

**Bassin houiller de la Loire
Analyse détaillée des aléas miniers
Bassin de Saint-Etienne
Synthèse**

DIFFUSION :

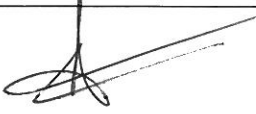
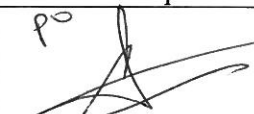

Bruno VAN MAËL

Hafid BAROUDI

DREAL Rhône-Alpes
17 ex. papier (2 Dreal + 14 communes + DDT)
18 DVD (2 Dreal, 14 communes, DDT, Préfecture)
GEODERIS D

Réf : GEODERIS S 2010/79DE - 10RHA2210

Date : 23/11/2010

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

**Bassin houiller de la Loire
Analyse détaillée des aléas miniers
Bassin de Saint-Etienne
Synthèse**

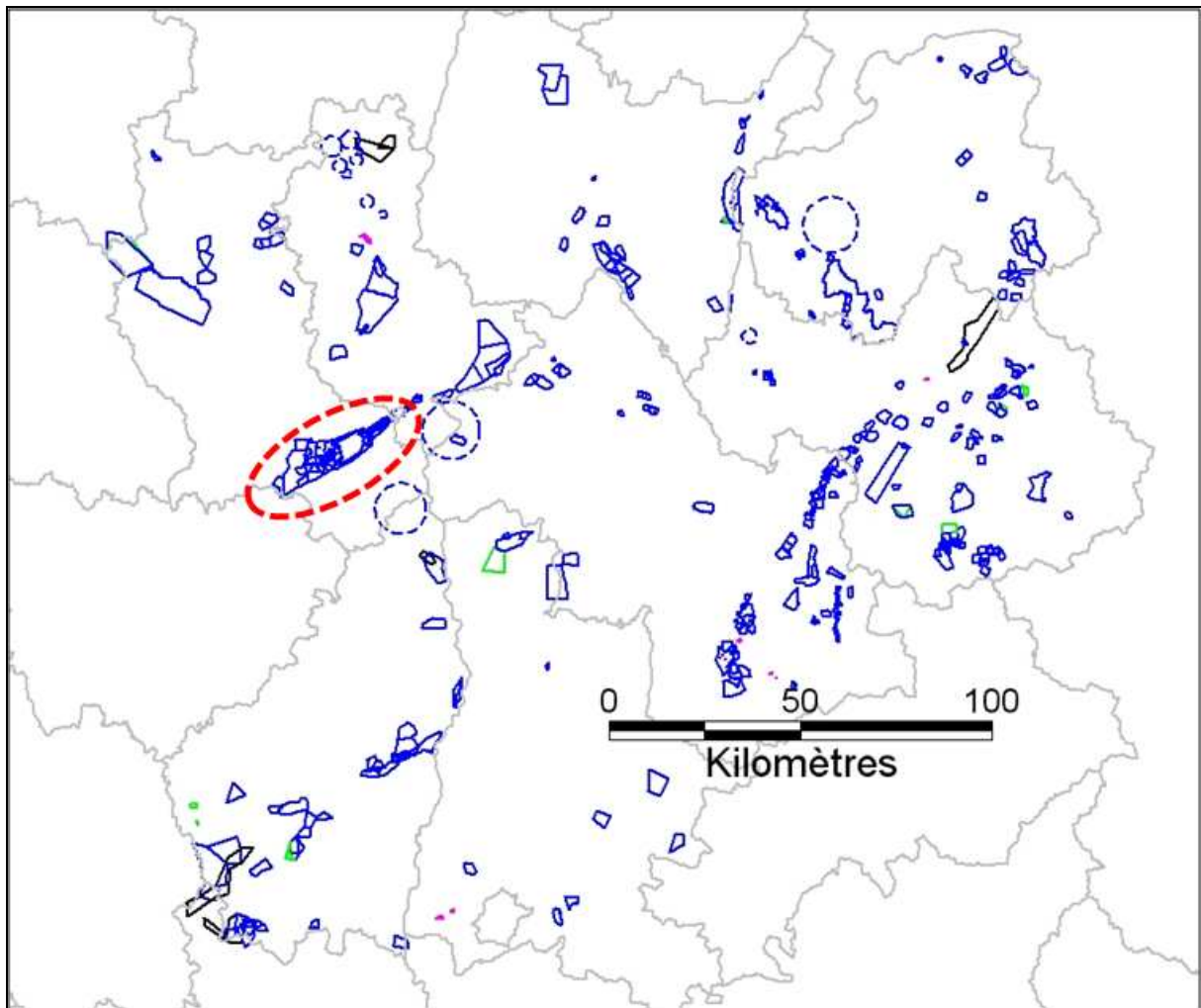
SOMMAIRE

1.	<i>Cadre et objectif</i>	5
2.	<i>Historique - Travaux effectués</i>	15
2.1.	Historique	15
2.2.	Déroulement de l'étude	16
2.3.	Risque et aléa	18
3.	<i>Phase informative</i>	21
3.1.	Géologie/hydrogéologie	21
3.2.	Exploitation minière	28
3.2.1.	Ouvrages débouchant au jour	28
3.2.2.	Ouvrages de dépôts	30
3.2.3.	Exploitations à ciel ouvert	33
3.2.4.	Méthodes d'exploitation	35
3.2.5.	Cas des mines de fer	38
4.	<i>Aleas résiduels</i>	41
4.1.	Incertitude et marges d'affichage	41
4.2.	Nature des aléas résiduels évalués	41
4.2.1.	L'effondrement généralisé – Non retenu	43
4.2.2.	L'effondrement localisé	44
4.2.3.	Le phénomène d'affaissement – Non retenu	49
4.2.4.	Le phénomène de tassement	50
4.2.5.	Les glissements ou mouvements de pente	54
4.2.6.	Le phénomène d'échauffement	57
5.	<i>Conclusions</i>	61

Mots clés : Bassin houiller de la Loire, Secteur Saint Etienne, phase informative, Evaluation détaillée des aléas miniers, synthèse

1. CADRE ET OBJECTIF

Le bassin houiller de la Loire regroupe un peu plus de soixante titres miniers au sein des 434 titres miniers recensés dans la région Rhône Alpes (voir figure 1).



*Figure 1 : Le bassin houiller de la Loire en Rhône-Alpes
(en bleu et noir, titres miniers)*

Il s'étend depuis le barrage de Grangent sur le fleuve Loire à l'Ouest jusqu'en rive gauche du Rhône à l'Est (voir figure 2) et a été le siège de l'extraction d'environ 460 millions de tonnes de charbon. On admet communément qu'un millier de puits et autant de galeries débouchant au jour ont été creusés.

Le gisement de charbon est riche de plusieurs dizaines de couches que l'on trouve en quasi-totalité à l'affleurement et qui ont été exploitées depuis des temps très anciens. Les premiers écrits relatant l'extraction du charbon datent ainsi de 1321, et le premier atlas minier du bassin, mentionnant déjà plusieurs centaines d'ouvrages débouchant au jour (puits, galeries), a été édité en 1813 (atlas Beaunier).

Suite à la loi de nationalisation de 1946, les concessions du bassin ont été attribuées à un seul concessionnaire, les Charbonnages de France, qui ont poursuivi l'exploitation souterraine jusqu'en 1983. L'exploitation à ciel ouvert s'est prolongée quelques années, la fermeture définitive intervenant en 1993. Les Charbonnages de France ont ensuite lancé les procédures d'arrêt des travaux miniers et de renonciation conformément au code minier.

Suite à ces procédures, et conformément à la loi du 30 mars 1999 et au décret du 6 juin 2000, une démarche en vue de l'établissement d'un Plan de Prévention des Risques miniers (PPRM) a été engagée par la DREAL Rhône Alpes.

Une première version d'étude des aléas sur les concessions dites « de l'Ondaine » d'une part (rapport GEODERIS S2006/42DE-06RHA2300), et de « Saint-Etienne Ouest » d'autre part (rapport GEODERIS S2006/84DE-06RHA2201) a été réalisée en 2006. Ces études couvraient dix anciens titres miniers CdF :

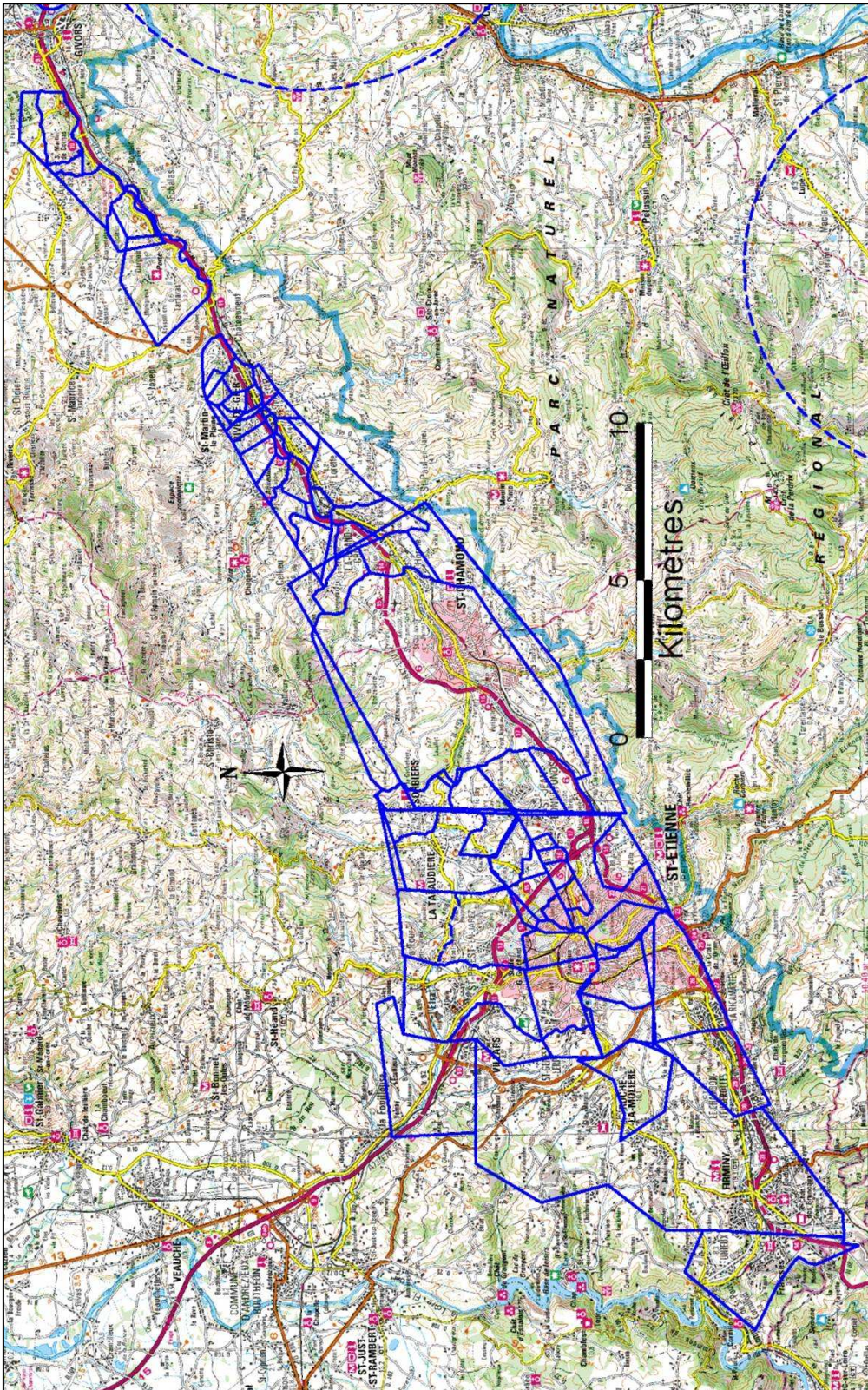
- trois pour l'Ondaine (Roche la Molière et Firminy, la Béraudière, Montrambert),
- sept pour Saint-Etienne Ouest (Cluzel, Quartier Gaillard, Beaubrun, Dourdel et Montsalson, La Porchère, la Chana, Villars).

