaux se situaient en limite sud de la commune où ils se déployaient d'est en ouest empiétant sur les communes voisines de Renazé et de Congrier.

Les cinq puits principaux réalisés sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet, dont le plus profond (puits n° 1 près des établissements LISI) atteignait 220 mètres sous le terrain naturel, desservaient, via les collectrices les chambres d'exploitations de la dernière société en place "La Rivière". Un sixième puits, bien qu'implanté sur la commune de Renazé, accédait aux galeries de recherche du niveau 56,75 mètres de la Besnardière.

L'arrêt des exploitations date de 1970. Depuis lors, l'envoyage de l'ensemble des galeries et la condamnation des puits par des dalles en béton ou des remblaiements, interdisent tout accès aux carrières souterraines.

L'extension et la géométrie des anciens travaux souterrains sont connus par les plans d'archives, recueillis et versés par la DRIRE aux Archives Départementales.

Dans le cadre de mesures de protection civile et de manière à contribuer à la révision des PLU, la commune de Saint-Saturnin-du-Limet, représentée par Monsieur le Maire, a demandé au BRGM, Service Géologique Régional des Pays de la Loire, de cartographier les anciennes ardoisières et de localiser sur l'orthophotoplan à l'échelle du 1/2000<sup>ème</sup>, l'extension des zones sous-cavées résiduelles.

Cette étude réalisée par le BRGM, a été financée, par les crédits de Service Public du BRGM, par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) et par la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

## 1.2. OBJECTIF ET LIMITES DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude demandée au BRGM consiste donc à localiser les ouvrages souterrains susceptibles de générer des désordres en surface, à les reporter sur fond cartographique à une échelle adéquate permettant de se repérer au mieux par rapport aux divers bâtiments et parcelles, et à élaborer une cartographie des aléas liés aux anciennes exploitations ardoisières sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

Pour aboutir à cet objectif, plusieurs étapes préliminaires sont nécessaires :

- réalisation d'une carte au 1/2000<sup>ème</sup> représentant l'ensemble des carrières à ciel ouvert et souterraines de l'ardoisière "La Rivière" (puits, collectrices et chambres d'exploitation) ;
- estimation du recouvrement au droit de chaque cavité résiduelle résultant des exploitations ;
- calcul de la propagation potentielle des vides vers la surface ;
- zonage des aléas.

***Avertissement important :***

La présente étude repose sur l'analyse et la compilation des plans et documents d'archives. Elle présente donc les limites de fiabilité inhérentes aux approches bibliographiques. En particulier, il n'est pas possible de garantir l'exhaustivité du report cartographique des travaux souterrains. En effet :

- tous les plans des ardoisières n'ont pas forcément été transmis aux archives,
- les plans disponibles, réalisés souvent en phase d'exploitation et non après achèvement des travaux, peuvent ne pas contenir le tracé de tous les travaux de leur secteur ou présenter des erreurs,
- des travaux d'exploitation artisanale très anciens, non recensés, peuvent exister en sous-sol.

Toutefois, la méthodologie, décrite dans les chapitres ci-après, tend à établir, dans la limite des moyens mis en œuvre, une cartographie représentant la connaissance actuelle la plus fidèle possible de l'emprise des carrières souterraines d'ardoises, sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

## **2. Situation géographique et contexte géologique**

### **2.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE**

La commune de Saint-Saturnin-du-Limet se situe dans le sud-ouest de la Mayenne, à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Craon et en limite nord de la Nationale 171 qui relie Laval à Châteaubriand.

Les carrières d'ardoises de Saint-Saturnin-du-Limet s'étendent approximativement d'est en ouest sur près de 2 km, suivant la vallée du Chéran qui constitue la limite sud de la commune (figure 1). L'extension nord-sud des champs d'exploitation est restreinte et dépasse rarement 1,2 km.

### **2.2. GEOLOGIE**

Au sud de Rennes, depuis les environs de Ploërmel jusqu'à Chateauneuf-sur-Sarthe, s'étend une longue bande de terrains primaires connue sous le terme de synclinorium de Martigné-Ferchaud.

Dans cette série primaire, les formations sédimentaires de l'Ordovicien sont constituées, de bas en haut, par les grès Armoricaux, les schistes d'Angers, les grès du Chatelliers, et les schistes de Riadan.

Cette succession lithostratigraphique traduit l'inondation de la plate forme centre-armoricaine dès le début de l'Ordovicien ; cette dernière se poursuit au moins jusqu'au Silurien, et se caractérise par une sédimentation détritique plus ou moins fine. Les schistes ardoisiers sont localisés dans les séquences les plus argileuses des schistes d'Angers et de ceux de Riadan.

De nombreux accidents tectoniques, rembrayures, crasses, chauves et torsins affectent souvent la qualité du schiste ardoisier, pénalisant les exploitations. Ces accidents fragilisent la tenue des terrains et conduisent parfois à l'abandon des sites d'exploitation.

La schistosité régionale étant toujours proche de la verticale, les veines ardoisières sont jalonnées en surface par de nombreuses carrières anciennes ayant parfois atteint des profondeurs importantes.

Les schistes de Riadan constituent le bassin ardoisier de Renazé dans lequel trois veines fissiles ont été reconnues et exploitées. Les ardoisières de "La Rivière" à Saint-Saturnin-du-Limet se sont développées dans la veine la plus au nord.

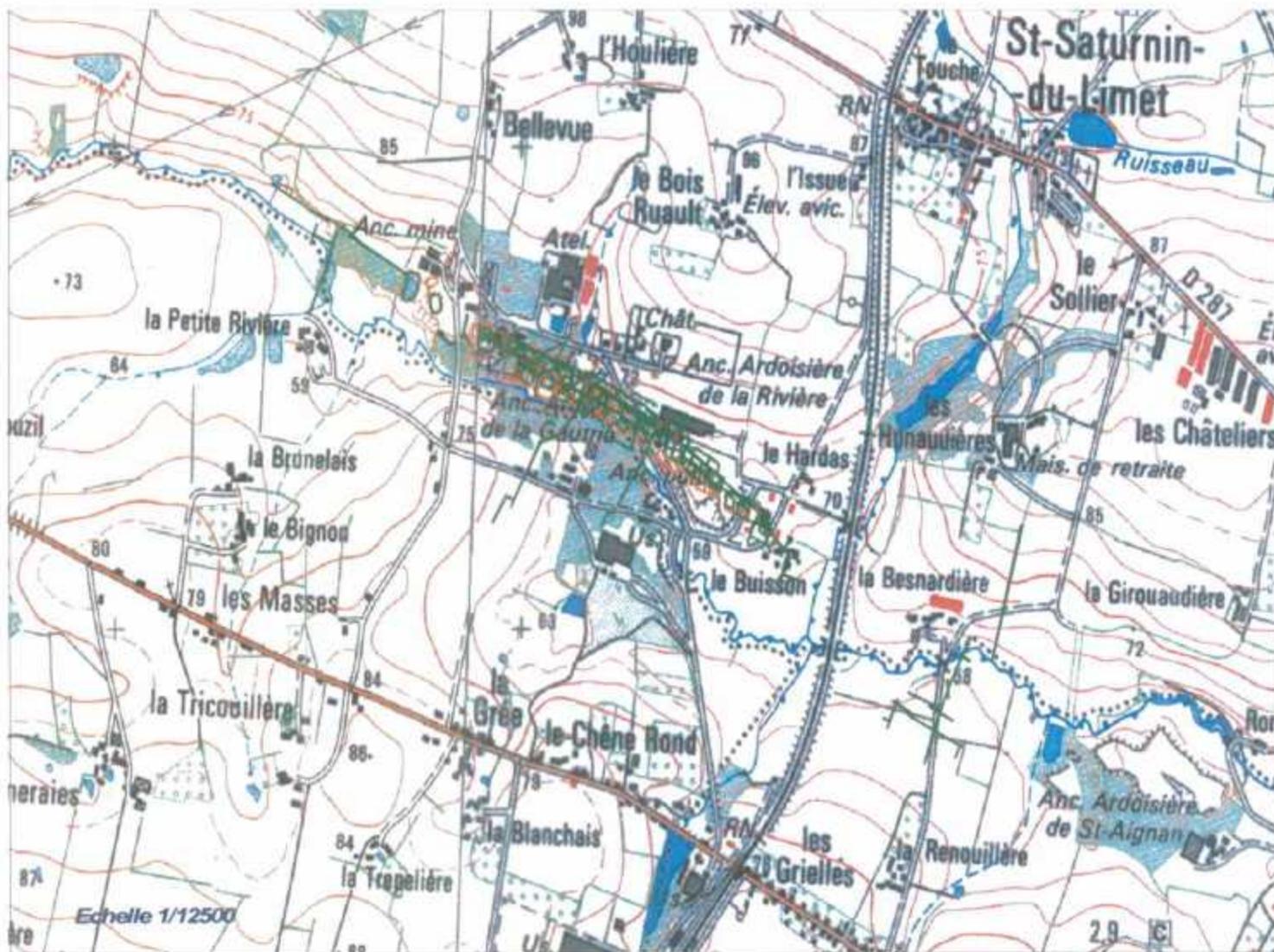


Figure 1 : Position des ardoisières "La Rivière" sur scan IGN

### **3. Modes d'exploitations de l'ardoise et historique de l'ardoisière "La Rivière"**

#### **3.1. MODES D'EXPLOITATION DE L'ARDOISE**

Au fil du temps et de l'évolution technologique, les carrières d'ardoises ont adopté différents procédés d'extraction qui n'ont pas laissé les cavités dans la même configuration (remblaiement ou non). Il est donc important, dans le cadre de cette étude d'évaluation des aléas, de déterminer les méthodes utilisées à différentes époques

##### ***a) La carrière à ciel ouvert***

Les premières exploitations de schiste ardoisier apparaissent dès le Moyen Age. L'extraction de l'ardoise se fait alors de manière anarchique dans de petits "découverts" (carrières à ciel ouvert) rudimentaires.

Ce schiste ardoisier devient rapidement l'objet d'une exploitation plus méthodique réalisée dans de véritables carrières organisées. Les premières carrières à ciel ouvert posent de nombreux problèmes de sécurité liés notamment aux risques d'éboulement des parois qui conduisent à l'abandon progressif de ce procédé d'extraction.

##### ***b) La méthode du puits à baisser sous voûte***

Au 18<sup>ème</sup> siècle, les exploitations souterraines commencent à apparaître, utilisant la technique dite du puits à baisser. L'objectif est de parvenir aux schistes ardoisiers sans avoir à découvrir la veine, c'est à dire sans avoir à décapier les terrains superficiels. Pour y parvenir, il convient de forer un puits pour atteindre la veine exploitable puis d'entamer à ce niveau l'extraction du schiste en s'étendant latéralement de part et d'autre du puits constituant ainsi la voûte de chambre. Le dépilage successif des bancs ardoisiers se poursuit alors par approfondissement de la chambre.

Ces exploitations, proches de la surface dans un premier temps, sont de plus en plus profondes et atteignent parfois plus d'une centaine de mètres vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Là encore, la technique est dangereuse et des masses considérables de roche ébranlées par les tir de mine s'effondrent régulièrement de la voûte. Ces exploitations ne sont généralement pas remblayées et génèrent alors des vides importants.

### **c) La méthode des bancs à remonter par chambres remblayées**

L'évolution de la technologie permet d'adopter une autre méthode qui supprime rapidement toutes celles jugées moins rentables et très dangereuses. Il s'agit de la méthode des bancs à remonter et de ses variantes, dont le principe de base est le suivant :

A partir de puits d'extraction, se développe à différents niveaux un réseau de collectrices parallèles aux bancs ardoisiers. Des travers-bancs relient ensuite les collectrices aux veines de schistes ardoisiers dans lesquelles s'édifieront les futures chambres d'exploitation.

L'ouverture des voûtes constitue l'ébauche des chambres. Elle est réalisée à l'aide d'explosifs sur une hauteur de 2 à 4 mètres sur toute la surface de la chambre et constitue le premier banc inférieur. Le matériau, préalablement extrait par le puits via les galeries, permet l'abattage du banc suivant à partir de foncées verticales réalisées à la voûte de la chambre.

Avant de procéder à l'enlèvement de la pierre abattue, on effectue le décalabrage, c'est-à-dire la purge des schistes ébranlés par les tirs de mine et susceptibles de présenter un danger.

Les blocs de schistes sont ensuite débités en pièces de 5 à 6 tonnes puis transportés jusqu'au puits d'extraction.

Les déchets schisteux utilisés pour le remblaiement sont répartis dans la chambre au fur et à mesure de l'avancement. Un apport complémentaire de déchets résiduels provenant des galeries ou du jour vient compléter ces remblais.

L'extraction des bancs supérieurs est alors répétée selon le même procédé. A la fin de l'exploitation, le dernier banc abattu du dernier niveau ne laisse qu'un vide résiduel minimum sur toute la surface de la tête de chambre. Ce vide qui correspond généralement à la puissance du dernier niveau excède rarement 4 mètres d'épaisseur.

## **3.2. HISTORIQUE DE L'ARDOISIERE " LA RIVIERE "**

Le début des exploitations dans ce secteur semble se situer autour des années 1850. Il s'agissait au début de découverts à ciel ouvert exploités par des associations d'ouvriers. Ainsi on trouve les découverts "Ouvrier" n° 1, 2 et 3.

Vers 1870, la société Rousseau et Cie a poursuivi et exploité jusqu'en 1880 trois carrières à ciel ouvert :

- Le fond "Ouvrier" n° 1,
- Le fond Chauvin jusqu'à une profondeur de 80 mètres,
- Le fond de La Pampie d'une quarantaine de mètres de profondeur.