Suite à ces travaux, la poursuite des études vers l'Est du bassin (17 concessions Charbonnages de France, voir figure 3) a été enclenchée avec le lancement de la phase informative de ces concessions en 2007 puis de l'aléa en 2008.

Dans ce dernier volet, un certain nombre d'éléments complémentaires par rapport aux deux études initiales ont été intégrés. Il a donc été procédé ensuite à l'homogénéisation de l'ensemble des dossiers pour le sous bassin de Saint Etienne (hors vallée du Gier), objet du présent dossier.

Les phases informatives des études d'aléa des concessions de la vallée du Gier, à l'Est de la zone d'étude (jusqu'à Tartaras et Dargoire exclue), ont été enclenchées en 2009, l'évaluation des aléas est prévue courant 2010.

La concession d'Unieux et Fraisses, située à l'extrémité Ouest du bassin (figure 3) a quant à elle fait l'objet d'une étude spécifique remise courant 2010 (rapport GEODERIS S2010/46DE-10RHA2220). Ce rapport est fourni sur support informatique et les éléments cartographiques ont été intégrés à la cartographie par commune pour les communes concernées.



*Figure 2 : Bassin houiller de la Loire
En bleu, contours des titres miniers*

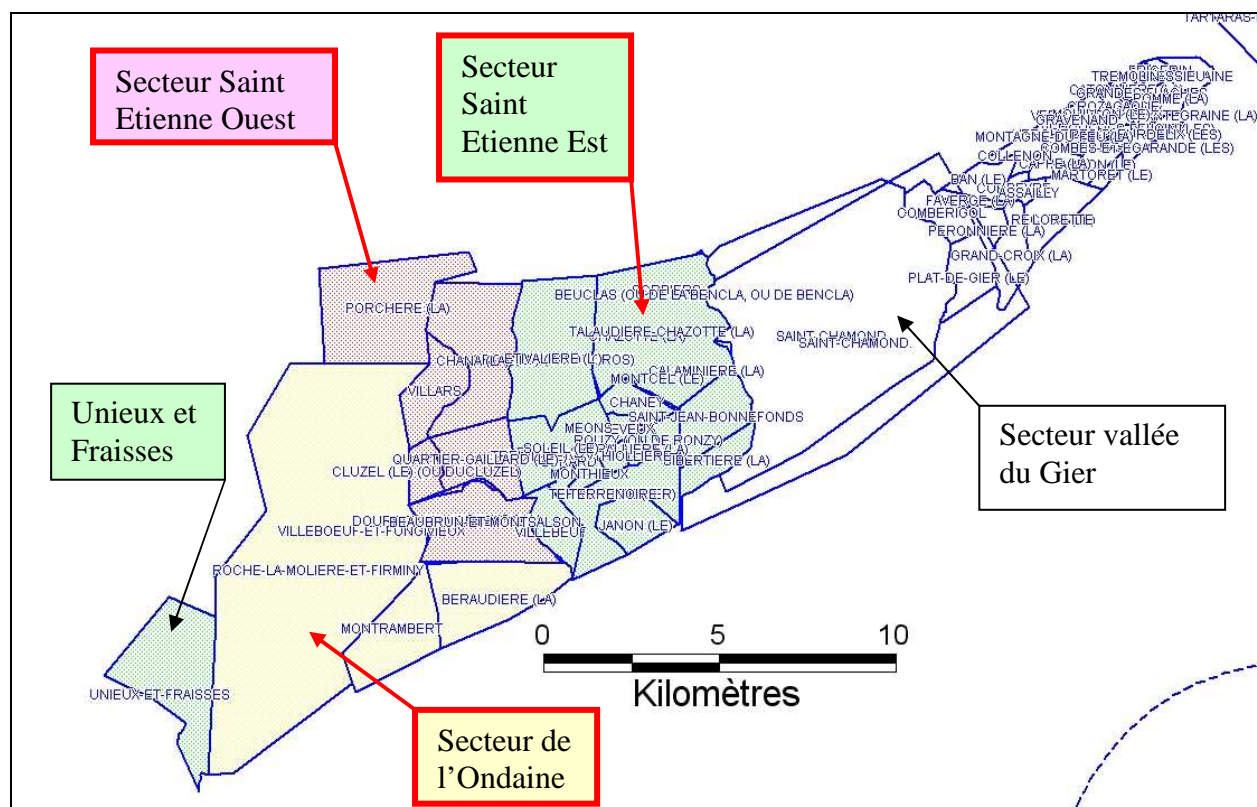


Figure 3 : Les différents secteurs d'études
Secteurs concernés par le présent dossier en contouré rouge

Les titres miniers qui ont servi de base pour l'élaboration du périmètre de l'étude sont les 27 titres de Charbonnages de France surlignés en vert dans le tableau 1.

Concession	Date d'Octroi	Date de péremption	Statut juridique	Substance principale	Tonnage net (en millions de tonnes)
BARALLIERE (LA)	04/11/1824	25/09/2007	Renoncé	Houille	0,5
BEAUBRUN	10/08/1825	31/12/2007	Retiré	Houille	21
BERARD	04/11/1824	20/04/2007	Renoncé	Houille	9,3
BERAUDIERE (LA)	04/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	10
BEUCLAS (OU DE LA BENCLA, OU DE BENCLA)	23/05/1841	16/09/1909	Annulé	Houille	-
CALAMINIERE (LA)	14/05/1849	16/09/1909	Annulé	Houille	-
CHANA (LA)	17/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	10
CHANEY	13/07/1825	31/12/2007	Retiré	Houille	9,3
CHAZOTTE (LA)	13/07/1825	16/09/1909	Annulé	Houille	-
CLUZEL (LE) (OU DUCLUZEL)	17/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	5
COTE-THIOLLIERE	06/11/1825	25/09/2007	Renoncé	Houille	3,4
CROS (LE) (OU DUCROS)	27/10/1824	18/12/2007	Renoncé	Houille	9,9
DOURDEL-ET-MONTSALSON	10/08/1825	31/12/2007	Retiré	Houille	18
JANON (LE)	04/11/1824	20/04/2007	Renoncé	Houille	1
MEONS	04/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	15
MONTCEL (LE)	13/07/1825	16/09/1909	Annulé	Houille	-
MONTHIEUX	06/11/1825	03/09/2007	Renoncé	Houille	4,1
MONTRAMBERT	04/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	38
PORCHERE (LA)	12/05/1825	31/12/2007	Retiré	Houille	0,6
QUARTIER-GAILLARD (LE)	17/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	42
REVEUX	13/07/1825	31/12/2007	Retiré	Houille	1,8
ROCHE (LA)	04/11/1824	18/12/2007	Renoncé	Houille	8
ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY	11/06/1767	31/12/2007	Retiré	Houille	95
ROUZY (OU DE RONZY)	04/11/1824	25/09/2007	Renoncé	Houille	0,3
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	23/05/1841	25/09/2007	Renoncé	Houille	0,6
SIBERTIERE (LA)	23/05/1841	25/09/2007	Renoncé	Houille	0,2
SORBIERS	13/07/1825	16/09/1909	Annulé	Houille	-
TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA)	16/09/1909	31/12/2007	Retiré	Houille	16,8
TERRENOIRE	04/11/1824	22/11/2006	Renoncé	Houille	13,9
TREUIL (LE)	04/11/1824	18/12/2007	Renoncé	Houille	21
VILLARS	17/11/1824	31/12/2007	Retiré	Houille	11
VILLEBOEUF	04/11/1824	03/09/2007	Renoncé	Houille	3,8
BEAUBRUN-ET-MONTSALSON	19/12/1827	12/03/1893	Renoncé	Fer	-
ETIVALIERE (L)	28/02/1831	27/12/1922	Renoncé	Fer	-
SOLEIL (LE)	28/02/1831	12/05/1893	Renoncé	Fer	-
TERRENOIRE (FER)	25/04/1828	12/05/1893	Renoncé	Fer	-
VILLEBOEUF-ET-FONGIVIEUX	13/12/1829	02/08/1912	Renoncé	Fer	-
Titres Charbonnages de France				Total	369,5

Tableau 1 : Titres miniers concernés par le présent dossier

Les titres houille de Montcel, la Chazotte, Sorbiers, la Calaminière et Beuclas ont été fusionnés en 1909 pour créer la concession de la Talaudière Chazotte. Les titres pour le fer ont été intégrés dans l'étude (titres individualisés sur la figure 4).

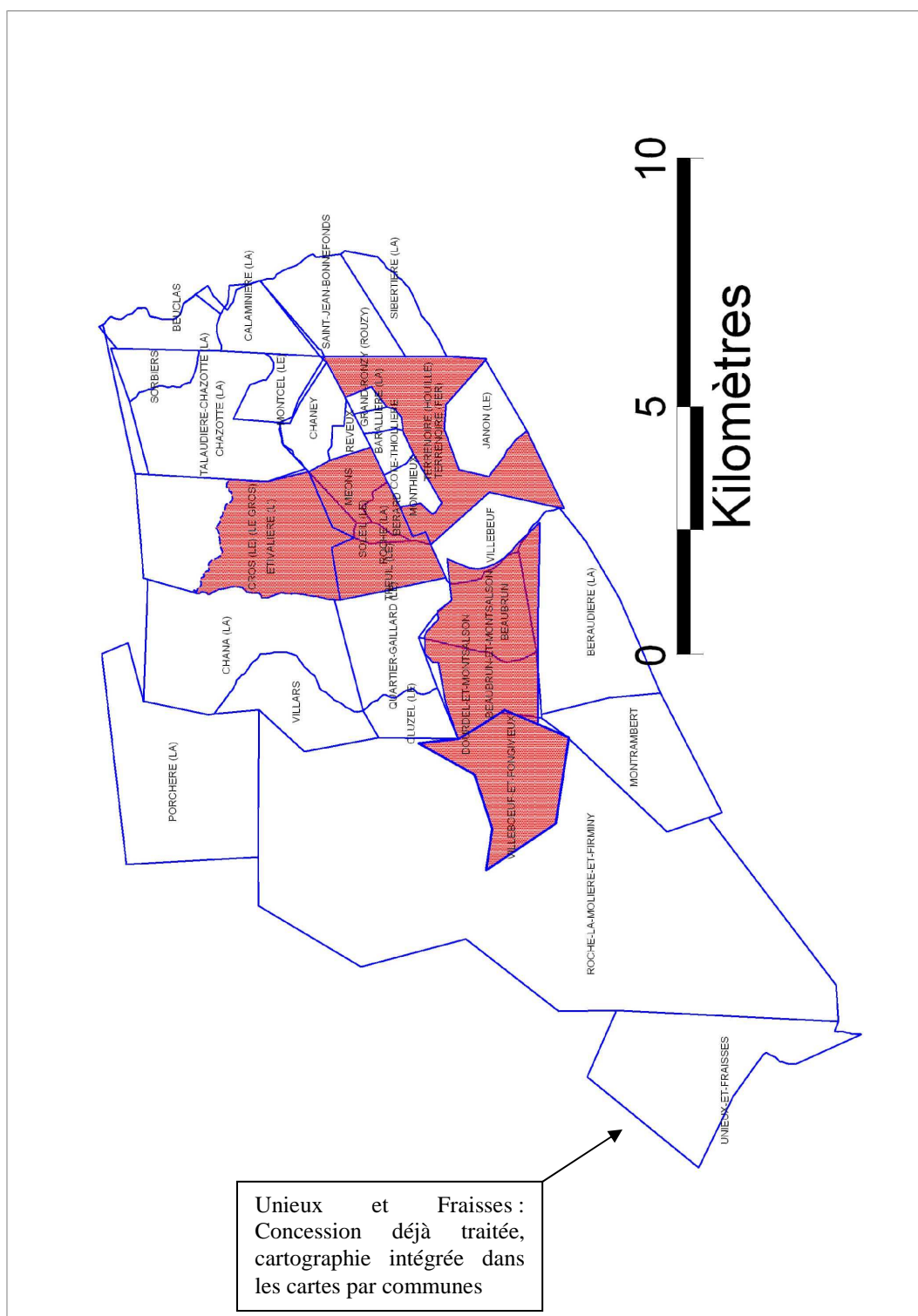


Figure 4 : Concessions étudiées - en rouge titres fer (5 titres)

Les communes concernées par les titres miniers étudiés sont au nombre de 18 (voir tableau 2 et figure 5).