En 1880, la Société Rousseau et Cie et le propriétaire des terrains cédèrent la société à un Comptoir financier qui exploita le fond Chauvin jusqu'en 1883 et débuta le fond de la Poudrière. A la suite d'un accident qui entraîna la chute de la machine d'extraction, le Comptoir vendit à la société Duché et Cie.

Les nouveaux acquéreurs poursuivirent l'exploitation jusqu'en 1895 en ouvrant tout d'abord le fond Duché qui atteignit la profondeur de 110 mètres, puis un fond à baisser sous voûte à 40 mètres du sol sur une profondeur de 82 mètres. Un fond n° 2 fut commencé puis, en 1895, la société Duché et Cie vendit à la Société Renazé-La-Rivière qui poursuivit l'exploitation du fond à baisser et tenta d'exploiter le fond n° 2 dont le matériau s'avéra très mauvais.

En 1899, la Compagnie des Ardoisières de l'Ouest, se rendant acquéreur de la société Renazé-La-Rivière, arrêta l'exploitation du fond n° 2 et termina l'exploitation du fond à baisser. Un découvert fut commencé au dessus du fond à baisser pendant que le puits n° 1 était foncé jusqu'à 221 mètres, préparant l'exploitation en remontant du champ de ce puits par l'ouverture de 5 chambres à cette cote dont quatre furent exploitées sur deux et trois niveaux. Des recherches à partir d'un bure à la cote 170 mètres permirent l'ouverture d'un nouveau champ à l'est.

Cette société entreprit également l'exploration de Gohier (partie ouest du secteur) en fonçant un puits de 36 mètres d'où partaient des traçages de recherche (300 mètres de galerie).

Le 1er juin 1906, la Commission des Ardoisières d'Angers se porta acquéreur de la Compagnie des Ardoisières de l'Ouest et laissa la production en sommeil durant environ cinq ans. Ce n'est qu'en 1911 que les activités reprennent sans discontinuer jusqu'à la fermeture définitive en 1970.

Au cours de cette période, le puits n° 1 fut remis en service aux niveaux 171 et 221. Le nouveau puits de secours n° 1 bis fut foncé en 1924 et devint un puits d'extraction en 1929. L'ancien puits de recherche du Buisson n° 2, foncé jusqu'à 86 mètres, fut approfondi à 130 mètres en 1948 et devint puits de secours .

De 1924 à 1925, des recherches furent entreprises à l'extrémité est du secteur à partir du puits de la Besnardière, à la profondeur de 58 mètres.

## 4. Méthodologie adoptée

La réalisation d'une cartographie de travaux souterrains présentant des ouvrages débouchant au jour nécessite :

- une restitution complète de tous les plans d'ouvrages souterrains avec leurs repères de surface (puits, cheminée d'aérage, effondrements, etc.),
- une cartographie de surface géoréférencée, servant de support au report des ouvrages souterrains, à une échelle compatible avec l'objectif recherché,
- un calage des ouvrages souterrains sur le support cartographique choisi, avec un degré de précision permettant une superposition la plus exacte possible,

Ce n'est qu'une fois ces différentes étapes achevées que l'évaluation et surtout la cartographie des aléas peuvent débiter.

La méthodologie adoptée dans le cadre de l'étude comprend donc les phases suivantes :

### a) Synthèse des plans d'archives :

- consultation et dépouillement des archives pour rassembler l'ensemble des plans disponibles ;
- examen et synthèse de ces plans afin de sélectionner ceux qui présentent les descriptions les plus complètes ;
- sélection et identification sur le terrain, des ouvrages débouchant au jour (puits, cheminées d'aérage,...), puis géoréférencement par GPS différentiel ;
- scannage des plans miniers les plus complets et calage des ouvrages au jour en fonction de leurs coordonnées réelles, obtenues par GPS différentiel.

### b) Cartographie d'ensemble :

- ajustement des plans miniers scannés et géoréférencés sur l'orthophotoplan de l'IGN ;
- digitalisation de l'ensemble des travaux souterrains ;
- digitalisation des courbes de niveau d'après les scans 25 de l'IGN.

### c) Détermination et cartographie des aléas :

- saisie informatique des données relevées sur les documents miniers ;
- évaluation des volumes exploités, des volumes de vides résiduels après remblaiement des chambres et des épaisseurs de recouvrements entre les voûtes des chambres et la surface du sol ;
- identification et cartographie des aléas

## 5. Description de l'ardoisière "La Rivière"

L'ardoisière "La Rivière", sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet, fait partie des exploitations pour lesquelles trois modes d'extraction se sont succédés depuis le 19<sup>ème</sup> siècle.

### 5.1. LES FONDS OU CARRIERES A CIEL OUVERT

#### *a) Fonds actuellement remblayés*

Les premières exploitations à ciel ouvert se sont développées dans la partie est du secteur. Il s'agit de trois petits découverts peu profonds n'excédant pas 30 mètres. Ils s'alignent à l'aplomb des bancs ardoisiers sur une distance de 200 mètres et portent le nom de "**Fonds ouvriers**" que nous avons, pour les différencier, numérotés d'est en ouest 1, 2 et 3.

Les fonds de la Pampie et des Vêpres, dont il est question dans certains documents, font partie des anciennes carrières et, bien qu'aucun document ne permette de l'affirmer, ils ont probablement été rebaptisés et correspondent dorénavant aux fonds dénommés "ouvriers".

Ces travaux très anciens semblent, selon les archives, avoir été menés autour des années 1850. De ces découverts remblayés depuis fort longtemps ne subsiste aucune trace à l'heure actuelle. Leur position a été obtenue à partir d'un plan au 1/500<sup>ème</sup> daté de 1904.

Dans ce même secteur, l'exploitation s'est poursuivie par l'ouverture de carrières à ciel ouvert plus importantes. Il s'agit, d'est en ouest, des fonds "**Découverte**", "**Duché**" et "**Poudrière**", dont les profondeurs respectives ont atteint 35, 80 et 30 mètres.

Ces fonds sont complètement remblayés et recouverts de déchets ardoisiers. Leur position a été relevée sur le plan général des travaux au 1/1000<sup>ème</sup>.

#### *b) Fonds actuellement ouverts*

A l'extrémité ouest du secteur, le fond **Rousseau**, de 40 mètres de profondeur environ, fait place aujourd'hui à un étang d'une superficie d'environ 1800 m<sup>2</sup>. La présence de nombreux détritiques flottants permet d'avancer qu'il est encore utilisé de temps à autre comme décharge sauvage (photos 1 et 2).



Photo 1 : Plan d'eau du fond Rousseau à Saint-Saturnin-du-Limet



Photo 2: Fond Rousseau à Saint-Saturnin-du-Limet

**Le fond n° 2** situé 200 mètres plus à l'est a été exploité sur une quarantaine de mètres. La mauvaise qualité de la pierre entraîna son abandon en 1899.

Partiellement comblé au nord par un apport de gravas, son plan d'eau que l'on aperçoit en contrebas ne représente plus qu'un tiers de sa superficie initiale (photo 3).



Photo 3 : Fond n° 2 en cours de remblaiement à Saint-Saturnin-du-Limet

**Le Fond Chauvin** dont l'exploitation a cessé dans les années 1880 a atteint la profondeur de 80 mètres pour une ouverture de 900 m<sup>2</sup>. A ce jour il est presque entièrement comblé par des déchets ardoisiers et seule une mare subsiste dans les bas-fonds (photo 4).



Photo 4: Fond Chauvin à Saint-Saturnin-du-Limet

## 5.2. CARRIERES SOUTERRAINES EXPLOITEES PAR LA METHODE DESCENDANTE

Un puits à baisser sous voûte à 40 mètres de la surface du sol a été exploité à l'ouest du Fond Duché. A la suite d'un gros éboulement, son abandon est décidé en 1899. Les dimensions de cet ouvrage dénommé "Ancien Puits" atteignaient alors 82 mètres de hauteur sur une surface de 500 m<sup>2</sup> environ.

Bien que le remblaiement ne soit pas systématique pour ce type d'extraction, le plan général des travaux à l'échelle 1/1000<sup>ème</sup> indique, par des figurés, qu'il a été réalisé complètement.

Un autre ouvrage similaire, mais pour lequel nous n'avons pas d'information hormis ses dimensions latérales de 35 X 70 mètres pour une profondeur de 65 mètres, est situé presque entièrement rive droite du Chéran sur la commune de Congrier. Il s'agit de l'exploitation du Puits n° 1 la Gauterie dont la voûte se situe à un peu plus de trente mètres sous la surface du sol.

En contradiction avec tous les plans d'archives consultés, une coupe des travaux de 1919 au 1/500<sup>ème</sup> fait ressortir un grisé qui semble symboliser le remblayage de

l'ouvrage. En regard de tous les autres documents, nous préférons, malgré tout, opter pour la prudence et assimiler cette chambre à une cavité non remblayée.

### **5.3. CARRIERES SOUTERRAINES EXPLOITEES PAR TRANCHES MONTANTES REMBLAYEES**

Ils s'agit des exploitations par tranches montantes remblayées des puits 1, 1bis et 2 qui constituent l'essentiel des travaux souterrains sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

La semelle des chambres les plus profondes se situe à la cote altimétrique de -148 mètres NGF. Un réseau de quinze collectrices dessert les différents niveaux des champs d'exploitation. Ces derniers sont espacés de 8 mètres jusqu'au 11<sup>ème</sup> niveau puis doublé ensuite jusqu'au 15<sup>ème</sup> et dernier niveau.

Les premiers niveaux étaient exploités à la dynamite par foncées de 2 mètres d'épaisseur puis, plus tard, au moyen de haveuses "rouilleuses", par bancs plus épais.

Le plan général des travaux présente en coupe des chambres remblayées jusqu'à l'avant dernier banc exploité, ce qui laisse environ 2 mètres de vide. Ceci, bien que confirmé par Monsieur Ferrier, ancien directeur de la mine, ne semble pas s'appliquer à toutes les chambres. Certaines d'entre-elles échappent à cette règle et les mesures des vides émanant des plans d'archive peuvent atteindre 8 mètres. S'agit-il d'imprécisions de tracé ou de la réalité ? En tout état de cause, privilégiant la précaution, nous avons préféré nous référer aux mesures obtenues sur les plans. Les chambres 5, 7, 8, 1 ouest, 4 ouest et AT1 sont concernées ; (s'agissant de travaux sans nom sous les principaux fonds, nous avons par commodité baptisé AT une série de chambres du niveau -141,95 m).

### **5.4. PROSPECTION DES VEINES ARDOISIERES**

Parallèlement à l'exploitation, des prospections réalisées par sondages, galeries et travers-bancs ont été menées pour reconnaître les éventuelles extensions des ardoisières "La Rivière".

Certains de ces travaux destinés à recouper la veine sud sont localisés sur la commune de Congrier et n'entrent donc pas dans le cadre de cette étude. En revanche, les galeries de recherches réalisées afin de reconnaître les extensions latérales est et ouest du gisement se situent en partie ou totalement sur Saint-Saturnin-du-Limet.

#### **5.4.1. Recherches de Gohier à l'ouest**

D'après un rapport de 1970 de Henri Rouillé, ingénieur subdivisionnaire des mines, une galerie de 300 mètres de longueur orientée selon l'axe du synclinal s'étend vers l'ouest à partir du fond Rousseau. Elle est desservie par le puits d'extraction dit de

"Gohier" de 36 mètres de profondeur. Selon ce même rapport, ce puits aurait été entièrement comblé. Cependant, son emplacement est occupé en surface par un cratère d'une trentaine de mètres de diamètre au fond duquel s'est formée une mare, ce qui laisse penser qu'il a fait l'objet d'un effondrement partiel.

Un plan au 1/500<sup>ème</sup> de 1899 complète et précise les dires du document. En effet, la galerie de recherche mesure 377 mètres de longueur et se termine à chaque extrémité par deux autres petits puits. Ce plan esquisse en outre 16 semelles de chambres de 30 X 25 mètres (4 au niveau -80 mètres NGF et 12 au niveau -180 mètres NGF). La régularité et la symétrie du dessin indique qu'il s'agit d'un plan présentant un projet d'exploitation n'ayant pas dépassé le stade de l'exploration. Le rapport mentionne que les résultats des recherches n'étaient pas satisfaisants et sous-entend que les travaux furent abandonnés au profit de l'ouverture du puits n° 1.

#### **5.4.2. Recherches de la Besnardière à l'est**

Les recherches de la Besnardière accessibles par un seul puits sont essentiellement situées sur la commune de Renazé. Il s'agit de travers-bancs et galeries situés vers 57 mètres de profondeur dont l'extrémité nord empiète de 50 mètres sur Saint-Saturnin-du-Limet. Une galerie isolée, sans liaison apparente avec celles du puits de la Besnardière, est située quant à elle entièrement sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet. Elle est orientée à peu près nord-sud.

## 6. Reconnaissance de terrain

L'enquête relative à l'ardoisière de "La Rivière" nous a amené à nous rendre plusieurs fois à la mairie de Saint-Saturnin-du-Limet, d'une part pour y consulter les archives municipales, et d'autre part pour y rencontrer les personnes susceptibles de fournir des renseignements utiles à notre étude.

Par ailleurs, plusieurs reconnaissances de terrain ont été effectuées afin de s'imprégner de la géographie et de la morphologie du site ardoisier. En outre, un repérage des ouvrages débouchant au jour, destiné à préparer la campagne de relevés géodésiques, était indispensable.

### 6.1. IDENTIFICATION DES OUVRAGES AU JOUR

Monsieur Victor Simon, ancien cadre employé aux ardoisières ainsi que Monsieur René Sauvager du conseil municipal, nous ont accompagné et indiqué les ouvrages au jour encore visibles sur la zone d'exploitation des ardoisières de "La Rivière". La plupart de ces orifices, parfaitement localisés en raison de la dalle bétonnée qui les recouvre, sont présentés dans le tableau 1.

Nom du puits	Profondeur	Comblé sur :	Dimension dalle	Observations
n° 1	221 m.	70 m.	10 X 10 m.	Pompage usine LISI
n° 1bis	210 m.	115 m.	10 X 10 m.	Pompage domestique
du Buisson	136 m.	20 m.	9,5 X 7,5 m.	Pompage domestique
Besnardière	57 m.	57 m.	Sans	Comblé et banalisé
Gohier	36 m.	36 m.	?	En eau

Tableau 1 : Puits localisés des ardoisières "La Rivière" à Saint-Saturnin-du-Limet

Les dalles en béton qui obturent l'orifice des trois principaux puits sont pourvues d'une trappe permettant le passage des pompes immergées.

Le puits de recherche de la Besnardière a été comblé avec des gravas par l'acquéreur des terrains, après la fermeture de l'ardoisière. Des anciens poteaux électriques en ciment, accolés, ont ensuite été placés au dessus de l'ouverture du puits. Un léger monticule de terre végétale banalisant l'emplacement de cet ouvrage est encore visible.

Selon un rapport de l'ingénieur des mines décrivant la situation de l'ardoisière après abandon, le puits de recherche de Gohier, situé dans un taillis clôturé, a été totalement

remblayé. Cependant un cratère d'une trentaine de mètres de diamètre sur 5 ou 6 mètres de profondeur au fond duquel une mare s'est formée pourrait provenir d'un effondrement de la paroi du puits. L'accès, rendu difficile et dangereux en raison de la configuration du terrain, n'a pas permis d'approcher d'assez près le puits pour lever le doute.

## **6.2. REPERAGE DES DESORDRES DE SURFACE**

Lors des reconnaissances de terrain, excepté le cratère au droit du puits Gohier évoqué dans le paragraphe précédent, aucun désordre de type affaissement ou effondrement lié aux cavités n'a été remarqué sur la commune. Les personnes rencontrées et interrogées à ce sujet sont unanimes : de mémoire d'homme, aucun phénomène de ce genre ne s'est produit à Saint-Saturnin-du-Limet.

## **6.3. DELIMITATION DES EPANDAGES DE DECHETS ARDOISIERS**

Partout où ils ont pu être observés, ces déchets ont été reportés sur l'orthophotoplan. Malgré tout, il est certain que ce repérage n'est pas exhaustif et qu'il existe en de nombreux endroits des épandages ou des amoncellements de déchets masqués par la végétation et donc non recensés dans la présente étude.

## **6.4. OBSERVATIONS**

Suite aux investigations réalisées sur le site de l'ardoisière La Rivière, nous souhaitons attirer l'attention du lecteur sur certains points particuliers qui pourraient poser problème en matière de sécurité. Ces observations ne se limitent pas exclusivement à la commune de Saint-Saturnin-du-Limet, mais concernent aussi la commune de Congrier, sur laquelle l'ardoisière s'étend également.

***Ouvrage débouchant au jour***

L'examen du puits d'extraction n° 1 du Buisson révèle que l'assise rectangulaire du bouchon bétonné qui en condamne l'ouverture présente quelques dégradations. Une zone sous-cavée, encore peu développée, apparaît sur le bord sud et risque de s'agrandir et d'atteindre, à la faveur de l'érosion ou d'animaux fouisseurs, le bord intérieur du puits (photo 5).



Photo 5 : Partie sous-cavée de la dalle du puits du Buisson à Saint-Saturnin-du-Limet

**a) Déblais et talus**

Nous attirons l'attention sur certains talus de déchets ardoisiers très pentés par endroit (près de 45°), dont le profil d'équilibre ne semble pas atteint et qui, en l'absence de végétation, présentent des risques visibles de glissement et/ou d'éboulement (photo 6).



Photo 6 : Talus instable de déchets ardoisiers à Saint-Saturnin-du-Limet

Par ailleurs, un mur de trois mètres de hauteur retenant des déchets ardoisiers de part et d'autre d'une ruelle sur la commune de Congrier menace de s'effondrer en un endroit (photo 7). Enfin, une partie de bâtiment en ruine, située à l'aplomb de l'ancienne chambre de la Gauterie, sur la limite sud séparant les deux communes, peut constituer un danger pour les personnes tentées de s'aventurer sur ce secteur en friche (chasseur, promeneur ou enfant).



Photo 7 : Mur de retenue de déchets ardoisiers sur la commune de Congrier

## 7. Origine des données de base

### 7.1. CONSULTATION DES ARCHIVES ET TRI DES PLANS MINIERES

Les données utilisées pour cette étude ont été recueillies essentiellement aux Archives Départementales de Maine-et-Loire (tableau 2). Les archives communales de Saint-Saturnin-du-Limet ont également été consultées (tableau 3).

Le dépouillement des archives a permis de réunir les documents et plans relatifs aux exploitations ardoisières de "La Rivière" sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

La comparaison entre les divers plans a abouti à la sélection des versions les plus complètes, nécessaires à la réalisation de l'étude. Cependant, présentant des lacunes au niveau des travaux de recherches des extrémités est et ouest de l'ardoisière "La Rivière", les Archives Départementales de la Mayenne ont été compulsées ultérieurement, ce qui a permis de mettre à jour deux plans de 1902 à l'échelle 1/500<sup>ème</sup> qui présentent 400 mètres de galerie supplémentaires sur le secteur de recherche de Gohier (tableau 4).

Cote archive	Ardoisières de La Rivière	Date	Echelle	Consulté sur place	Photo-copié	Scanné	Géo-référencé
1881 W 36	Ardoisière de la Gauterie, Plan et coupe	--	1/1000	Oui	--	--	--
1881 W 46	Dossier de fermeture de l'ardoisière La Rivière	--	1/1000	Oui	--	--	--
1881 W 46	Puits n° 1 bis, 14 et 15 <sup>ème</sup> niveau	--	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	Ardoisière La Rivière, plan, projection verticale des travaux	--	1/1000	--	Oui	Oui	Oui
1881 W 46	Exploitation sous vieux travaux	1949	1/1000	Oui	--	--	--
1881 W 46	Ardoisière La Rivière, plan et coupe sous fond Chauvin		1/1000	Oui	Oui	--	--
1881 W 46	Ardoisière La Rivière, projection verticale suivant AB fond Chauvin	Sans	1/500	--	Oui	--	--
1881 W 46	Ardoisière La Rivière, Plan de déclaration et de reprise des chambres du puits 1	Sans	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	Ardoisière La Rivière, Plan général des travaux niveau 150 mètres	Sans	1/500	--	Oui	--	--
1881 W 46	Dossier, inondation des travaux en 1956	1956	--	Oui	--	--	--
1881 W 46	Coupure journaux inondation des travaux en 1956	1956		--	Oui	--	--

Cartographie de l'aléa lié aux exploitations souterraines d'ardoise  
de Saint-Saturnin-du-Limet (53)

1881 W 46	P.V. de visite du 13 février 1969 + plans	1960	1/500	--	Oui	--	--
1881 W 46	P.V. de visite du 16 juin 1970 + plans	1970	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	P.V. de visite de 1951 + plans	1951	1/1000	Oui	--	--	--
1881 W 46	P.V. de visite du 20 avril 1948 + plans	1948	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	P.V. de visite du 13 février 1969 + plans	1969	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	P.V. de visite du 29 juin 1970 + plans	1970	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 46	Plan du puits Gohier	1899	1/500	--	Oui	--	Oui
1881 W 46	P.V. de visite du 13 février 1969 + plans	1969	1/1000	--	Oui	--	--
1881 W 78	Projet de programme de recherche 26 mai 71	1971		--	Oui	--	--
1881 W 78	Bloc diagramme du synclinal de Martigné Ferchaud	--	1/1000	Oui	--	--	--
125 alpha 48	Procès verbaux de visite de 1915 à 1939	--	--	Oui	--	--	--
125 alpha 48	Plan en coupe de la Gauterie, ligne AB	1919	1/500	Oui	--	--	--
125 alpha 38	Dossier des ardoisières de la Gauterie	--	--	Oui	--	--	--
125 alpha	Extrait du Plan des recherches de la Besnardière	Sans	1/1000	--	Oui	--	--

Tableau 2 : Plans et documents des carrières d'ardoises émanant des Archives  
Départementales d'Angers

Cote archive	Ardoisières de "La Rivière"	Date	Echelle	Consulté	Photo-copié	Scanné	Géo-référencé
Dossier 1	Plan du puits du Buisson	1982	1/500	Oui	--	--	--
Dossier 1	Projet de passerelle	1947	1/50	Oui	--	--	--
Dossier 1	Déclaration d'ouverture des chambres du puits du Buisson	--	1/500	Oui	--	--	--
Dossier 1	Projet emplacement passerelle	1947	1/5000	Oui	--	--	--
Dossier 1	Ouverture chambre 3 ouest au puits 1bis	Sans	1/1000	--	Oui	--	--
Dossier 1	Projection verticale AB du puits 1	--	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Ouverture chambre 1 est au puits 1	--	1/1000	--	Oui	--	--
Dossier 1	Coupe transversale N-S (fond Duché)	--	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Calque, plan général des travaux projetés au puits de l'est	1904	1/500	Oui	--	--	--
Dossier 1	Projection verticale des anciens et nouveaux travaux	--	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Calque, plan cadastral, puits projeté	103	1/500	Oui			
Dossier 1	Emplacement projeté du puits 2	--	--	--	Oui	--	--
Dossier 1	Plan général des travaux, niveau 150	1914	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Plan cadastral, situation des fonds	--	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Coupe longitudinale des anciens travaux au puits de l'est	--	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Plan général des travaux, coupe	1914	1/500	--	Oui	--	--
Dossier 1	Puits de recherche Gohier	--	1/1000	--	Oui	--	--
Dossier 1	Plan des travaux souterrains	--	--	--	Oui	--	--
Dossier 1	Plan des travaux souterrains et désignation cadastrale	1929	1/2000	--	Oui		
Dossier 1	Plan cadastral présentant les travaux souterrains	--	1/2500	--	Oui	--	--
Dossier 2	Courrier administratif	--	--	Oui	--	--	--
Classeur 2	P.V. de visite des délégués mineurs de 1940 à 1969	--	--	Oui	--		
Dossier 2	Courrier administratif	--	--	Oui	--	--	--

Tableau 3 : Plans et documents miniers émanant de la mairie de Saint-Saturnin-du-Limet

Cote archive	Ardoisières de "La Rivière"	Date	Echelle	Consulté	Photo-copié	Scanné	Géo-référencé
234J 500	Exploitation de la Gauterie	1982	1/500	Oui	--	--	--
234J 500	Plans des travaux de la Rivière, Puits Gohier	1902	1/500	--	Oui	--	--
234J 500	Plans du puits Gohier (travers-banc)	1902	1/500	--	Oui	--	--
234 J 506	Plans, puits divers non identifiés	1947	1/50	Oui	--	--	--
234 J 498	Plan du puits Malagué	--	--	Oui	--	--	--
234 J 498	Plans des ateliers de Saint-Aignan	--	--	Oui	--	--	--
234 J 498	Plan de l'ardoisière de Longchamps	--	--	Oui	--	--	--
234 J 498	30 plans divers support cartonné	--	--	Oui	--	--	--
234 J 498	Plans de l'ardoisière de la Touche	--	--	Oui	--	--	--
234 J 498	Plan d'ensemble du bassin de Renazé	--	1/500	Oui	--	--	--
234 J 499	Travaux du bassin de Renazé	1899	1/5000	Oui	--	--	--

Tableau 4 : Plans et documents miniers émanant des Archives Départementales de la Mayenne

Certains de ces plans sont de simples schémas d'exploitation, parfois dépourvus d'échelle et non datés, qui fournissent néanmoins quelques indications sur la disposition des anciens travaux. Les procès verbaux de visite du fond, rédigés par les ingénieurs des mines de l'époque, sont souvent accompagnés de plans. Ils apportent eux aussi des précisions complémentaires parfois très utiles (tenue des terrains, avancement des travaux, incidents survenus etc...).

Le plan général des travaux à l'échelle 1/1000<sup>ème</sup> non daté, a naturellement été choisi comme document principal de base à l'étude. Il synthétise l'ensemble des exploitations en plan et produit la coupe verticale des travaux. Son interprétation est rendue localement délicate en raison de la densité des tracés superposés, notamment pour ce qui concerne les collectrices dont la représentation en plan n'est pas exhaustive. Par ailleurs, quatre chambres d'exploitation situées à la cote -141,95 mètres NGF et accessibles à partir du puits n° 1 n'y figurent pas. Elles ont été extrapolées à partir de la coupe et en fonction de l'estimation du pendage des bancs. Ces chambres ont été dénommées AT 1, 2, 3 et 4.

Un second plan à l'échelle 1/500<sup>ème</sup>, daté de 1899, a été sélectionné pour l'étude. Il s'agit des travaux d'exploration de Gohier à l'extrême ouest du secteur. Trois puits alignés et reliés par une galerie y sont représentés. Le tracé de 24 semelles de

alignés et reliés par une galerie y sont représentés. Le tracé de 24 semelles de chambre, toutes symétriques et identiques fait penser à un projet d'exploitation de l'époque qui n'aurait pas vu le jour. En effet tous les documents consultés relatent qu'il s'agissait de galeries de recherche n'ayant pas abouti à l'exploitation en raison de la mauvaise qualité de la pierre.