Communes	Titres miniers (concessions)	Commune concernée par les travaux miniers	Remarques
FIRMINY	ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY, (<i>Unieux et Fraisses</i>)	oui	commune tangente par l'aléa lié aux travaux de la concession d'Unieux et Fraisses
FRAISSES	ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY, (<i>Unieux et Fraisses</i>)	oui	travaux liés essentiellement à la concession d'Unieux et Fraisses
LA FOUILLOUSE	PORCHERE (LA)	oui	1 seul puits isolé
LA RICAMARIE	DOURDEL-ET-MONTSALSON, BERAUDIERE (LA), MONTRAMBERT	oui	
LA TALAUDIERE	SORBIERS,CALAMINIERE (LA),CHAZOTTE (LA),MONTCEL (LE),CHANEY,REVEUX,CROS (LE) (OU DUCROS),TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA),ETIVALIERE (L)	oui	
LA TOUR-EN-JAREZ	CROS (LE) (OU DUCROS), CHANA (LA), ETIVALIERE (L)	non	
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	MONTRAMBERT,ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY	oui	
L'ETRAT	CROS (LE) (OU DUCROS),CHANA (LA),PORCHERE (LA),ETIVALIERE (L)	non	
ROCHE-LA-MOLIERE	VILLEBOEUF-ET-FONGIVIEUX, DOURDEL-ET-MONTSALSON, BERAUDIERE (LA), MONTRAMBERT, ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY, BEAUBRUN-ET-MONTSALSON	oui	
SAINT-CHAMOND	BEUCLAS (OU DE LA BENCLA, OU DE BENCLA),CALAMINIERE (LA),SAINT-JEAN-BONNEFONDS,SIBERTIERE (LA),TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA)	oui	Concernée à la marge par ce périmètre, essentiel des travaux liés à la vallée du GIER
SAINT-ETIENNE	CHAZOTTE (LA),CHANEY,REVEUX,SIBERTIERE (LA),COTE-THIOLLIERE,MONTHIEUX,JANON (LE),TERRENOIRE (FER),CROS (LE) (OU DUCROS),MEONS,BERARD,ROCHE (LA),TREUIL (LE),VILLEBOEUF,CLUZEL (LE) (OU DUCLUZEL),QUARTIER-GAILLARD (LE),BEAUBRUN,DOURDEL-ET-MONTSALSON,CHANA (LA),VILLARS,BERAUDIERE (LA),ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY,BEAUBRUN-ET-MONTSALSON,TERRENOIRE,TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA),SOLEIL (LE),ETIVALIERE (L)	oui	
SAINT-GENEST-LERPT	VILLEBOEUF-ET-FONGIVIEUX,CLUZEL (LE) (OU DUCLUZEL),QUARTIER-GAILLARD (LE),DOURDEL-ET-MONTSALSON,CHANA (LA),VILLARS,PORCHERE (LA),ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY,BEAUBRUN-ET-MONTSALSON	oui	
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	BEUCLAS (OU DE LA BENCLA, OU DE BENCLA),CALAMINIERE (LA),CHAZOTTE (LA),MONTCEL (LE),CHANEY,REVEUX,SAINT-JEAN-BONNEFONDS,SIBERTIERE (LA),ROUZY (OU DE RONZY),BARALLIERE (LA),COTE-THIOLLIERE,TERRENOIRE (FER),MEONS,TERRENOIRE,TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA),SOLEIL (LE)	oui	
SAINT-JUST-SAINT-RAMBERT	ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY	non	
SAINT-PRIEST-EN-JAREZ	CROS (LE) (OU DUCROS),CHANA (LA),VILLARS,PORCHERE (LA),ETIVALIERE (L),	oui	
SORBIERS	SORBIERS,BEUCLAS (OU DE LA BENCLA, OU DE BENCLA),CALAMINIERE (LA),CHAZOTTE (LA),TALAUDIERE-CHAZOTTE (LA),	oui	
UNIEUX	ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY, (<i>Unieux et Fraisses</i>)	oui	Présence de travaux liés aux deux titres
VILLARS	QUARTIER-GAILLARD (LE),CHANA (LA),VILLARS,PORCHERE (LA),ROCHE-LA-MOLIERE-ET-FIRMINY	oui	

Tableau 2 : Communes concernées par les titres étudiés

On notera que pour FIRMINY, FRAISSES et UNIEUX, les cartes d'aléa par commune ont été complétées par les données relatives à l'étude spécifique au titre Unieux et Fraisses, (rapport GEODERIS S2010/46DE-10RHA2220).

Deux communes concernées par les travaux miniers ne font pas l'objet d'une cartographie spécifique dans le cadre de la présente étude :

- la commune de Saint-Paul-en-Cornillon, uniquement concernée et à la marge par les travaux miniers de la concession d'Unieux et Fraisses,
- la commune de Sainte Ferréol-d'Auroure, concernées à la marge par les travaux miniers de la concession Unieux et Fraisses et située en région auvergne.

Par ailleurs, la commune de SAINT-CHAMOND, concernée à la marge par les travaux du bassin stéphanois, est par contre affectée largement par les travaux de la vallée du GIER : les éléments informatifs et d'aléas concernant cette commune seront transmis à l'occasion de la remise de l'étude concernant la vallée du GIER.

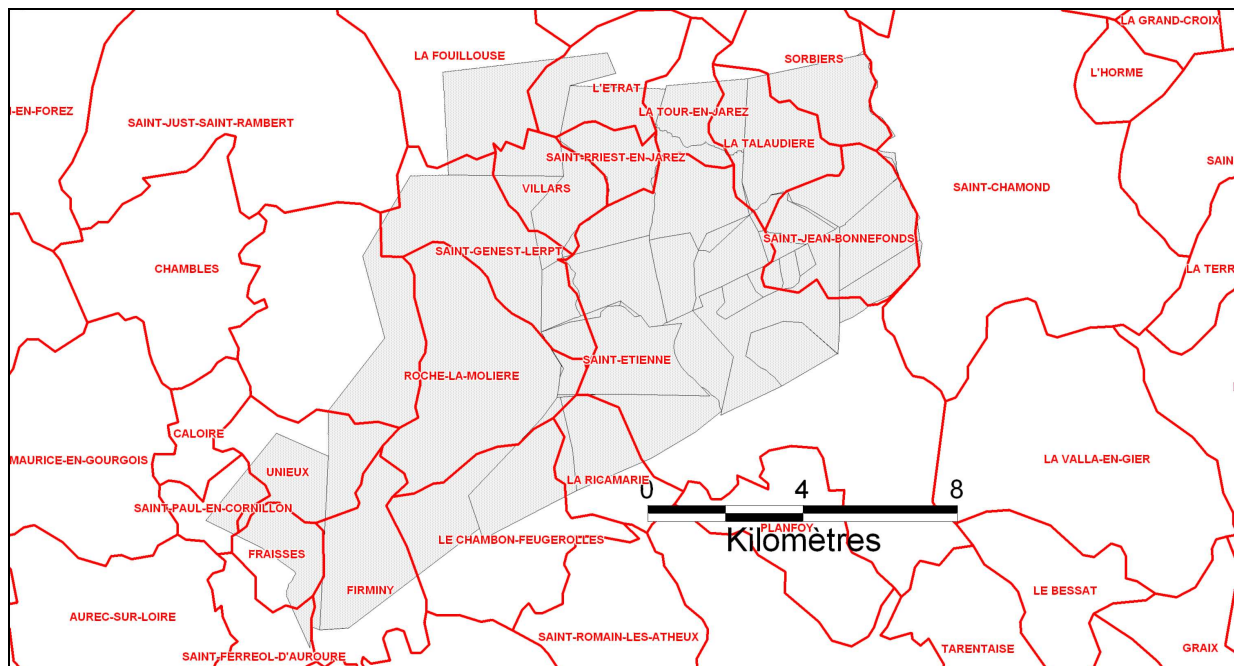


Figure 5 : Superposition des titres étudiés et des périmètres des communes

Pour le périmètre des communes concernées, **l'objectif de l'étude** est de :

- déterminer l'existence, la nature et le niveau des aléas résiduels après l'arrêt de l'exploitation,
- délimiter les zones concernées par ces aléas.

Les données acquises devront permettre la décision de la pertinence de la mise en œuvre d'un PPRM (Plan de Prévention des Risques Miniers), de définir le cas échéant le périmètre d'instruction et d'établir les cartes réglementaires prescrivant les restrictions d'urbanisme et les modalités de construction.

Elles permettent également d'identifier, à partir des fonds topographiques utilisés les zones à risques potentiels : présence d'aléas significatifs au droit des enjeux existants (habitations, voiries...).

La présente note a pour objectif de présenter le contexte de la réalisation de cette étude et d'en rappeler l'essentiel.

2. HISTORIQUE – TRAVAUX EFFECTUES

2.1. HISTORIQUE

L'histoire de l'exploitation minière à Saint-Etienne justifierait à elle seule un ouvrage et nous ne ferons ici qu'en présenter une trame succincte par le biais de quelques évènements clefs.

Le début de l'extraction du charbon sur le bassin est acté en 1321 entre le Sieur Giraud et le seigneur de Roche-la-Molière. L'exploitation, favorisée par la présence de nombreux affleurements, s'opère alors sur les couches affleurantes, par grattages superficiels, courtes galeries (les problèmes d'aérage et d'exhaure limitant l'extension des travaux) et puits peu profonds. Les exploitations, réalisées par de petits propriétaires privés, sont alors disséminées et réalisées sans plan.

Le charbon est au départ utilisé essentiellement sur place pour le chauffage domestique et la forge des métaux, le bois n'étant plus une ressource suffisante. Le reste sera ensuite acheminé à dos de mulet jusqu'à la Loire (embarcadère de Saint-Just-Saint-Rambert) par laquelle il arrive jusqu'à Paris via le canal de Briare.

L'exploitation s'intensifie au gré des progrès techniques (manèges à chevaux, pompes).

On assiste en parallèle au regroupement des exploitations en compagnies plus importantes.

En 1730 les premiers plans de mine sont dressés. En 1744, l'exploitation du sous-sol est interdite aux petits propriétaires afin d'éviter l'exploitation anarchique du gisement, ce qui ouvre l'ère des grandes compagnies. Louis XV décide que l'état est seul propriétaire du sous sol et le roi habilité à accorder des concessions. Une première réglementation est associée à ce texte et des garanties financières exigées.

En 1782, 45 mines privées sont dénombrées sur le bassin stéphanois.

L'exploitation s'intensifie avec l'avènement de la machine à vapeur.

Après la parenthèse de la révolution, pendant laquelle les propriétaires du sol sont autorisés à exploiter jusqu'à 33 m de profondeur, entraînant une mauvaise gestion des ressources, il faudra attendre 1810 pour le retour des concessions.

En 1813, le premier atlas du bassin est réalisé par M. Beaunier. Le nombre de compagnies se restreint (5 en 1854). L'essentiel des concessions est attribué à partir de 1820.

La production augmente avec l'arrivée du marteau piqueur au fond (1907), et le record de production est atteint en 1918 (5 millions de tonnes pour l'ensemble du bassin).

La production se maintient à un niveau élevé jusqu'en 1945 (3,6 millions de tonnes par an en moyenne). Les progrès techniques et innovations se succèdent : mise en place de couloirs oscillants pour accélérer l'évacuation des produits, mise en service de locomotives diesel au fond, premiers convoyeurs à bande (1930), essais de foudroyage (1931)...

Les bombardements de 1944 affectent significativement les installations de surface, et en 1946 les mines sont réquisitionnées par la loi de nationalisation au profit des Houillères (loi n°46-1072 du JO du 18 mai 1946).

L'exploitation s'organise alors en 4 groupes (Firminy, Ricamarie, Ouest et Est). En 1950 les exploitations de la vallée du Gier s'arrêtent et dès 1956 on commence à parler de récession ; on remplace les 4 groupes par 7 exploitations (la Varenne, Roche-la-Molière, Montrambert, La Béraudière, Couriot, Verpillieux et la Talaudière).

L'optimisation de la production se poursuit, avec la réalisation d'une grande campagne de reconnaissance lancée en 1956 (53 km de sondages), la mise au point de nouvelles techniques (soutirage à Verpillieux en 1964) et la mise en service de nouvelles machines (Alpine -miner, machine de traçage en 1968). De grandes infrastructures reliant les principaux puits sont réalisées, les déplacements sont facilités au fond (transporteur Scharf, Télémine), les progrès technique se poursuivent. La production se concentre au puits Pigeot.

Le déclin de la production est déjà amorcé ; les premiers reclassements sont lancés en 1967. En 1968 sont créées à Saint-Etienne les Houillères du Bassin Centre Midi (HBCM) qui regroupent les différentes houillères du Sud de la France, dont les Houillères de la Loire.

L'exploitation des découvertes est lancée à Roche-la-Molière en 1970, tandis que le déclin de l'exploitation fond se poursuit. L'arrêt du fond, initialement prévu en 1974, est effectif en 1983, tandis que l'exploitation à ciel ouvert cesse quant à elle en 1993, mettant fin à une histoire de plus de 500 ans.

2.2. DEROULEMENT DE L'ETUDE

Les données de base de cette étude, conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers (rapport INERIS DRS-06-51198/R01), sont essentiellement issues des dossiers d'arrêt de travaux ou de renonciation déposés par Charbonnages de France.

En particulier, les panneaux exploités, les données de localisation des ouvrages débouchant au jour, des terrils et dépôts de surface, ont été convertis directement depuis les fichiers AUTOCAD issus des dossiers Charbonnages.

Quelques visites de sites ont été effectuées afin de réaliser un état des lieux non exhaustif des travaux de mise en sécurité et de visualiser les principaux dépôts de surface.

Les données ont été complétées par :

- l'intégration de documents CdF postérieurs aux dépôts de dossiers d'arrêt ou de renonciation :
 - o inventaire des puits, galeries et fendues de Saint Etienne, transmis au préfet de la Loire en 2007,
 - o études hydrogéologiques complémentaires (notices descriptives et fonctionnement des émergences minières) réalisées par le bureau d'études CESAME (2007),

- la prise en compte du rapport de l'INERIS réalisé en 2007 pour GEODERIS et relatif à l'inventaire et l'analyse des risques résiduels liés aux dépôts houillers de Saint-Etienne,
- la numérisation de l'atlas Beaunier, (voir extrait figure 6) relatif aux travaux antérieurs à 1813. Cet atlas comportait les plans des travaux anciens (avec déjà plusieurs centaines d'ouvrages débouchant au jour) dont l'intégration dans les atlas miniers ultérieurs et donc au final par les Charbonnages de France n'avait pas été vérifiée jusque là,
- des recherches aux archives de CdF déposées au Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM concernant :
 1. les principales galeries d'infrastructure dont les cotes et l'inventaire par CdF n'étaient pas exhaustifs, en particulier à faible profondeur,
 2. la vérification des zones potentielles d'exploitations partielles (type chambres et piliers) à l'échelle du bassin stéphanois,
- des recherches aux Archives Départementales de la Loire,
- l'intégration des désordres sur lesquels GEODERIS est intervenu (ADAPEI, Mac Donald...),
- Des recherches spécifiques relatives aux concessions fer qui n'ont pas été intégrées dans les dossiers CdF,
- L'intégration des résultats d'une campagne test de sondages programmée par GEODERIS sur un quartier de Roche-la-Molière (rapport INERIS DRS-09-107505-15601A fourni sur support informatique). Ce sont les plans d'exploitation calés lors de cette campagne qui ont amené des doutes sur le recensement des exploitations partielles et justifié les recherches complémentaires effectuées courant 2010.

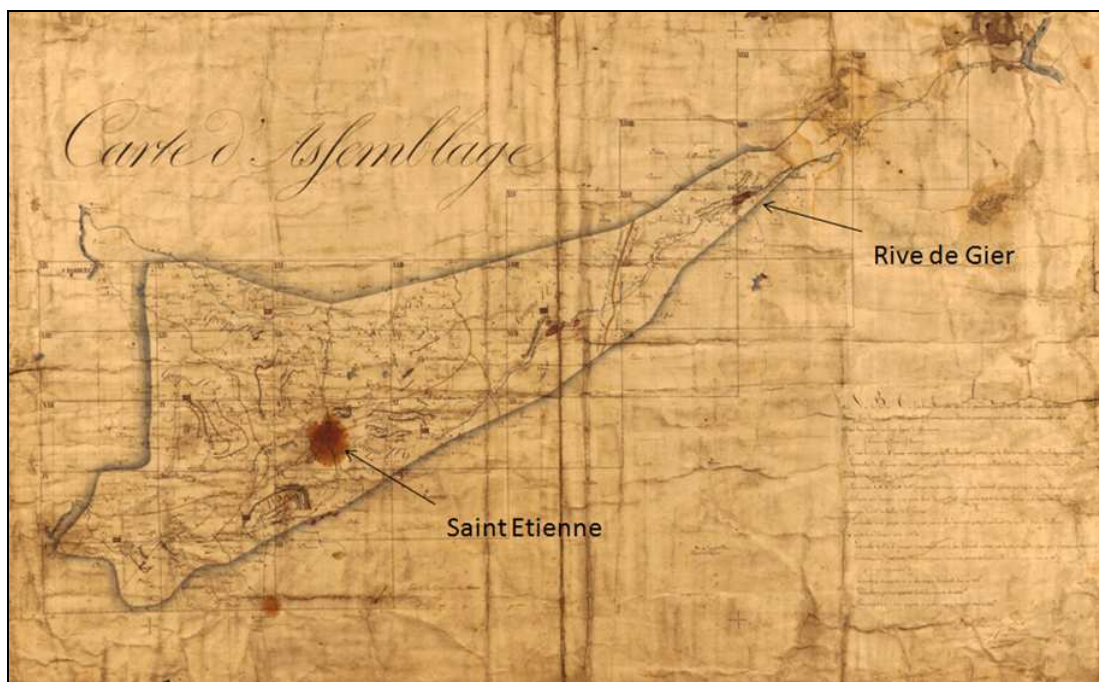


Figure 6 : Extrait de l'atlas Beaunier (1813) - Carte d'assemblage

On se reportera pour plus de détail à la Bibliographie du rapport INERIS DRS-09-107578-15507A fourni sur support informatique ou en papier en annexe A suivant destinataire.

Ces recherches avaient pour objectif de compléter la phase informative, première étape dans la réalisation d'une étude d'aléas, classiquement structurée en deux volets :

1. **Une phase informative**, présentant la synthèse des données minières, le repositionnement des travaux dans leur environnement et les éléments utiles et nécessaires à l'évaluation des aléas résiduels (géologie, hydrogéologie, indices de désordres...). Le produit de cette phase est une carte informative, positionnant les différents éléments sur support cartographique (ici orthophotoplan).
2. **Une phase d'évaluation et de cartographie de l'aléa**. Sur la base des données acquises lors de la phase informative, les différents phénomènes potentiellement envisageables compte tenu de la nature des travaux sont étudiés et évalués à la lumière des paramètres spécifiques au site. Enfin, l'enveloppe des zones affectées par les différents aléas est reportée sur fond cartographique.

Dans le cas présent, les études ont été réalisées d'abord par groupe de concessions. Le détail des phases informatives est consultable sur support informatique pour les 3 secteurs Ondaine (2004), Saint-Etienne Ouest (2004) et Saint-Etienne Est (2007). La synthèse après compléments de l'ensemble des trois secteurs se trouve quant à elle dans le rapport INERIS DRS-09-107578-15507A (2009).

Enfin, les derniers compléments réalisés en 2010 et relatifs aux exploitations partielles sont présentés dans le rapport INERIS DRS-10-111845-11869A fourni sur support informatique (et/ou papier en annexe A).

2.3. RISQUE ET ALEA

L'aléa est un concept spécifique qui correspond à l'éventualité qu'un phénomène se produise sur un site donné en atteignant une intensité ou une gravité qualifiable ou quantifiable. Dans le domaine du risque minier comme celui du risque naturel, l'aléa résulte du croisement de l'intensité d'un phénomène redouté et de l'éventualité de sa survenance. La figure 7 présente la grille de croisement issue du guide méthodologique INERIS-DRS-06-51198/R01 (rapport téléchargeable sur le site internet de l'INERIS).

Prédisposition	Très peu sensible	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Intensité				
Très limitée				
Limitée				
Modérée				
Elevée				

Figure 7 : Grille d'évaluation du niveau d'aléa (Source : INERIS-DRS-06-51198/R01)

L'aléa est hiérarchisé en l'appliquant à différentes configurations. Les termes « aléa fort » ou « aléa très fort » signifient que les zones concernées sont plus prédisposées à l'apparition de dégradations en surface que les zones « d'aléa moyen » ou « d'aléa faible » ou que les phénomènes susceptibles de se produire dans cette zone sont d'un niveau plus élevé.

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

Dans la suite de cette synthèse, nous présenterons de manière sommaire les principaux éléments informatifs ainsi que les aléas étudiés.

Pour plus de détail on se reportera au rapport INERIS DRS-09-107578-15507A en annexe A (ou support informatique suivant destinataires).

3. PHASE INFORMATIVE

Les cartes informatives au 1/10 000^{ème} ou 1/5 000^{ème} sont consultables en annexe B (cartes générales ou par commune suivant les destinataires). Elles sont également fournies dans leur intégralité (cartes d'ensemble et par commune) sur support informatique au format JPEG.

NB : Les aspects émission de gaz de mine et environnement ont fait l'objet d'un recueil informatif mais pas d'évaluation de l'aléa pour des raisons méthodologiques. On pourra se reporter aux rapports de phase informative sur support informatique pour plus de détails, mais nous n'y reviendrons pas ici.