## **7.2. FOND CARTOGRAPHIQUE**

L'orthophotoplan de l'IGN (photographie aérienne orthonormée), maintenant disponible sur la Mayenne, a été utilisé de préférence au cadastre pour sa plus grande précision. Ce document, géoréférencé à une échelle compatible avec l'objectif recherché, a servi de fond cartographique au report des carrières souterraines d'ardoises de Saint-Saturnin-du-Limet. Selon l'IGN, son échelle de validité est le 1/5000<sup>ème</sup> avec une précision d'un mètre. En revanche, la lisibilité des tracés sur fond de teinte hétérogène est réduite et le choix de couleurs d'apparences plus appropriées n'améliore pas partout le contraste.

## 8. Acquisition et assemblage des données cartographiques

La précision de la cartographie des carrières souterraines sur la commune est dépendante :

- du degré de précision et de fiabilité des plans d'archives utilisés,
- de la qualité de calage des ouvrages débouchant au jour,
- du degré de précision du support cartographique.

Ceci implique que des mesures de coordonnées précises des ouvrages débouchant au jour soient effectuées, afin d'ajuster et de positionner l'ensemble dans un système géoréférencé compatible avec le canevas géodésique de l'IGN (carte topographique IGN à l'échelle 1/25 000<sup>ème</sup>).

Une campagne de levés topographiques par GPS différentiel, en liaison avec une station de base calée et contrôlée sur des bornes IGN connues, a été réalisée avec une précision de plus ou moins 0,10 mètre. Les coordonnées ont été restituées en Lambert II étendu, référencées à partir du méridien de Paris.

### 8.1. LEVES TOPOGRAPHIQUES

#### 8.1.1. Levé des ouvrages au jour

Le plan général des travaux souterrains à l'échelle 1/1000<sup>ème</sup> comporte quatre puits dont trois ont été parfaitement identifiés sur le terrain. Ils correspondent aux puits 1, 1bis et 2. Ces ouvrages obturés par des dalles en béton ont été levés par GPS différentiel avec une précision de plus ou moins 0,10 mètre et constituent les éléments de base du géoréférencement des travaux souterrains de ce premier plan. En raison de sa localisation peu précise, les coordonnées du quatrième puits (puits de la Besnardière), comblé et banalisé, n'ont pas été utilisées pour le calage des travaux.

Le second plan où sont reportés les travaux de recherches de l'extrémité ouest du secteur fait apparaître trois puits dont un seul a été identifié sur le terrain. Il s'agit du puits Gohier situé au centre du secteur de recherche dont les coordonnées géographiques ont été relevées par D.G.P.S. Cependant, ce seul point de calage aurait été insuffisant pour positionner le plan si ce dernier n'avait pas présenté quelques bâtiments actuellement en ruine mais dont la trace reste visible sur l'orthophotoplan. Ainsi, les coordonnées de ces bâtiments (obtenues sur l'orthophotoplan à l'aide du logiciel MapInfo®), combinées à celles du puits Gohier, ont permis de caler l'ensemble des travaux de recherche de ce secteur.

Enfin, quelques coordonnées de points remarquables de l'orthophotoplan (carrefour, angle de maison, limite de parcelle etc...) ont été relevées pour contrôle.

La liste des coordonnées des puits miniers et de certains points remarquables de l'orthophotoplan est présentée dans le tableau 5.

Identifiant	X (Lambert II)	Y (Lambert II)	Z	Observations
Angle bâtiment	343904,19	317713,50	79,41	-2 mètres
Axe chemin route	345308,40	317050,86	70,24	
Axe route	344653,24	317284,57	68,21	
Puits Gohier (borne)	343551,44	317834,10	67,04	Borne topo
Coin bosquet	343542,75	317836,85	66,66	
Puits Besnardière	345000,88	316838,75	60,60	
Puits 2 Buisson	344577,87	317236,63	67,79	
Puits 1 bis	344377,93	317400,13	71,09	
Puits 1	343965,66	317613,75	80,31	
Angle fondation	343393,36	317937,67		Origine orthophotoplan
Angle ruine écurie	347747,70	317756,60		Origine orthophotoplan

Tableau 5 : Coordonnées D.G.P.S. des puits et points remarquables des ardoisières

## 8.2. SCANNAGE ET GEOREFERENCEMENT DES PLANS

### 8.2.1. Le plan général des travaux souterrains

La reproduction du plan général des travaux et de la coupe verticale au 1/1000<sup>ème</sup>, ainsi que celle du plan présentant les recherches de Gohier à l'extrémité ouest du secteur ont été réalisées par scannage dans les services du BRGM à Orléans puis stockées sous forme d'images numériques.

Le géoréférencement des plans est l'étape qui consiste à caler topographiquement les plans scannés, à partir des coordonnées géographiques des puits et de certains points remarquables relevées sur le terrain. Le plan scanné, ainsi repéré, peut ensuite être positionné sur un support cartographique (en l'occurrence l'orthophotoplan de l'IGN), à l'aide de Systèmes d'Information Géographiques (SIG). L'outil utilisé pour cela est le logiciel MapInfo©.

Selon sa qualité et les distorsions qu'il a subies, le plan scanné ne se superpose pas de manière parfaite et des écarts résiduels peuvent subsister entre la représentation des ouvrages débouchant au jour et leurs coordonnées géographiques respectives. Ces écarts sont estimés et constitueront des imprécisions de calage dont il sera tenu compte dans le zonage de l'aléa.

Enfin, le plan de base calé, présentant les différents niveaux et chambres d'exploitation, servira de repère pour le report des autres documents qui permettent de compléter le tracé de l'ensemble des travaux souterrains.

### 8.2.2. Le support cartographique

L'orthophotoplan géoréférencé, de précision métrique et dont l'échelle de validité est le 1/5000<sup>ème</sup> d'après l'IGN, a été utilisé sans modification.

## 8.3. INCERTITUDE DE CALAGE DES PLANS MINIERS

Les plans des ardoisières aux échelles 1/1000<sup>ème</sup> et 1/500<sup>ème</sup>, utilisés comme supports à la digitalisation, ont été calés à partir des ouvrages au jour identifiés sur le terrain. Les écarts résiduels de calage et les imprécisions de localisation ont été estimés pour chaque puits et sont présentés dans le tableau 6.

Puits	Imprécision de localisation du puits	Ecart de calage	Imprécision orthophoto	Imprécision globale
Puits 1	0,20 m	0 m	1 m	+ - 1,20 m
Puits 1 bis	0,20 m	0,50 m	1 m	+ - 1,70 m
Puits 2 du Buisson	0,20 m	1 m	1 m	+ - 2,20 m
Puits Besnardière	4 m	--	1 m	+ - 5 m
Puits Gohier	3 m	--	1 m	+ - 4 m

Tableau 6 : Estimation des imprécisions de localisation et de calage des plans

L'incertitude globale prenant en compte toutes ces imprécisions a été incluse dans le zonage de l'aléa.

### 8.3.1. Imprécision verticale

L'estimation du recouvrement au droit des têtes de chambre présentée sur la planche n° 2 de l'annexe 1 se réfère aux courbes de niveau (équidistantes de cinq mètres) des scans 25 de l'IGN. L'incertitude qui en résulte est donc de plus ou moins 2,50 mètres minimum, car les imprécisions des cotes des plans miniers ne sont pas connues.

## 8.4. DIGITALISATION DES ARDOISIÈRES "LA RIVIÈRE"

Le plan à l'échelle 1/1000<sup>ème</sup> intitulé [Ardoisière de "La Rivière", plan et projection verticale des travaux], a été utilisé comme modèle pour la digitalisation. Il présente d'une façon globale l'ensemble des exploitations "La Rivière" sur la commune de Saint-

Saturnin-du-Limet. Ces exploitations empiètent légèrement sur les communes voisines de Congrier et de Renazé.

Ce plan est relativement complet mais révèle plusieurs lacunes :

- Dans le secteur ouest, au droit du puits 1, les quatre chambres du niveau – 141,95 ne sont pas représentées ;
- De même, vraisemblablement pour des raisons de lisibilité à cette échelle, les collectrices ne sont pas toutes représentées et les voûtes ou les semelles de chambres n'apparaissent pas toujours clairement définies, voire sont parfois même absentes.
- Enfin, les cotes de traçage ne sont pas systématiquement indiquées.

L'examen des nombreux plans d'avancement, souvent redondants, apporte parfois des renseignements complémentaires qui, néanmoins, ne suffisent pas à combler toutes ces lacunes.

Le déficit d'informations est compensé par la coupe longitudinale des travaux qui fait apparaître par des figurés les chambres remblayées et tous les niveaux cotés des collectrices. Ces précisions sont essentielles à la compréhension et à la digitalisation des travaux souterrains.

Un second plan à l'échelle 1/500<sup>ème</sup>, intitulé plan du puits de Gohier, a été utilisé pour le report des travaux de reconnaissance situés à l'ouest du fond Rousseau.

La digitalisation de ces plans calés et des courbes de niveau du Scan 25 de l'IGN a été réalisée, pour l'ensemble de cette étude, avec le logiciel MapInfo©.

## **8.5. CONSTITUTION DES TABLES DE DONNEES (SIG)**

Les données disponibles relatives aux traçages et aux chambres d'exploitation, ainsi que celles obtenues par calcul, ont été saisies sur une base de données afin de constituer les tables thématiques de MapInfo©. A cela s'ajoutent également les valeurs des courbes de niveaux sélectionnées sur le Scan 25 de l'IGN.

La figure 2 présente comme exemple deux éléments de tables MapInfo© des ardoisières "La Rivière" dans lesquelles sont saisies toutes les données essentielles relatives aux galeries et aux chambres d'exploitation relevées sur plans.

- Dans ces fichiers sont également introduites les fonctions nécessaires aux calculs :
- du volume des cavités résiduelles issues de l'extraction de l'ardoise,
- du taux de recouvrement au droit des voûtes de chambres,
- de l'extension verticale des chambres.

ID	Chambre	Alt_Semelle	Alt_Remblai	Volume_Chambre	Surf_Tête	Surf_Semelle	Volume_Vide	Haut_Chambre
1	C	-44	-44	3 271,5	363,5	363,5	3 271,5	9
2	1	-90,45	-90,45	1 692,75	316,4	360,7	1 582	5
3	2	-95,45	-44	21 331,17	348,8	480,4	0	51,45
4	B	-44	-2	19 651,45	526,2	337,6	1 841,7	45,5
5	3	-95,45	-63,8	22 431,94	664,1	753,4	0	31,65
6	A	-63,8	-17	23 253,7	278,6	636,9	1 114,4	50,8
7	4	-99,45	-52	31 381,06	695	627,7	0	47,45
8	5	-99,45	-85,45	8 398,8	448,2	485	1 792,8	18
9	Fond 2	38	57	42 978	2 975	1 549	0	19
10	Fond Poudrière	22	78	92 064	1 788	1500	0	56
11	Fond Chauvin	-20	52	82 944	1 582	722	0	72

ID	Chambre	Type	Alt-Tête	Alt-Sol	Recouvrement
1	C	Montante	-35	65	100
2	1	Montante	-85,45	70	155
3	2	Montante	-44	70	114
4	B	Montante	1,5	65	64
5	3	Montante	-63,8	60	124
6	A	Montante	-13	60	73
7	4	Montante	-52	65	117
8	5	Montante	-81,45	67	148
9	Fond 2	Descendante	70	70	0
10	Fond Poudrière	Descendante	78	78	0
11	Fond Chauvin	Descendante	60	60	0

Figure 2 : Présentation des tables de données MapInfo

## 9. Cartographie de l'aléa

### 9.1. IDENTIFICATION DES PHENOMENES

L'objectif de cette étude consiste, à partir de plans de l'ardoisière préalablement numérisés, géoréférencés et superposés à l'orthophotoplan, à établir une cartographie de l'aléa lié à la présence des travaux souterrains. Pour cela, il est nécessaire d'appréhender la nature des phénomènes susceptibles de se produire d'une part à l'aplomb de ces vides résiduels et d'autre part à la surface des terrains instables découlant des remblais ardoisiers.

Pour cette étude, nous avons discerné deux type d'aléas liés à des phénomènes de nature différente. Ils ont été classés selon trois niveaux d'intensité croissante : faible, moyen et fort.

#### 9.1.1. Aléa de type "effondrement, fontis"

Le premier type d'aléa potentiel est lié à l'existence de cavités résiduelles et concerne l'apparition de fontis évolutifs se propageant vers le haut et débouchant à la surface, principalement à partir de la voûte des chambres ou des galeries. Dans ce cas de figure, si le foisonnement des terrains ne suffit pas, par autocomblement des vides, à enrayer le phénomène, la formation de cônes d'effondrement en surface est inéluctable. En fonction de leur ampleur potentielle, ces mouvements de terrain génèrent un aléa fort ou moyen. La distinction entre ces deux niveaux d'aléa repose sur des critères d'intensité des phénomènes et de probabilité d'occurrence. L'aléa sera considéré d'autant plus fort que le vide résiduel est volumineux et que l'épaisseur du recouvrement est faible.

Les mouvements de terrain de ce type concernent surtout les chambres non remblayées. Toutefois, même les chambres remblayées peuvent donner lieu à un tel aléa si leur recouvrement est faible. En effet, le remblaiement d'une chambre n'est jamais complet et le vide qui subsiste (2,50 à 4 mètres), bien que limité, peut être suffisant, s'il est relativement près de la surface, pour engendrer ce genre de désordre.

Les mouvements de terrain de type "effondrements et fontis" peuvent avoir d'autres origines que les vides résiduels liés aux chambres. Ils peuvent aussi être provoqués par l'éboulement de la paroi d'anciens puits partiellement remblayés ou simplement par une rupture du dallage sous le poids des remblais (en particulier, à la suite de pluies abondantes érodant par sous-cavage les assises des abords de l'ouvrage). Dans ce type de configuration, il est à craindre un effondrement brutal des terrains.

### 9.1.2. Aléa de type "tassement , affaissement, glissement"

Le second type d'aléa potentiel est lié aux terrains instables et concerne notamment l'apparition de tassements différentiels en surface. Cette instabilité des terrains peut avoir différentes origines mais la plus importante concerne les remblais des puits et des anciens découverts à ciel ouvert. Le matériau utilisé n'est pas forcément toujours constitué de déchets ardoisiers et présente souvent un comportement mécanique hétérogène. Certains anciens fonds ont servi de décharge publique et contiennent donc des éléments organiques putrescibles et fortement compressibles. Les circulations et infiltrations d'eaux pluviales peuvent provoquer en surface des tassements, voire des ravinements. En l'état actuel et sauf à mettre en œuvre des techniques particulières de confortement, ces terrains compressibles sont impropres à la construction.

Par ailleurs sont intégrés dans ce type d'aléa les phénomènes d'affaissements en surface occasionnés par un effondrement de cavité en profondeur. En effet, si la propagation des fontis, à partir de la voûte des cavités, est résorbée par le foisonnement des terrains, le phénomène peut se manifester en surface sous forme d'affaissements de faible ampleur, plus ou moins lents. Dans cette catégorie, nous incluons également les anciens travaux miniers profonds dont il est important de garder la mémoire mais qui ne présentent a priori pas de danger potentiel.

Les terrils, remblais et talus faits de déchets ardoisiers constituent eux aussi des sols instables qui peuvent générer des glissements ou des éboulements. En l'état actuel, ils sont également impropres à la construction, ainsi que leurs abords immédiats qui peuvent être le siège de la propagation d'éléments glissés.

## 9.2. PRINCIPE DE LA CARTOGRAPHIE

Pour établir la carte d'aléa des ardoisières "La Rivière" à Saint-Saturnin-du-Limet, les paramètres de base suivants ont été retenus :

- prise en compte des épaisseurs de recouvrement au droit des cavités,
- extension verticale et horizontale des cavités,
- coefficient de foisonnement des schistes ardoisiers (1,4),
- méthodes d'exploitation (montante ou descendante).

La combinaison de ces éléments a permis d'estimer et de hiérarchiser les zones d'aléa. La qualification du niveau d'aléa (faible, moyen ou fort) est évaluée selon une méthode d'expertise qui prend en compte le volume de vide résiduel des cavités souterraines, l'épaisseur de leur recouvrement et leur état supposé de stabilité (en fonction de leur géométrie, des techniques utilisées pour leur exploitation et des renseignements obtenus à la lecture des documents d'archives).

Cependant, à l'échelle de cette étude et en l'absence de reconnaissance géotechnique, il est important d'attirer l'attention sur certains phénomènes géologiques mal connus. En effet, les mécanismes à l'origine de certains effondrements ou fontis

dépendent de plusieurs facteurs, parmi lesquels l'état de stabilité des cavités (difficile à estimer en l'état actuel des choses, faute de possibilité d'accès dans les anciennes galeries) et des paramètres liés à la tectonique locale, également difficiles à quantifier. Par ailleurs, les phénomènes de propagation vers la surface des fontis sont influencés par la nature des terrains superficiels de recouvrements, lesquels ne sont pas connus avec précision. Des formations meubles, telles que des dépôts pliocènes, existent à l'échelle régionale, mais leur répartition locale n'a pas fait l'objet de cartographie précise.

Pour l'ensemble de ces aléas, le contour des zones concernées a été tracé sur l'orthophotoplan, à partir des limites des anciens travaux souterrains, en appliquant systématiquement une bande de sécurité. La largeur de celle-ci varie de dix à trente mètres en fonction du type d'ouvrage, comblé ou non, de sa profondeur, etc... et prend en considération les imprécisions relatives de calage des plans. C'est notamment le cas pour les travaux de recherche de Gohier et de la Besnardière.

Tous les puits dont l'emplacement est connu sont représentés sur la carte d'aléa. Les puits entièrement comblés génèrent un aléa de type "tassement, affaissement, glissement". Quant aux puits dallés non remblayés, ils engendrent un aléa "effondrement, fontis". Pour les ouvrages comblés et bien localisés, l'extension de l'aléa a été évaluée en intégrant un rayon de dix mètres autour des puits. Ce rayon a été porté à 15 mètres pour les puits dallés non remblayés (et bien localisés).

Autour des anciennes carrières à ciel ouvert non remblayées ou partiellement remblayées, une bande périphérique de quinze mètres de largeur matérialise l'extension estimée de l'aléa "effondrement, fontis".

L'aléa "tassement, affaissement, glissement" a été cartographié sur l'extension géographique des anciennes carrières à ciel ouvert remblayées.

Ce type d'aléa "tassement, affaissement, glissement" a également été circonscrit partout où ont été observés des remblais et talus constitués de déchets ardoisiers.

Lorsque, sur un secteur, il y a superposition des différents type d'aléa, celui associé aux "effondrement, fontis" est prépondérant sur celui des "tassements, affaissements, glissements".

### **9.3. PRESENTATION DE LA CARTE DE L'ALEA**

Les informations sur les deux types de travaux souterrains menés sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet n'émanent pas des mêmes documents d'archives et ne présentent pas le même degré de précision. Il s'agit de :

- L'exploitation proprement dite pour laquelle nous avons une bonne connaissance des travaux et une incertitude de calage faible ;

- L'exploration dont les plans sont très anciens et d'apparence nettement moins précis, ce qui nous a conduit à augmenter l'influence des zones d'aléas en raison d'un calage plus élevée.

Les aléas associés à l'ensemble de ces travaux sont décrits dans des paragraphes distincts ci-après et sont représentés graphiquement ensemble sur l'orthophotoplan restitué à l'échelle 1/2000<sup>ème</sup> (cf. planche 1 hors texte).

### **9.3.1. Travaux d'exploitation :**

Il s'agit de la zone centrale des travaux qui s'étend sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet à partir du puits 2 du Buisson à l'est, jusqu'au fond Rousseau à l'ouest. Cette zone présente les deux types d'aléa dans les trois gradations différentes (fort, moyen, faible).

#### **a) Aléa de type "effondrement, fontis"**

Les zones d'aléas de type "effondrement, fontis" sont figurées par des polygones rouges sur la planche 1 en annexe. A l'intérieur de ces polygones, une trame également rouge mais de densité différente hiérarchise l'intensité de l'aléa (fort, moyen, faible). Ces zones concernent les chambres exploitées remblayées dont le recouvrement entre la voûte et le sol est généralement inférieur à 60 mètres.

#### **Aléa estimé fort :**

Les chambres 3, 5 ES et 1 OS, bien que leurs volumes de vides résiduels soient réduits, constituent des aléas estimés "forts". En effet, elles se situent respectivement au dessus des chambres 3 O, 1 O et 5 E et la rupture du stot de ces dernières aurait pour conséquence d'abaisser à la façon d'un sablier le niveau de remblaiement des chambres supérieures augmentant ainsi le volume de leurs vides résiduels. La formation d'un fontis à la voûte de celles-ci pourrait alors évoluer beaucoup plus haut vers la surface.

L'immense chambre de la Gauterie dont le toit se situe à environ 32 mètres de la surface génère un aléa fort. L'intensité attribuée à ce dernier est d'autant plus élevée que nous n'avons trouvé aucun indice indiquant qu'elle ait été remblayée. Si elle est restée "vide", l'effondrement de la voûte n'assurerait pas l'autocomblement de cette chambre et un cratère se formerait très probablement et de manière brutale en surface.

Les puits 1, 1 bis et 2 du Buisson ainsi que les fonds partiellement comblés Rousseau, n° 2 et Chauvin sont classés également en aléa fort.

#### **Aléa estimé moyen :**

Les chambres 4 E et 1 E ont été classées en aléa moyen. Elles ne se superposent à aucune cavité sous-jacente et leur recouvrement est de l'ordre de 45 à 50 mètres, ce

qui devrait être suffisant pour permettre leur autocomblement en cas d'effondrement localisé.

Le travers-banc situé au sud du puits 2 du Buisson, en raison de sa section relativement faible (2 X 1,80 m.), est également affecté d'un aléa moyen.

***Aléa estimé faible :***

Les configurations très différentes des chambres 4O, 4° et B, tant vis à vis de leur épaisseur de recouvrement que de leur volume de vide résiduel, les placent au même niveau d'aléa faible (chambres profondes à vide résiduel important et chambres moins profondes à vide résiduel faible).

Ce niveau d'aléa a également été attribué au bure immédiatement à l'ouest de la chambre 4O.

**9.3.2. Aléa de type " tassement, affaissement, glissement"**

Les contours des zones d'aléas de type "tassement, affaissement, glissement" sont présentés en jaune orangé. Des trames plus ou moins denses différencient les trois niveaux d'aléa.

Ce type d'aléa concerne les fonds et puits remblayés, les talus et épandage instables de déchets ardoisiers et, dans une moindre mesure, les cavités souterraines profondes pour lesquelles des éboulements évolutifs pourraient se traduire en surface par de faibles tassements ou affaissements de sol.

***a) Aléa estimé fort***

Tous les fonds et les puits remblayés sont classés en aléa fort. Les amoncellements de déchets ardoisiers qui présentent des talus à forte pente (de l'ordre de 45°) susceptibles d'engendrer des éboulis ou des glissements sont classés dans la même catégorie.

***b) Aléa estimé moyen***

Tous les épandages de déchets ardoisiers d'épaisseur variable constituent des sols instables sur la commune et sont considérés en aléa moyen.

***c) Aléa estimé faible***

Les chambres d'exploitation des niveaux profonds dont le recouvrement est au minimum de l'ordre de 100 mètres (inférieur à l'altitude -44 mètres NGF) ainsi que l'ensemble des collectrices et galeries dont la plus haute se situe au 15<sup>ème</sup> niveau (ce qui correspond à un recouvrement minimum de 55 mètres) sont considérées en aléa faible.

### 9.3.3. Travaux d'exploration :

#### - *Recherches de Gohier*

Il s'agit de l'extension ouest de la concession des ardoisières "La Rivière" qui s'étend sur 400 mètres environ à partir du fond Rousseau. Cette zone présente les deux types d'aléa dans deux gradations différentes (fort et moyen).

#### a) *Aléa de type "effondrement, fontis"*

Les contours des zones d'aléas de type "effondrement, fontis" apparaissent en rouge sur la planche 1 en annexe.

La galerie de recherche dont les extrémités aboutissent à deux petits puits a été classée en zone d'aléa moyen mais, en raison de l'incertitude de calage du plan, l'emprise de cette zone a été étendue à 20 mètres. Il en est de même pour le travers-banc partant du puits Gohier qui recoupe vers le sud les veines ardoisières.

Bien que le rapport d'archive stipule que le puits principal de Gohier a été comblé, l'aléa associé, de type "effondrement, fontis", a été considéré comme fort. Il semble bien en effet que le remblaiement se soit affaissé au point de former un cratère au bord encore très instable vers le nord.

#### b) *Aléa de type "tassement, affaissement, glissement"*

Un aléa fort entoure les deux petit puits aux extrémités de la galerie de recherche.

#### - *Recherches de la Besnardière*

Ces recherches concernent l'extension est de la concession des ardoisières "La Rivière". Les travaux sont peu développés et se localisent en grande partie sur la commune de Renazé où se situe également le puits de la Besnardière.

L'aléa associé est uniquement de type "tassement, affaissement, glissement". Un aléa faible délimite les galeries de recherche situées à la profondeur de 57 mètres. Par contre, l'incertitude de calage du plan sur ce secteur porte la largeur de l'emprise de cet aléa à 30 mètres. Enfin, un aléa fort, d'un diamètre de 25 mètres, entoure le puits comblé de la Besnardière.

## 10. Conclusion et commentaires

La présente étude avait pour objectif de délimiter, sur un fond cartographique à l'échelle 1/2000<sup>ème</sup>, les zones d'aléas liées à la présence des anciennes carrières souterraines d'ardoises sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet.

Ces exploitations ardoisières, désormais abandonnées depuis 1970, ont laissé de nombreuses cavités résiduelles. Il était donc important de localiser de manière la plus précise possible les zones sous-cavées, de préciser leur amplitude verticale et d'apprécier la nature de l'aléa associé.

Toutes ces anciennes cavités sont désormais inaccessibles. Elles sont, pour la plupart, noyées et en grande partie comblées en raison du mode d'exploitation mis en œuvre (tranches montantes remblayées). Leur recensement et leur localisation ont été réalisés en se fondant exclusivement sur des documents et plans d'archives versés par la DRIRE aux Archives Départementales de Maine-et-Loire et de la Mayenne. Le dépouillement des documents d'archives, complété par des enquêtes orales auprès d'anciens cadres et employés de la société des ardoisières, a permis de reconstituer pour chaque secteur les modalités d'abattage et de remblaiement. Cependant quelques lacunes n'ont pu être comblées et des questions restent sans réponse (chambre remblayée ou non de la Gauterie).

Les plans présentant les informations les plus complètes ont été numérisés, géoréférencés et calés à l'aide d'un relevé topographique de points remarquables et d'ouvrages au jour encore visibles, localisés par GPS différentiel.