3.1. GEOLOGIE/HYDROGEOLOGIE

Les concessions étudiées, situées dans l'environnement de l'agglomération stéphanoise totalisent une surface de 136 km² et s'inscrivent dans la grande dépression houillère du bassin de la Loire, coincée entre les reliefs du massif du Pilat au Sud et les Monts du Lyonnais au Nord (figure 8)

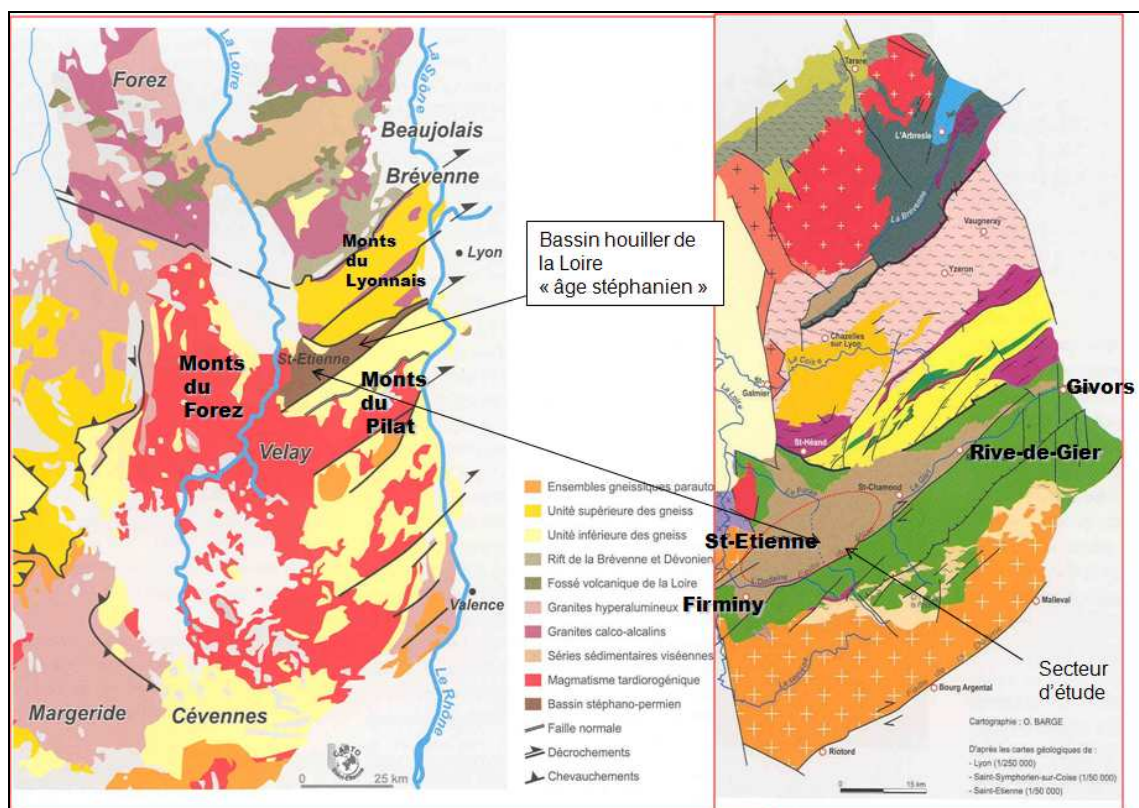


Figure 8 : Contexte géologique

Les terrains stéphaniens, constitutifs du gisement, sont constitués d'alternances de poudingues, schistes, gres et grès, dans lesquelles s'insèrent les couches de charbon. Sur Saint-Etienne, on compte 30 à 40 couches de charbon (voir figure 9) presque toutes présentes à l'affleurement, pour une puissance cumulée de 60 à 80 m. Chaque couche a une puissance de 2 à 7 m, localement 15.

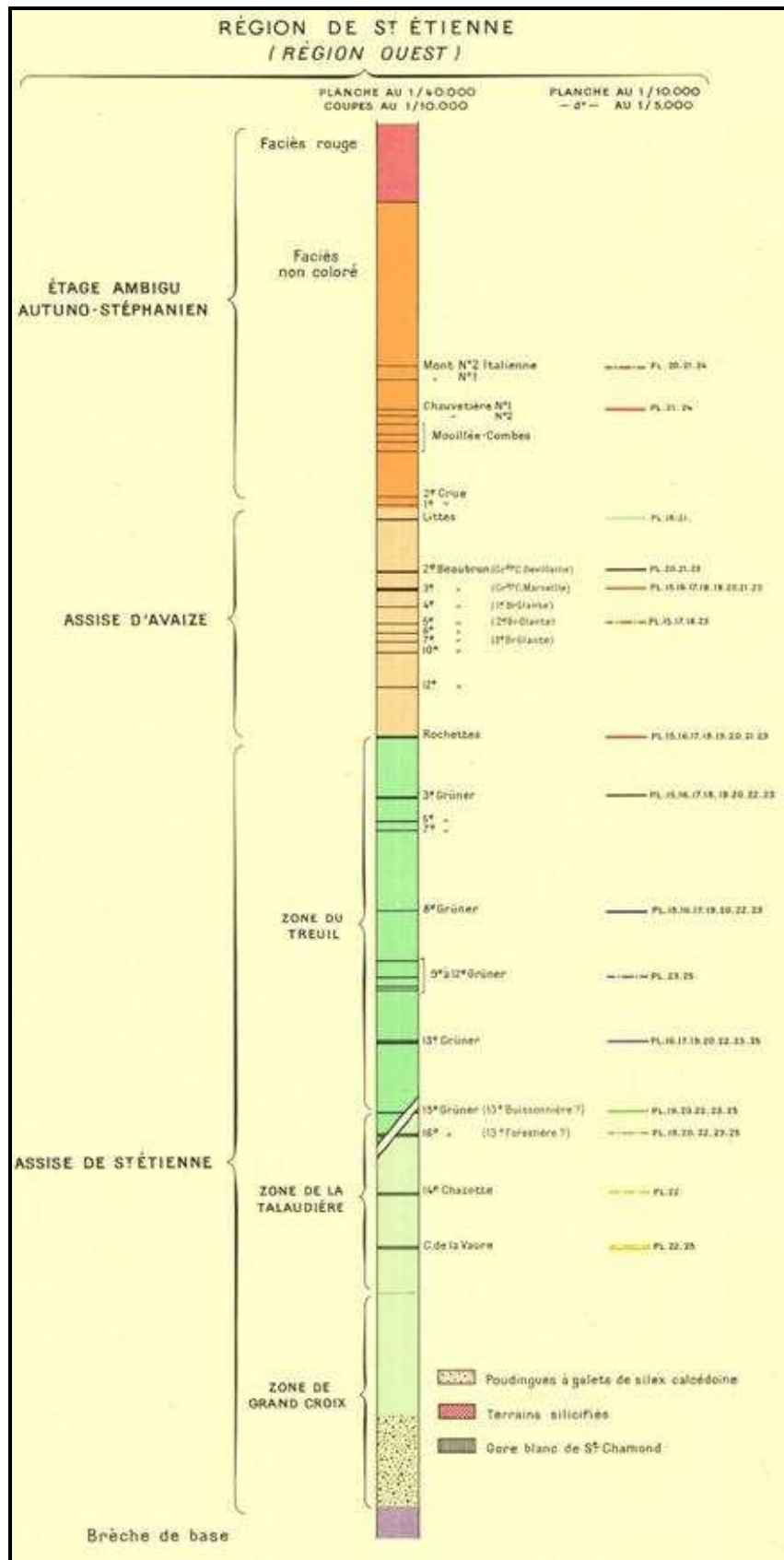


Figure 9 : Coupe stratigraphique générale du bassin au voisinage de Saint-Etienne

Les dépôts se présentent sous forme d'un synclinal dissymétrique d'axe SW-NE à flanc redressé et compartimenté en blocs parallélépipédiques (voir figure 10) par un réseau de grandes fractures longitudinales et transversales.

La bordure Sud du bassin est caractérisée par un laminage et un redressement des couches le long de la faille du Pilat.

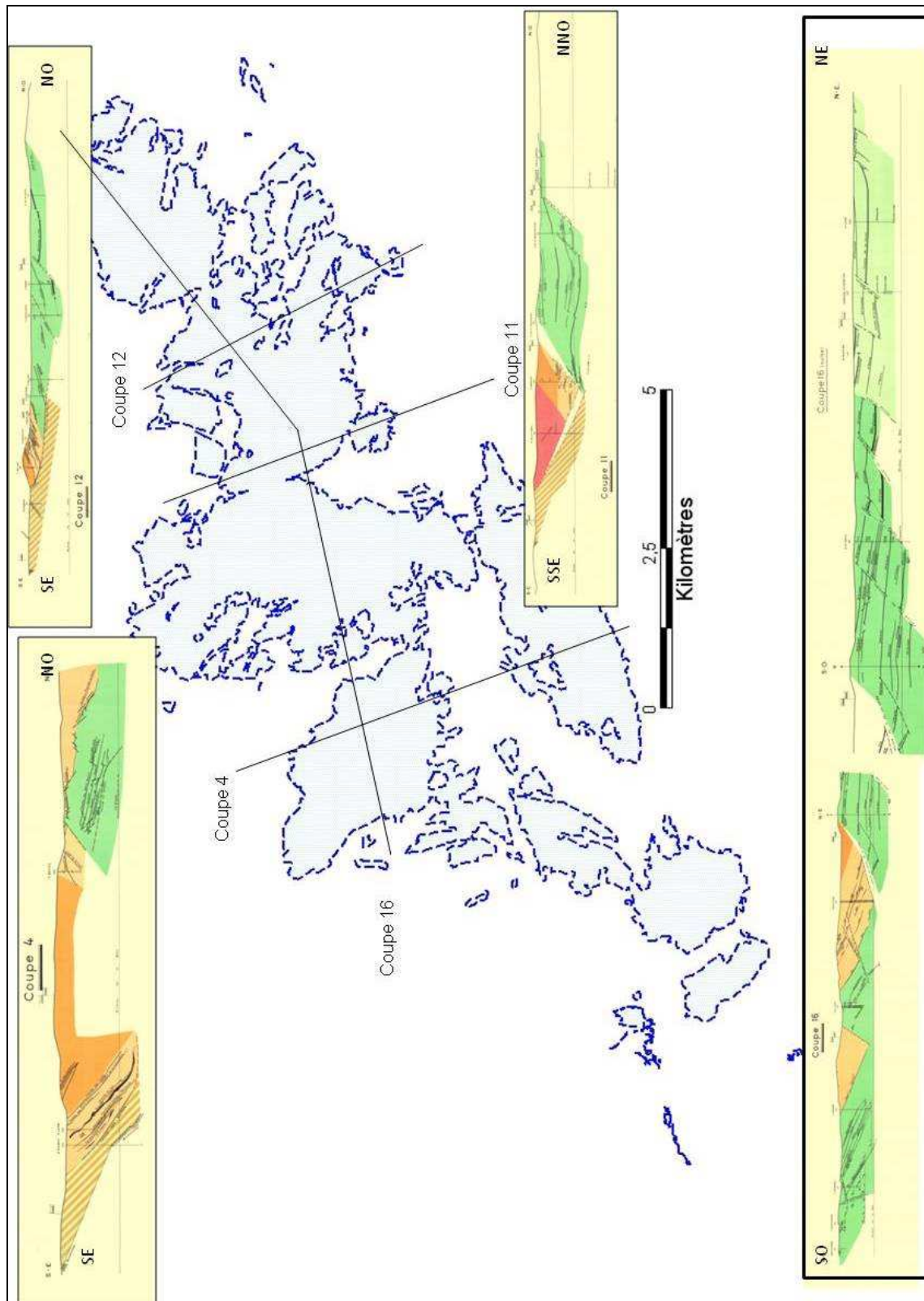


Figure 10 : Coupes géologiques du bassin (extraites de l'atlas De Maistre)

Le contexte hydrogéologique général du secteur se caractérise par des formations considérées comme naturellement imperméables. Quelques aquifères de milieu poreux peuvent malgré tout se retrouver dans les horizons superficiels d'altération et dans les matériaux de remplissage des vallées, et quelques écoulements à faible débit peuvent être rencontrés en liaison avec le réseau de fracturation.

Les travaux miniers souterrains génèrent de nombreux vides et fractures, qui créent un aquifère propre à la mine, plus ou moins compartimenté en fonction de l'exploitation. Ces aquifères, essentiellement alimentés par l'infiltration de l'impluvium à l'aplomb des travaux, sont stabilisés par des émergences minières débouchant généralement dans les points bas topographiques situés à l'aplomb des travaux miniers (voir schéma de la figure 11).

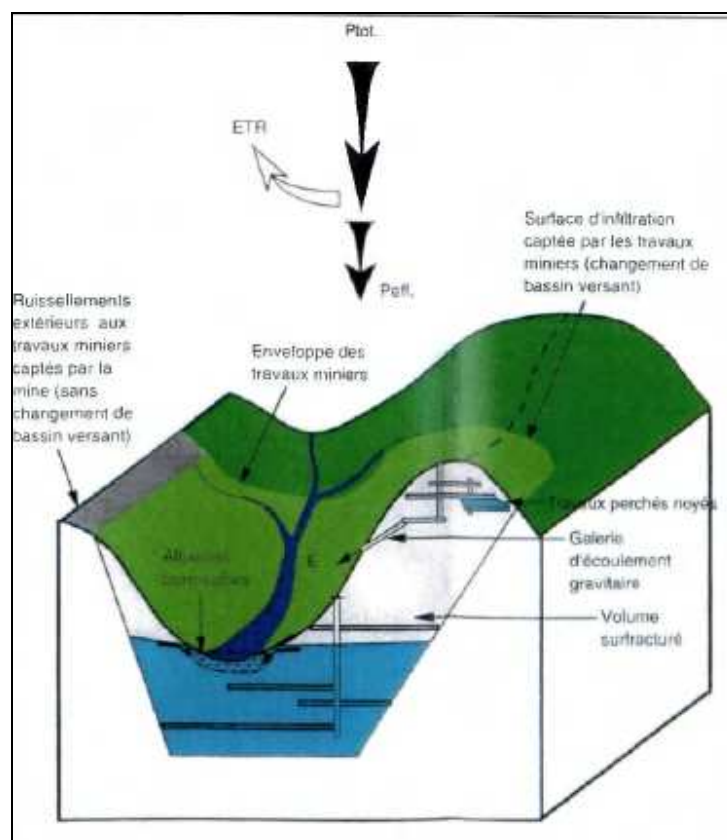


Figure 11 : Schéma hydrogéologique de principe (d'après CESAME, 2003)

Des « unités hydrogéologiques » indépendantes sont ainsi associées aux principaux ensembles de travaux. Au total, il est ainsi fait mention de 15 unités hydrogéologiques principales sur le territoire étudié et d'une vingtaine de petits panneaux de petite taille isolés.

Les figures 12 et 13 permettent de visualiser les différentes unités hydrogéologiques (ou réservoirs miniers) qui ont chacune leur propre niveau statique de base (cote de stabilisation fonction de la cote de l'émergence).

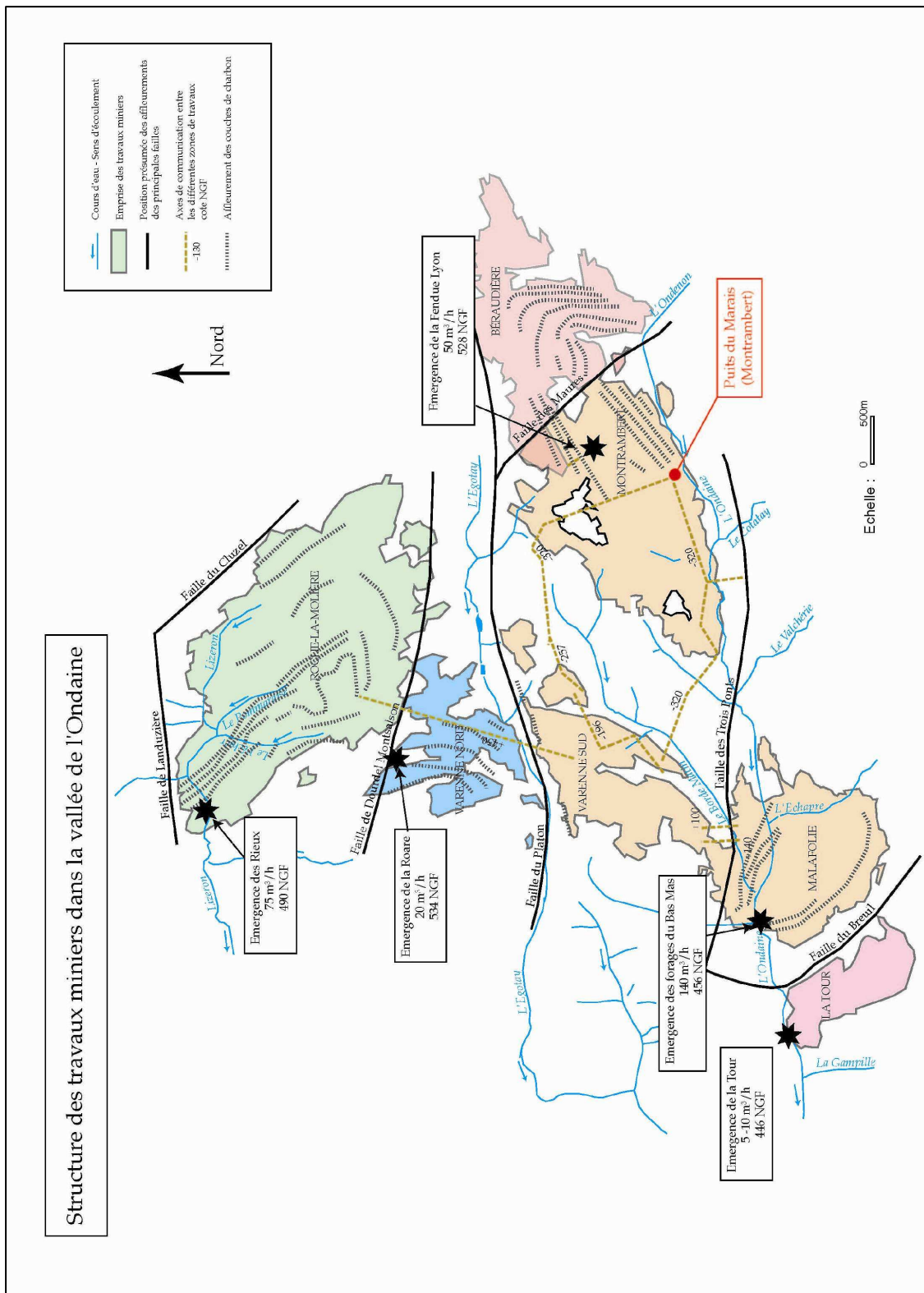


Figure 13 : Compartimentations des réservoirs miniers (secteur Ondaine)
Source CESAME

Les émergences se répartissent entre les bassins versants de l'Ondaine au Sud, du Gier au Nord et du Furan à l'Ouest. L'impact quantitatif peut être important pour les petits affluents ou à l'étiage sur l'Ondaine et le Gier (bassins versants réduit). On se reportera à l'étude INERIS pour plus de détails. Qualitativement, les eaux issues des travaux miniers se caractérisent par une minéralisation élevée (1.5 à 4 g/l de minéralisation), la présence de sulfates, fer et manganèse essentiellement, ainsi que des traces d'arsenic. Là encore, on se reportera aux études pour plus de détails.

3.2. EXPLOITATION MINIERE

3.2.1. OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

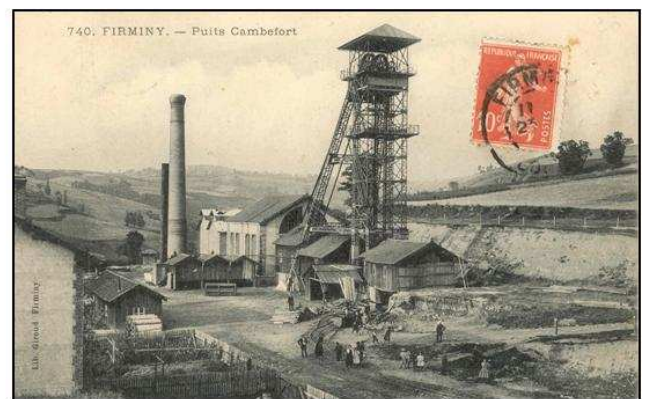
Compte tenu de la présence à l'affleurement de la majorité des couches, l'exploitation par galeries débouchant au jour a été largement mise en œuvre. On recense ainsi sur le territoire d'étude environ 950 galeries débouchant au jour. Toutes les galeries ont historiquement fait l'objet de fermeture par diverses méthodes : effondrement de la tête, remblayage, mise en place de murs... Pour les plus récentes des bouchons bétons ont été réalisés, avec cloisons siphonides lorsque l'écoulement des eaux devait être maintenu.

La majorité des entrées de galeries ne sont aujourd'hui plus visibles.

Pour exploiter le gisement plus en profondeur, 686 puits d'un diamètre de 1 à 6 m ont, d'après le recensement réalisé, été creusés depuis la surface jusqu'à parfois plusieurs centaines de mètres de profondeur. En dehors de quelques ouvrages visibles par leur chevalement (puits du Marais par exemple), les puits ne sont aujourd'hui plus visible en surface et ont également fait historiquement l'objet de travaux de fermeture (remblayage, dalle, bouchon béton).



Puits Pigeot à Saint Etienne



Puits Cambefort à Firminy

La figure 14 présente la répartition indicative des ouvrages débouchant au jour – on se reportera aux cartes informatives pour le positionnement de détail.

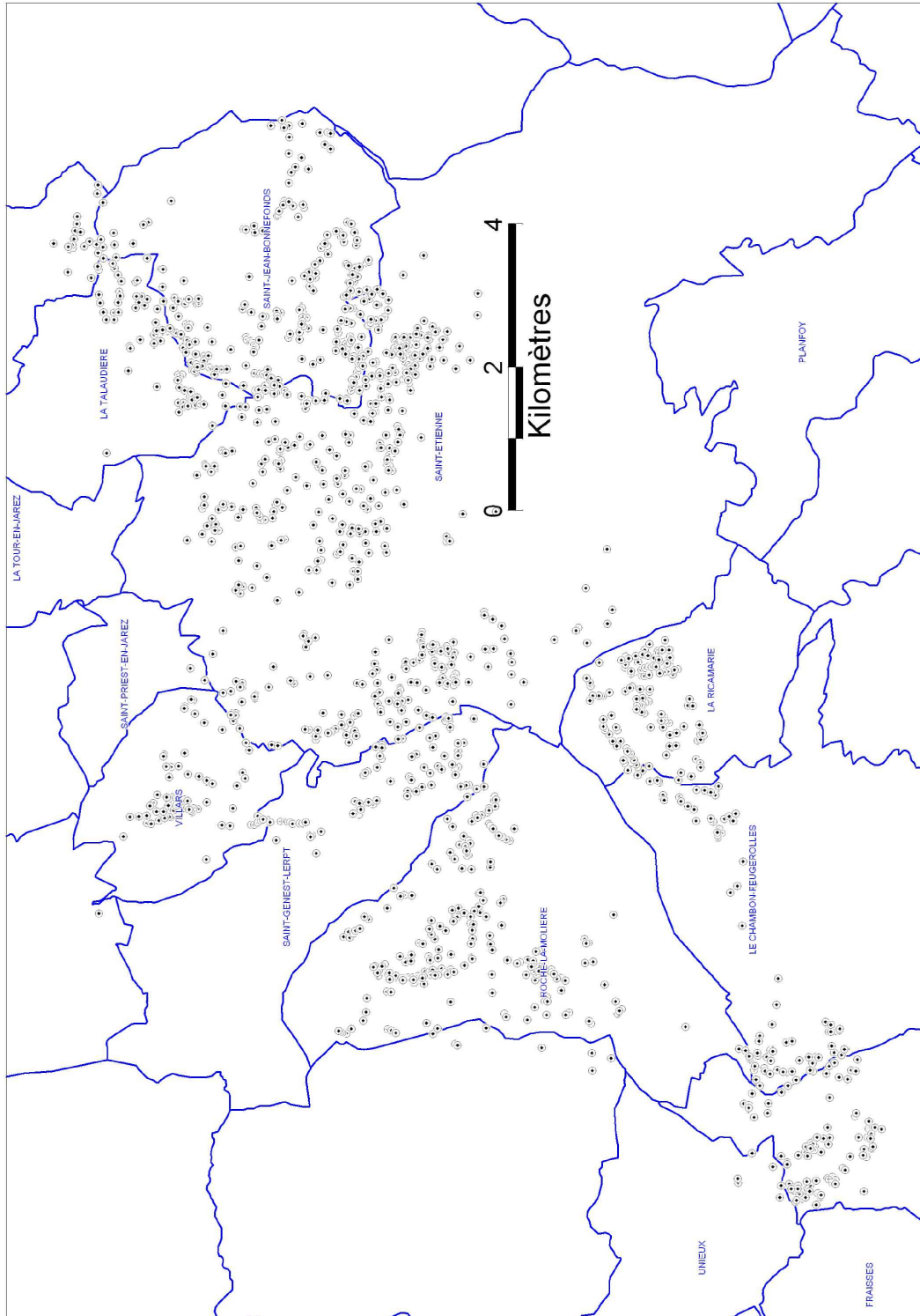


Figure 14 : Localisation des ouvrages débouchant au jour (1640 ouvrages environ)

3.2.2. OUVRAGES DE DEPOTS

Les ouvrages de dépôts miniers regroupent les verses, réalisées à partir des produits de creusement des galeries et puits et les terrils, issus du traitement du charbon (tri, lavage...). A ces objets ont été ajoutés les plâtres (ou carreaux de mine) recensés dans l'étude INERIS-DRS-07-89857-13140.