La superposition de ces plans sur les photographies aériennes géoréférencées de l'IGN a permis de représenter l'emprise des travaux souterrains et de circonscrire les parties sous-cavées. Ces différents éléments ont conduit à élaborer une carte d'aléa qui pourra servir de guide à la révision du PLU. Cette carte, également numérisée, a été restituée sur l'orthophotoplan à 1/2000<sup>ème</sup>, mais dont l'échelle de validité est le 1/5000<sup>ème</sup>.

Deux types d'aléa ont été définis :

- le premier concerne les possibilités d'effondrements proprement dits et de fontis pouvant remonter jusqu'au jour. Il est associé principalement aux vides résiduels des exploitations souterraines et aux puits d'extraction non comblés. Les carrières à ciel ouvert non remblayées sont également concernées par ce type d'aléa auquel sont liés également des risques éventuels de chutes de personnes.
- le second concerne les éventuels tassements, affaissements et glissement des sols. Il est associé en grande partie aux découverts remblayés et à l'épandage ou à l'accumulation de déchets ardoisiers constituant des terrains instables sur plusieurs mètres d'épaisseur ainsi qu'à l'existence d'anciens puits remblayés.

A ces deux types d'aléa ont été attribuées trois intensités : aléa fort, moyen et faible, définis en tenant compte de plusieurs paramètres différents, à savoir : profondeur et extension verticale des cavités, consolidation des terrains, lacunes d'information dans certains secteurs, en l'occurrence les travaux de recherche de Gohier et de la Besnardière.

Le croisement entre la cartographie des aléas et l'occupation des sols (orthophotoplan) montre que plusieurs habitations et quelques bâtiments industriels ou à usage d'entrepôt sont érigés dans l'emprise des carrières souterraines. Il s'agit d'ailleurs, dans la plupart des cas, de bâtiments ayant appartenu à l'ardoisière "La Rivière". Une seule de ces habitations est concernée par un aléa « effondrement, fontis » moyen.

Les visites de terrain réalisées dans le cadre de cette étude nous ont amenés à faire quelques observations relatives à la sécurité des personnes. Elles sont détaillées et illustrées dans le paragraphe 6.4 de ce rapport.

## Remerciements

Nous tenons à exprimer nos remerciements à toutes les personnes qui par leurs informations et leur disponibilité nous ont aidés à réaliser cette étude, et en particulier :

- Monsieur G. Moisy, maire de Saint-Saturnin-du-Limet.
- Monsieur R. Sauvager, conseiller municipal à Saint-Saturnin-du-Limet.
- Monsieur G. Bedouet, conseiller municipal à Saint-Saturnin-du-Limet.
- Monsieur E. Ferrier, ancien directeur des ardoisières.
- Monsieur V. Simon, cadre dans les ardoisières.
- Monsieur M. Bansard, employé aux ardoisières.
- Monsieur M. Riveron, employé aux ardoisières.
- Monsieur A. Madiot, autorisant l'accès au puits de la Besnardière.
- Monsieur J. Gillois, autorisant l'accès au puits 1bis.
- Monsieur R. Touplain, autorisant l'accès au puits 2 du Buisson.
- Monsieur J.M. Rich, des usines LISI autorisant l'accès au puits 1.

## Bibliographie

**Breton J.P., Charpentier D., Le Corre C., Quête Y., Debrand-Passard S., Donnot M., Feys R.**, avec la collaboration de Letourneux P., Brun J.P. Plaine J. et Rabu D. (1973) - Etude géologique du bassin ardoisier de Renazé (Mayenne). Rapport BRGM 73 SECRET SGN 002 GEO, 41 p., 8 annexes.

**Vincent M., Mathon C.** (2000) - Cartographie des anciennes exploitations souterraines d'ardoise à Renazé (Mayenne), en vue de la révision du plan d'occupation des sols de la commune. Rapport BRGM/RP-50435-FR, 35 p., 2 fig., 1 Tabl., 5 Pl. H.-T.

# **Annexe 1**

## **Planches hors texte**

## **Annexe 2**

### **Rapport de mission du géomètre expert**

# NOTE EXPLICATIVE DE RELEVÉ DE POINTS X Y Z EN TEMPS RÉEL PAR GPS (LAMBERT NTF Secteur 2 / NGF IGN 69)

## ① MATÉRIEL

- GPS TR 500 LEICA bi fréquence temps réel
- Un niveau pour départ des points altimétriques NGF inaccessibles

## ② RATTACHEMENT PLANIMÉTRIQUE ET ALTIMÉTRIQUE

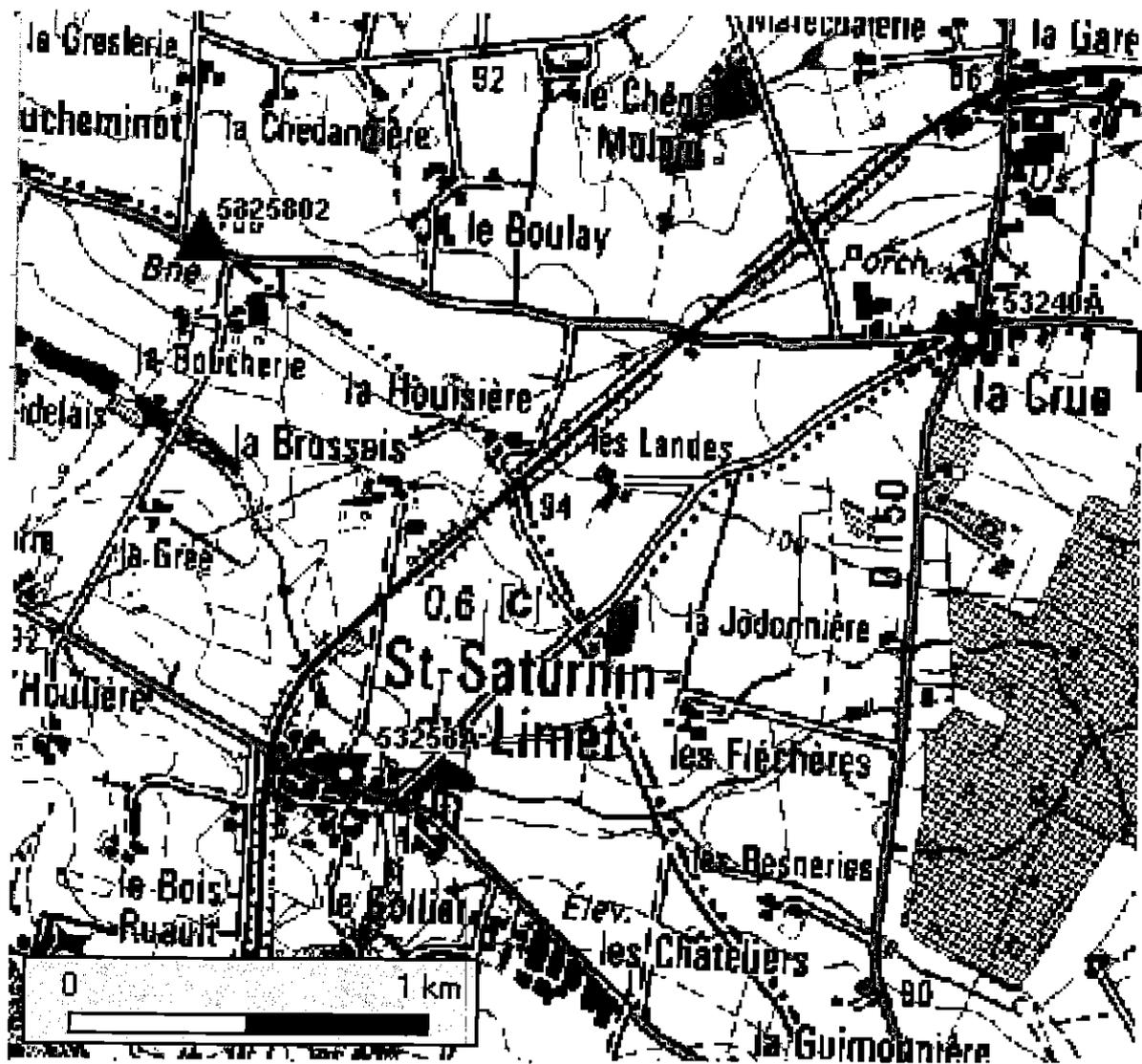
- Planimétrie : Lambert NTF secteur 2
- Altimétrie : NGF / IGN 69

## ③ MÉTHODE DE LEVÉ

- Mise en station sur borne IGN référencée 5325802 Commune de La Selle Craonnaise (cf. feuilles jointes, situation, croquis, repérage/ référence X Y), connue en Lambert II
- Vérification de la position X Y sur les autres bornes référencées 5319702 Commune de St Aignan sur Roë
- Vérification de la position altimétrique Z sur repère nivellement NGF référencé RFM3-168 sur la Commune de St Saturnin du Limet (cf. feuille jointe)
- Positionnement d'un repère fixe (borne, spit) dans un secteur très proche du chantier  
Détermination des coordonnées X Y et Z de ce repère; ce point est appelé station MERE  
Pour contrôle, nous vérifions les coordonnées X Y Z de cette station par rapport à une borne IGN (repère :5325802) et un repère NGF (RFM3-168)
- Levé des différents points du site en temps réel
- Précisions
  - Précision générale :  $\pm 5$  cm en X Y Z
  - Précision relative (entre point) :  $\pm 2$  cm en X Y  
 $\pm 3$  cm en Z

### **SARL SEVAUX ET ASSOCIÉS**

Société de Géomètres Experts  
1 Rue du Capitaine Dreyfus - 35136 ST Jacques de la Lande  
☎ 02.99.30.12.12. - Télécopie 02.99.30.40.22.  
E\_mail : [rennes@sevaux-associes.com](mailto:rennes@sevaux-associes.com)





Réseau Géodésique Français

Service Géodésie Nivellement  
 • Site géodésique

## LA SELLE-CRAONNAISE II

Département : MAYENNE ( 53 )

Commune : LA SELLE-CRAONNAISE

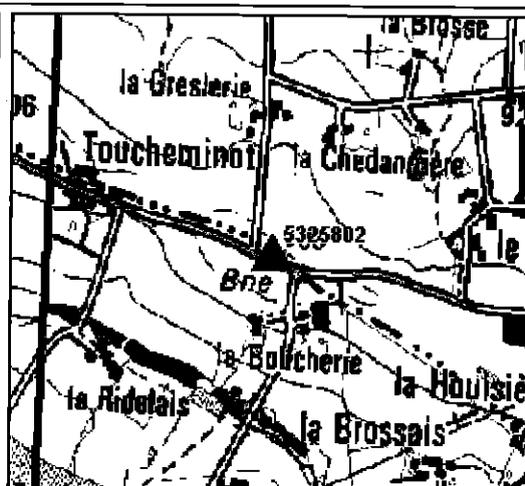
Lieu-dit :

N° Site: **5325802**

site NTF d'ordre 4



**SITE NON PHOTOGRAPHIE**



Extrait de la carte n° 1420  
CRAON

**Points du site :** ( Cliquez sur la désignation des points ci-dessous pour obtenir les coordonnées )

( ) Borne en granit gravee IGN



Réseau Géodésique Français

Service Géodésie Nivellement  
 • Point géodésique

01

Site	Point	Désignation
<b>5325802</b>		Borne en granit gravee IGN

Remarque(s) : - Point vu en place en 1967

Système RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS80 - Méridien origine : Greenwich			 <b>POINT NON PHOTOGRAPHE</b>
Longitude	Latitude	Hauteur sur l'ellipsoïde (m)	
1° 04' 26,5071" O	47° 49' 26,5410" N	153,76	
Système RGF93 - Projection LAMBERT - 93			NGF - IGN1969 Altitude normale (m)
E (m)	N(m)	106,1	
395 286,99	6 754 934,11		
Système NTF - Projection LAMBERT 2			D
E(m)	N(m)		
344 690,71	319 388,98		

T: Coordonnées obtenues par transformation / M: Précision métrique / D: Précision décimétrique / C: Précision centimétrique

©IGN 2003

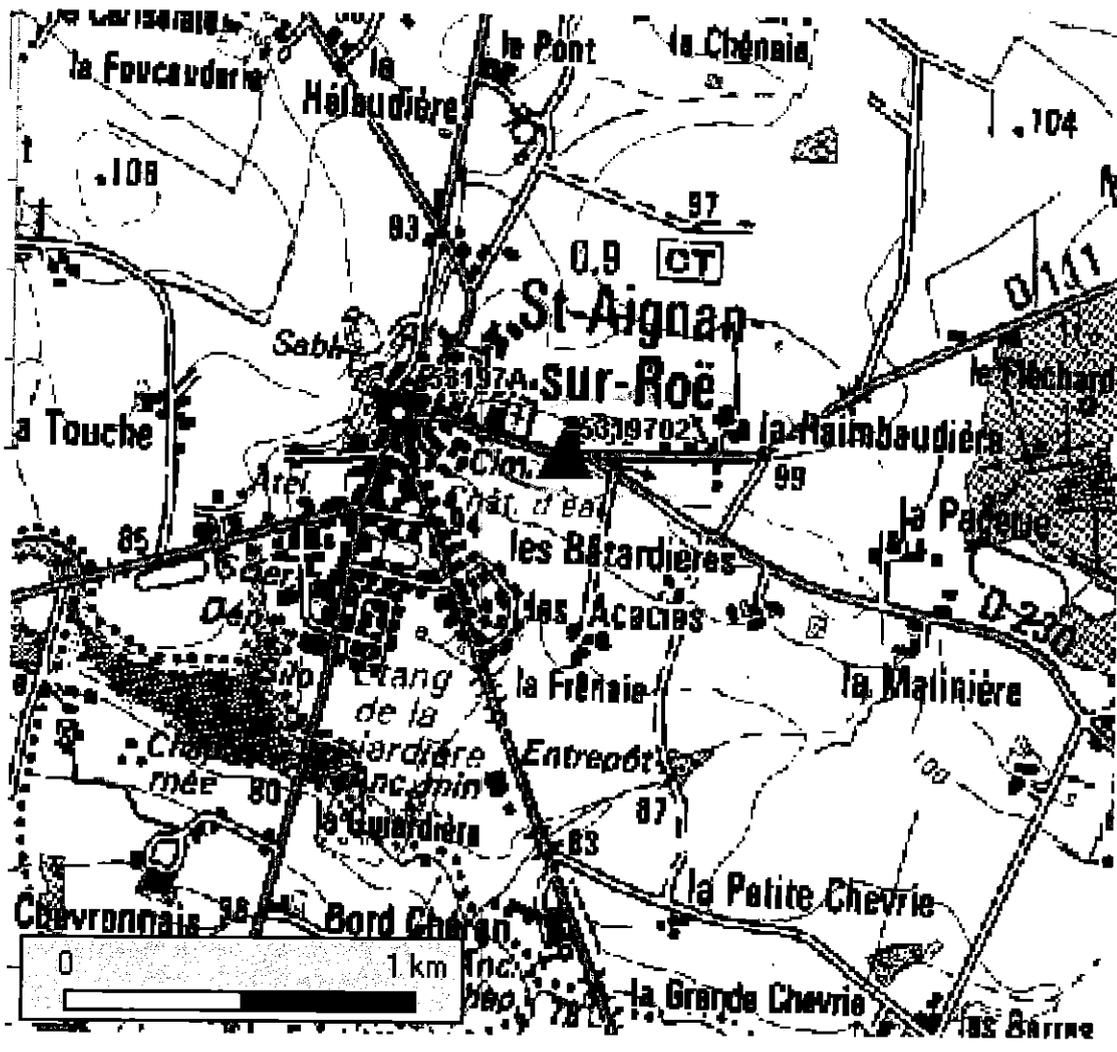
Institut géographique national  
 136bis, rue de Grenelle  
 75700 PARIS 07 SP

Reproduction autorisée avec mention  
 ©IGN 2003 dans le cadre de la  
 cartographie réglementaire.

**Avertissement**

Compte-tenu des risques de destruction ou de déplacement des bornes ou repères, il est indispensable de procéder avant usage à un contrôle de stabilité avec les repères voisins. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle.

Toute remarque concernant la disparition ou le mauvais état des repères doit être signalée au Service de la géodésie : [sgn@ign.fr](mailto:sgn@ign.fr)





Réseau Géodésique Français

Service Géodésie Nivellement  
 • Site géodésique

## SAINT-AIGNAN-SUR-ROË II

Département : MAYENNE (53)

Commune : SAINT-AIGNAN-SUR-ROË

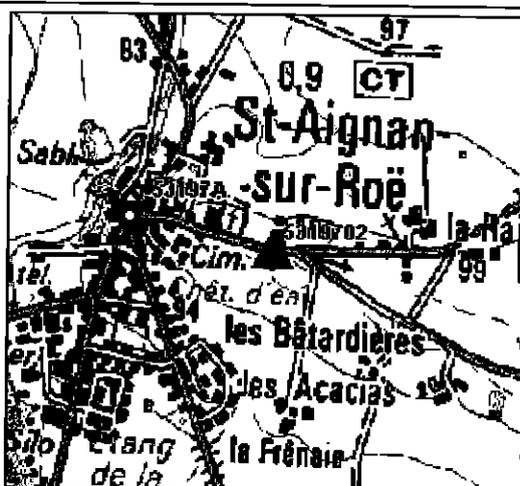
Lieu-dit :

N° Site: **5319702**

site NTF d'ordre 4



**SITE NON PHOTOGRAPHIE**



Extrait de la carte n° 1320  
 CHATEAUBRIANT

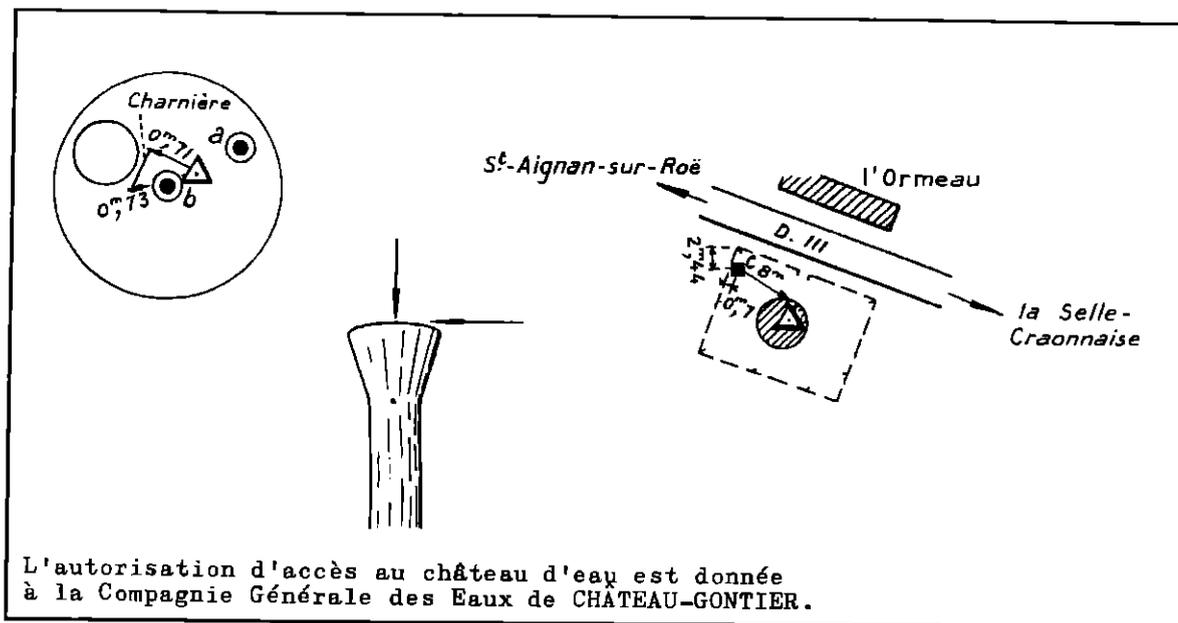
**Points du site :** ( Cliquez sur la désignation des points ci-dessous pour obtenir les coordonnées)

( I ) Château d'eau : Repere en bronze scelle dans la face supérieure de la cuve

( A ) Château d'eau : Croix gravée dans la face supérieure

( B ) Château d'eau : Axe et sommet

( C ) Borne en granit gravée IGN



©IGN 2003

Institut géographique national  
136bis, rue de Grenelle  
75700 PARIS 07 SP

Reproduction autorisée avec mention  
©IGN 2003 dans le cadre de la  
cartographie réglementaire.

**Avertissement**

Compte-tenu des risques de destruction ou de déplacement des bornes ou repères, il est indispensable de procéder avant usage à un contrôle de stabilité avec les repères voisins. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle.

Toute remarque concernant la disparition ou le mauvais état des repères doit être signalée au Service de la géodésie : [sgn@ign.fr](mailto:sgn@ign.fr)



Réseau Géodésique Français

 Service Géodésie Nivellement  
 • Point géodésique

04

Site	Point	Désignation
5319702	C	Borne en granit gravée IGN

Remarque(s) : - Point vu en place en 1974

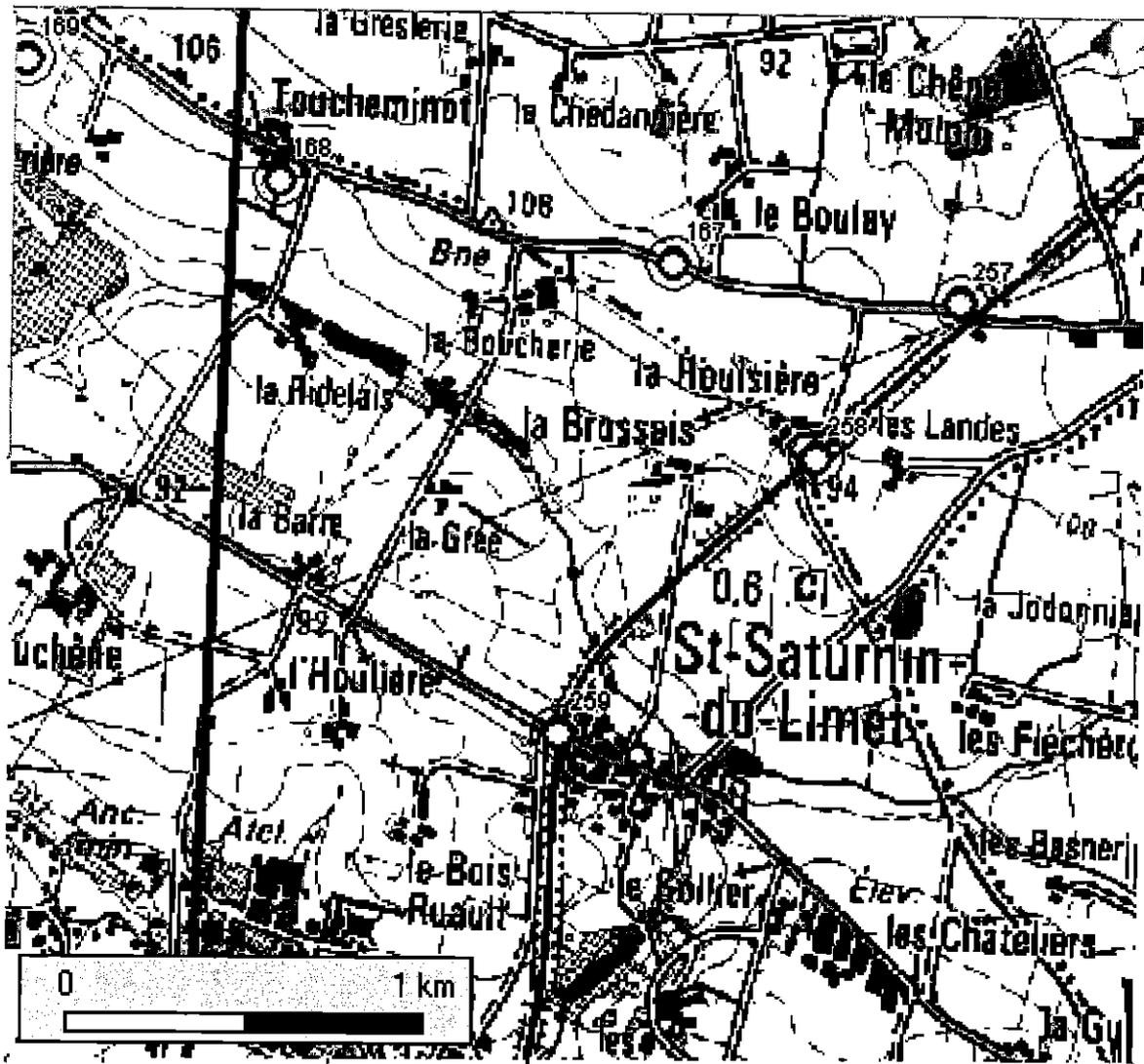
Système RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS80 - Méridien origine : Greenwich			
	Longitude	Latitude	Hauteur sur l'ellipsoïde (m)
T	1° 07' 51,8422" O	47° 50' 28,9166" N	153,9
Système RGF93 - Projection LAMBERT - 93			
	E (m)	N (m)	NGF - IGN1969 Altitude normale (m)
T	391 125,46	6 757 078,28	
Système NTF - Projection LAMBERT 2			
	E (m)	N (m)	106,19
	340 508,70	321 500,50	



**POINT NON PHOTOGRAPHIE**

T : Coordonnées obtenues par transformation / M : Précision métrique / D : Précision décimétrique / C : Précision centimétrique

<p>©IGN 2003 Institut géographique national 136bis, rue de Grenelle 75700 PARIS 07 SP</p> <p>Reproduction autorisée avec mention ©IGN 2003 dans le cadre de la cartographie réglementaire.</p>	<p><b>Avertissement</b></p> <p>Compte-tenu des risques de destruction ou de déplacement des bornes ou repères, il est indispensable de procéder avant usage à un contrôle de stabilité avec les repères voisins. La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle.</p> <p>Toute remarque concernant la disparition ou le mauvais état des repères doit être signalée au Service de la géodésie : <a href="mailto:sgn@ign.fr">sgn@ign.fr</a></p>
--	--





Nivellement Général de la France - Réseau Français de Nivellement de Précision

Service Géodésie Nivellement  
 • Repère de nivellement

Matricule :

**R.F.M3 - 168**
 Système d'altitude :  
 NGF - IGN1969 - Altitude normale
**101,220 m**

Type : M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL

Année de détermination : 1967

**Coordonnées du repère**

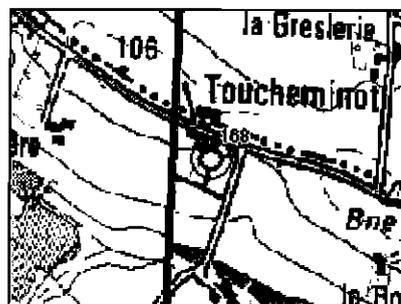
Système RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS80 - Méridien origine : Greenwich

Longitude :  Latitude : 

Système RGF93 - Projection LAMBERT - 93

E (km) :  N(km) : 