Cet inventaire a permis de recenser 92 objets au total, de 0,2 ha à 12 ha et présentant des hauteurs souvent inférieures à 10 m mais pouvant atteindre 80 m (terril de l'Eparre).

Cet inventaire ne saurait toutefois intégrer tous les dépôts de fonds de vallon, plateformes industrielles... déposés au cours de l'histoire du bassin.

Les principaux terrils (Couriot, Eparre, Fay, Lacroix, Saint Thomas, Puits Jules et Saint Pierre) ont fait l'objet d'études spécifiques par les charbonnages de France (stabilité, échauffement).

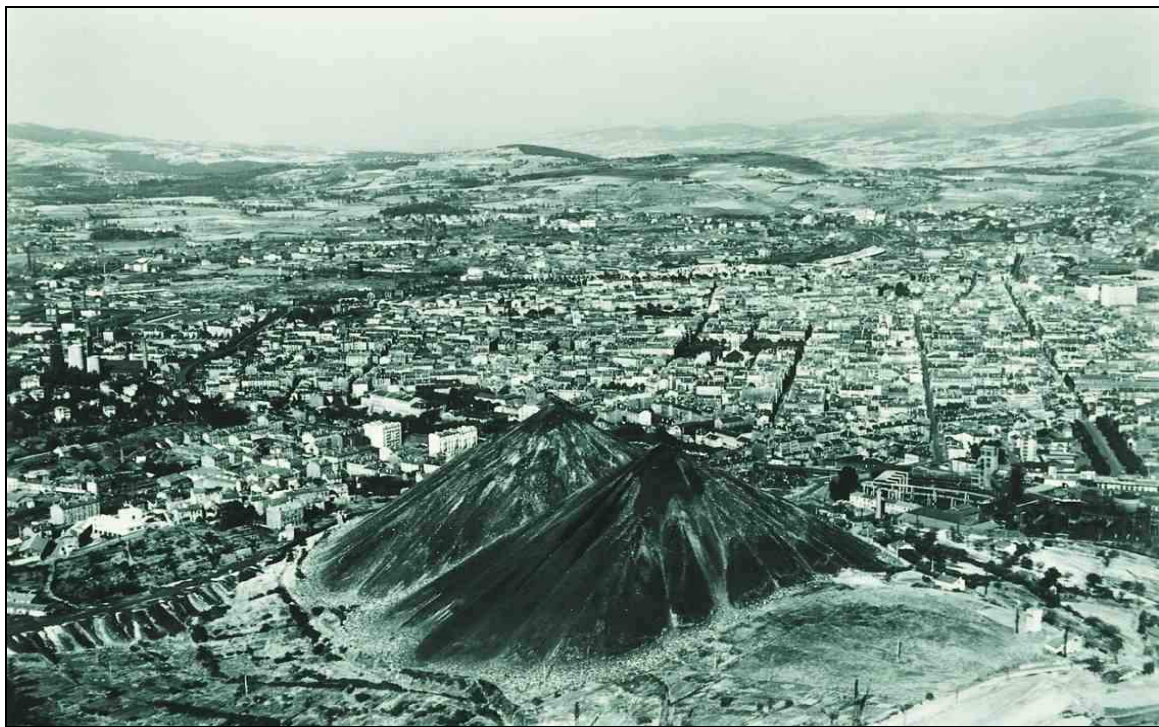


Figure 15 : Terril Couriot dans les années 50

Certains terrils font l'objet d'échauffement (Fay, Couriot, terril Saint Pierre). Ce dernier est exploité pour le schiste brûlé au titre des carrières.

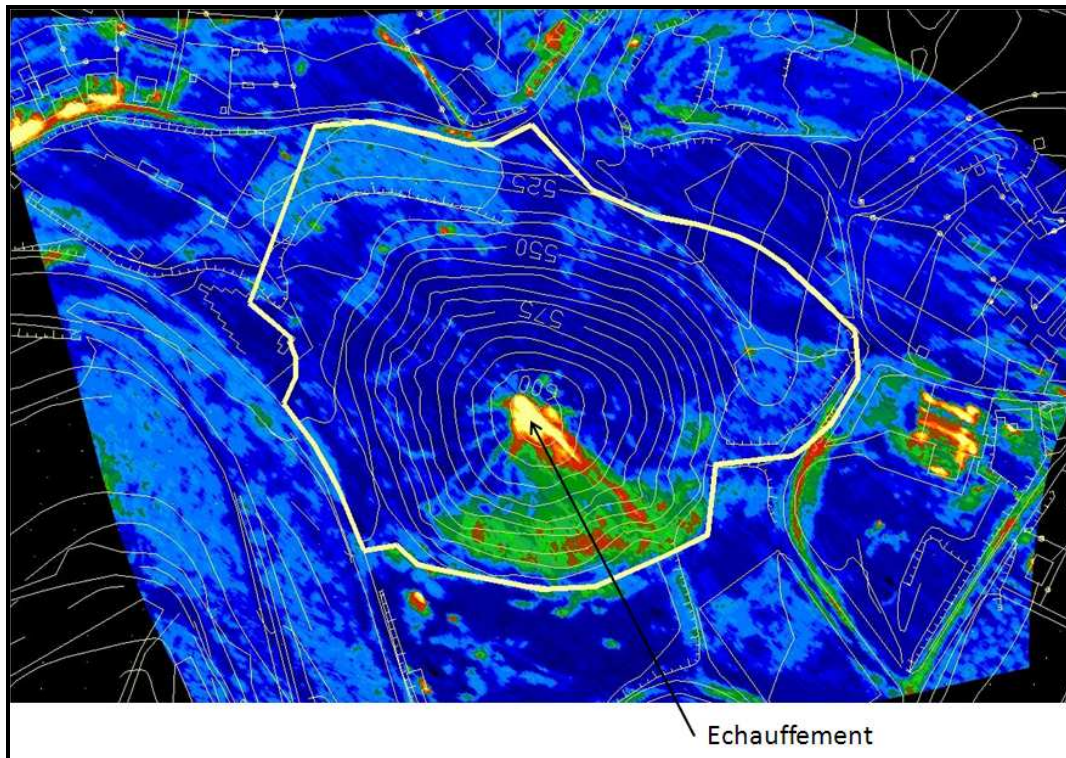


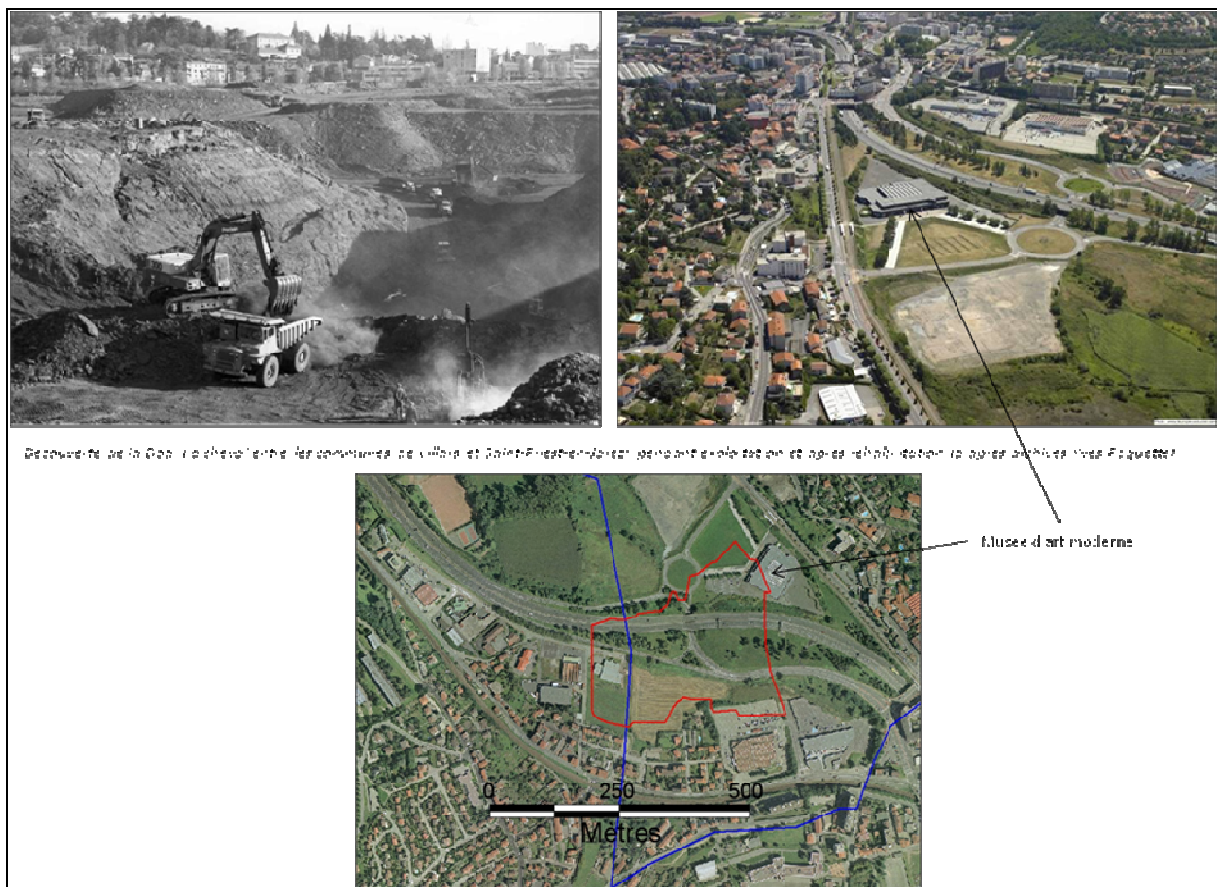
Figure 16 : Thermographie 2003 du terroir du Fay (source INERIS)

La figure 17 présente la répartition des terrils, verses et plâtres sur le territoire concerné par l'étude.

3.2.3. EXPLOITATIONS A CIEL OUVERT

L'exploitation du charbon est bien souvent pratiquée à ciel ouvert avant de débiter en souterrain, lorsque les couches sont présentes à l'affleurement. Le bassin stéphanois s'est particulièrement prêté à cette pratique compte tenu de la multitude de ses affleurements de couches. Ces travaux anciens à ciel ouvert sont souvent de faible extension, et on parle alors de grattages, de fosses, de tranchées, qui ne sont bien pas référencés. Généralement ils ont aujourd'hui disparus par remaniements des terrains et remblayage (seul le secteur de l'ancienne découverte du Creux est aujourd'hui clairement identifié).