Système NTF - Projection LAMBERT - 2

E(km) :  N(km) : Département : **MAYENNE**Commune : **SAINT-SATURNIN-DU-LIMET**Numéro INSEE : **53253**Feuille : **CRAON**Numéro : **1420**Quart : **Nord-Ouest**Voie suivie : **D.230**de **D.150 à SAINT-AIGNAN-SUR-ROE**Côté : **Gauche**

Distance :

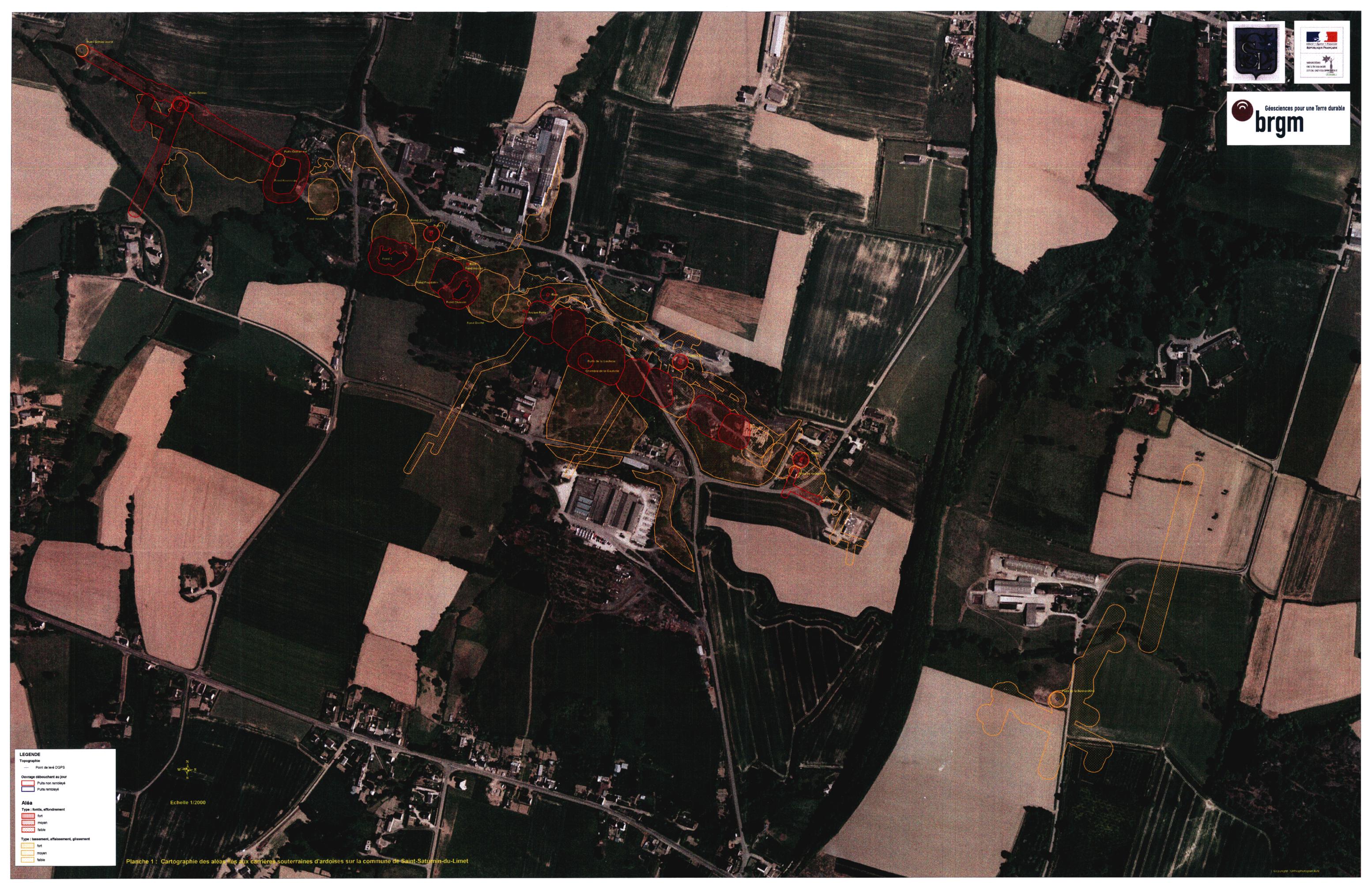
PK : **4,25 km**Localisation : **A 20 M A L'EST DU CARREFOUR AVEC LE V.O. VERS "LA RIDELAIS"**Support : **AQUEDUC****PARAPET, FACE OPPOSEE A LA D.150**Repèremment : **A 0.93 M DE L'EXTREMITE COTE D.150****A 0.63 M AU-DESSOUS DE L'ARETE SUPERIEURE**

Remarques :

- Repère vu en place en 1967.

**Repère non photographié**

le repère est au centre de la photo



**LEGENDE**

Topographie

- Point de nivelé DGPS

Ouvrage débouchant au jour

- Puits non remblayé
- Puits remblayé

**Aléa**

Type : fontis, effondrement

- fort
- moyen
- faible

Type : tassement, affaissement, glissement

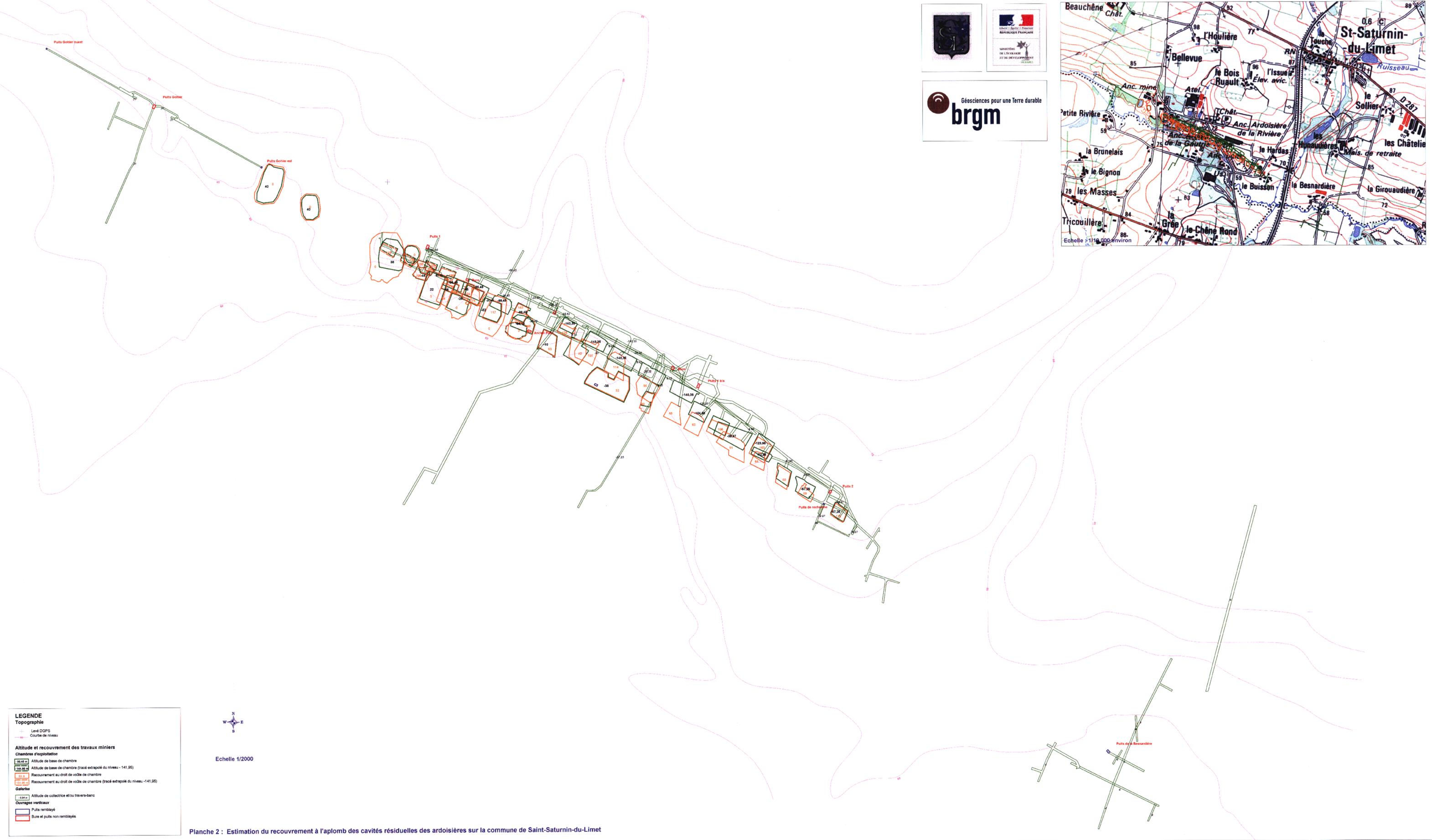
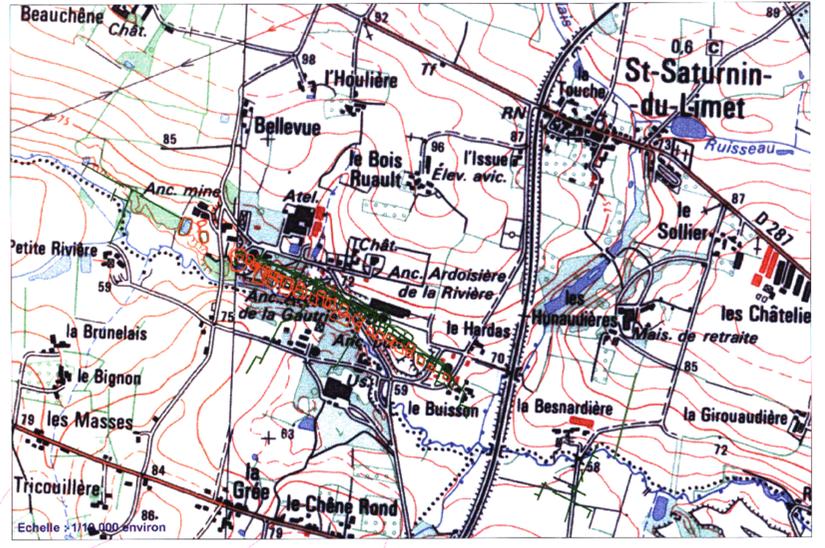
- fort
- moyen
- faible

Echelle 1/2000

Planche 1 : Cartographie des aléas liés aux carrières souterraines d'ardoises sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet



Géosciences pour une Terre durable  
**brgm**



**LEGENDE**

**Topographie**

- Lév. DGPS
- Courbe de niveau

**Altitude et recouvrement des travaux miniers**

**Chambres d'exploitation**

- Altitude de base de chambre
- Altitude de base de chambre (tracé extrapolé du niveau -141,95)
- Recouvrement au droit de voûte de chambre
- Recouvrement au droit de voûte de chambre (tracé extrapolé du niveau -141,95)

**Galerie**

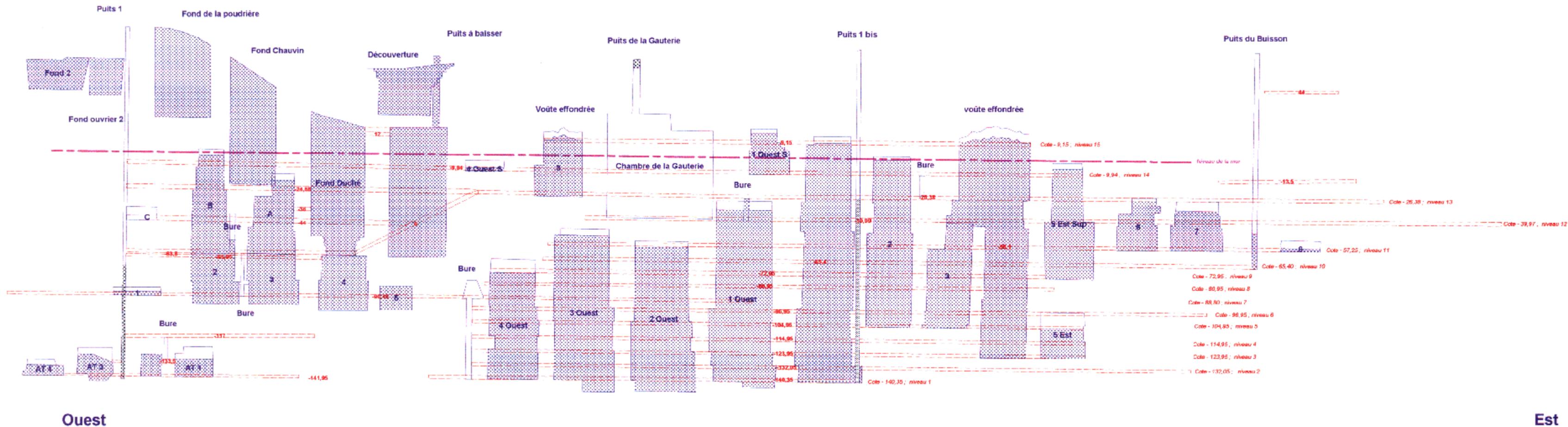
- Altitude de collectrice et/ou travers-banc

**Ouvrages verticaux**

- Puits remblayé
- Bure et puits non remblayés

Echelle 1/2000

Planche 2 : Estimation du recouvrement à l'aplomb des cavités résiduelles des ardoisières sur la commune de Saint-Saturnin-du-Limet



**LEGENDE**

- Cavité comblée
- Vide résiduel
- Altitude 0 de référence
- Collectrice avec indication d'altitude

Echelle 1/2000

Planche 3 : Coupe Est-Ouest des ardoisières de Saint-Saturnin-du-Limet (d'après plan d'archive)