Après cette phase d'exploitation à ciel ouvert archaïque, les couches peu profondes ont de nouveau été exploitées à plus grande échelle à ciel ouvert à la fin de l'histoire minière. Les moyens techniques (dumpers, pelles à grande capacité, bulldozer, etc...) ont alors permis des découvertes importantes à des coûts raisonnables. Au total, une quinzaine d'exploitations en découverte ont ainsi été menées sur Saint Etienne entre 1970 et 1993. La surface de chaque exploitation est restreinte (de l'ordre de quelques milliers de m² à quelques hectares) et la profondeur maximale de quelques mètres à 30 ou 40 m.



La figure 18 présente la répartition des découvertes sur le territoire d'étude.

3.2.4. METHODES D'EXPLOITATION

Les méthodes d'exploitation ont largement varié compte tenu de la longue histoire de l'exploitation et de la variabilité des couches en puissance et pendages. Bien évidemment, les débuts de l'extraction aux affleurements se faisaient de manière rudimentaire, avec des outils à main, par grattage en surface, voire creusements de crots (puits rudimentaires schématisés sur la figure 19).

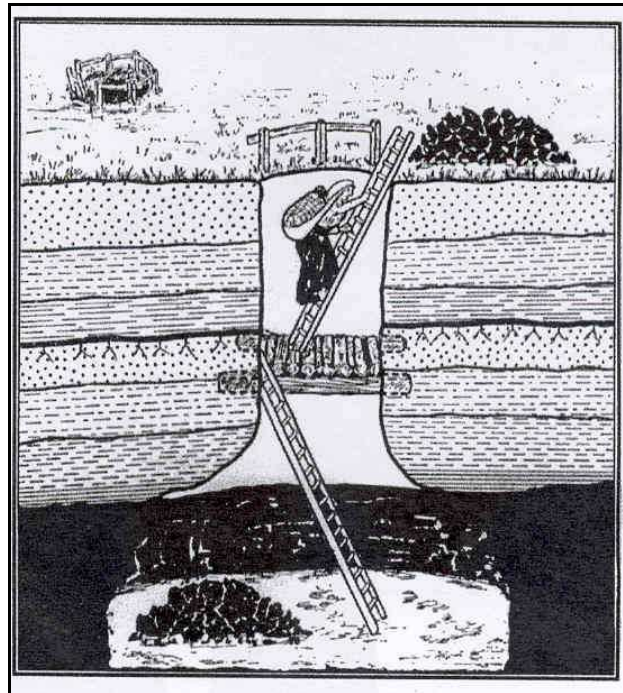


Figure 19 : Illustration d'une exploitation par crots

D'après les dossiers de CdF, **au 18^{ème} siècle**, on exploitait en laissant en place des piliers, ce qui conduisait à laisser au fond entre 25 et 50 % du charbon exploitable. L'état des travaux était souvent mauvais, les couches attaquées par de multiples ouvrages s'apparentant à des « terriers tortueux ». C'est le type de travaux que l'on observe sur l'atlas Beauvier.

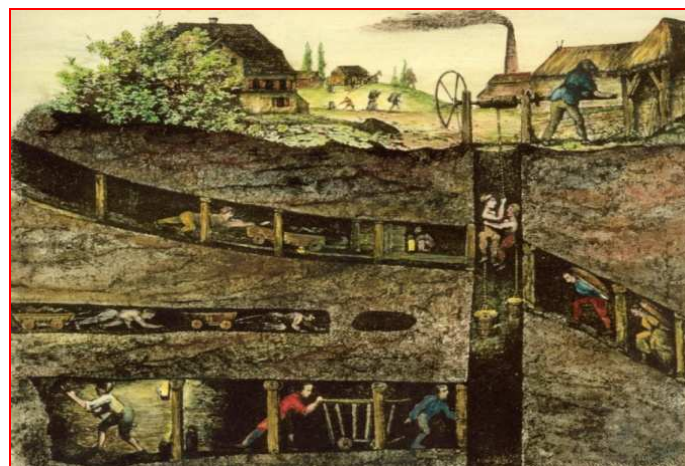


Figure 20 : Aspect des anciennes exploitations

Pendant la première moitié du 19^{ème} siècle, le remblayage apparaît, mais ne semble véritablement généralisé qu'à partir de 1850 environ. Les exploitants de l'époque poursuivent des fouilles méthodiques à travers les anciens travaux pour récupérer les piliers. L'exploitation par tailles chassantes (voir figure 21), rabattantes, puis par longues tailles remblayées se développe et se généralise dans les couches puissantes. Les puits creusés ne dépassent généralement pas à cette époque 100 m de profondeur.

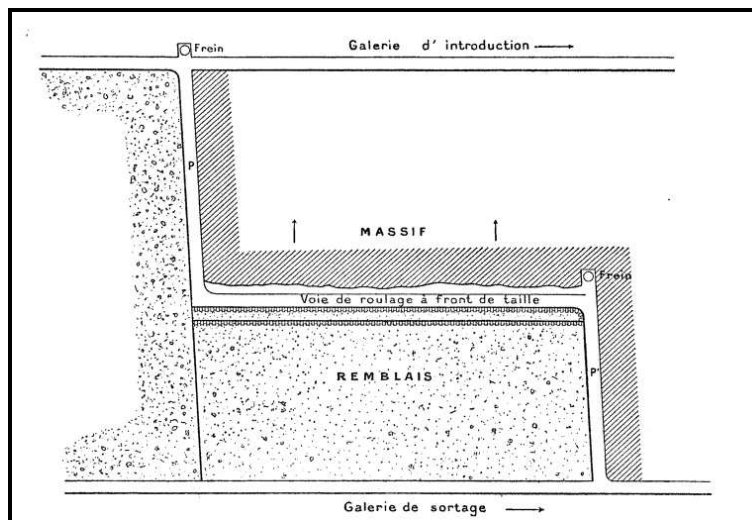


Figure 21 : Schéma d'une taille chassante

A partir du vingtième siècle, si les méthodes classiques sont utilisées pour les couches minces, c'est-à-dire de moins de 3,5 m d'épaisseur (16 % des réserves du bassin), des techniques spécifiques sont utilisées pour exploiter les couches épaisses.

Pour les **couches épaisses et peu pentées** on découpe la couche en tranches de 2 à 3,5 m parallèlement aux épontes (bancs rocheux qui enserment la couche). On ouvre alors une taille inclinée (A sur la figure 22) de 100 à 150 m de largeur, encadrée par deux galeries (une voie de base pour l'évacuation du charbon et l'arrivée d'air et une voie de tête pour l'amenée du matériel et le retour d'air).

Ces voies sont tracées comme la taille A au contact du toit de la couche dans un plan vertical. La taille A progresse en enlevant une couche de 2 à 3,5 m de charbon, et la taille B est attaquée lorsque la taille A a progressé d'une trentaine de mètres. On poursuit l'opération jusqu'au mur de la couche. Les terrains sont foudroyés au fur et à mesure de l'avancée des tailles.

Les voies (ou niveaux) sont descendues en même temps que les tailles dans un plan vertical (on descend simplement les cintres de soutènement). Le soutènement de la voie sert d'assise successive aux différentes tailles (voir figure 23).

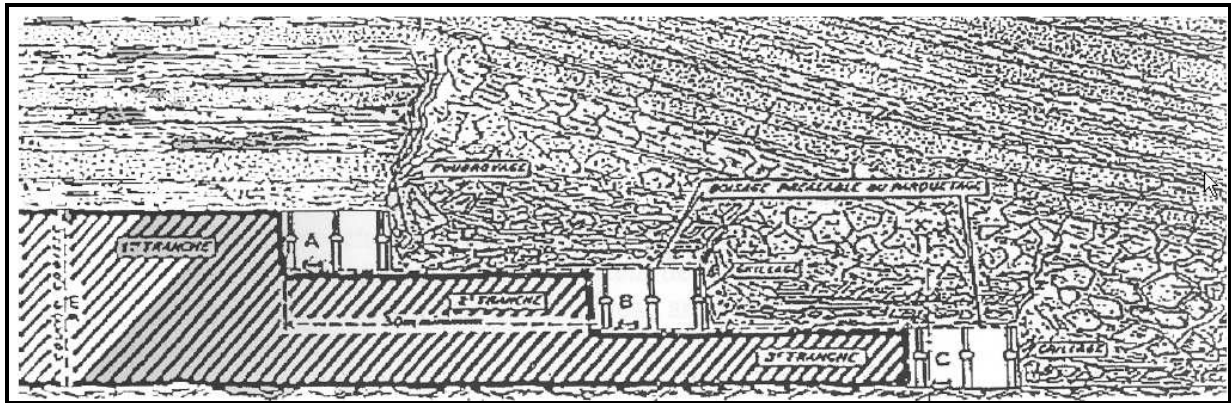


Figure 22 : Coupe d'une couche épaisse exploitée en tranches inclinées descendantes foudroyées

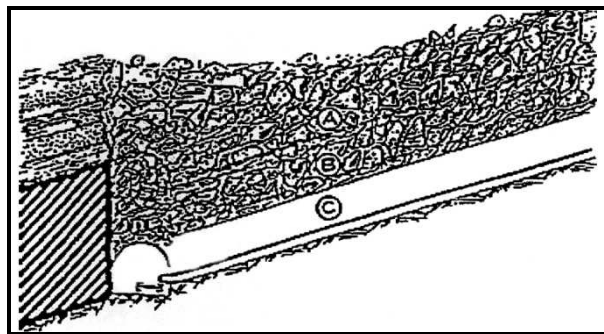


Figure 23 : Coupe perpendiculaire à la précédente montrant la voie de base

Pour ces couches épaisses, sensibles à l'échauffement, on procède régulièrement à l'embouage des éboulis. Des essais de soutirage réussis ont été menés sur les amas lenticulaires.

Pour les couches épaisses à forte pente (plus de 50°), on a conservé les tranches horizontales classiques prises en descendant, avec mise en place de planchers de grillage métallique et foudroyage.

La plus grande partie de l'exploitation a été menée par méthodes avec remblayage ou foudroyage. Le remblai à main a été remplacé en 1960 par le remblai pneumatique, lui-même remplacé peu à peu par le foudroyage, unique méthode appliquée après 1970.

Peu d'exploitations de type chambres et piliers*, les plus dommageables pour la surface compte tenu des vides résiduels ont été mises en évidence, et sauf exception les sondages réalisés par CdF dans ces secteurs n'ont pas mis en évidence de vides importants.

**Ces exploitations consistent à ne pas exploiter tout le minerai en laissant en place des piliers résiduels destinés à empêcher la chute du toit de la couche.*

Quelques secteurs de ce type ont été répertoriés dans le cadre des recherches complémentaires effectuées en 2010. Ils ont été intégrés aux cartes informatives et à l'analyse des aléas (voir rapport INERIS DRS-10-111845-11869A sur (support informatique et/ou papier).

3.2.5. CAS DES MINES DE FER

Le périmètre d'étude recouvre 5 titres attribués pour le fer. Il s'agit des concessions du Soleil, de l'Etivalière, de Terrenoire et de Villeboeuf et Fongivieux. L'espoir était de parvenir, comme en Angleterre ou à Decazeville à développer la métallurgie avec présence simultanée du fer et de la houille. Dans les faits, l'exploitation est restée visiblement très marginale, et très souvent menée en même temps que celle de la houille, le minerai étant lié souvent à une couche de charbon. Il n'y a donc pratiquement pas de plan d'exploitation du fer d'après les données retrouvées.

Très peu de données susceptibles d'enrichir la phase informative ont été mises en évidence dans le cadre des recherches effectuées :

- Un plan original et le descriptif du contour des titres (ordonnance de 1831) ont permis de repositionner le contour de la concession du Soleil et de l'Etivalière et quelques travaux de recherches associés.
- Un écrit de 1809 indique la présence entre Saint-Chamond et Saint-Etienne de « fer argileux » sous forme de rognons ayant fait l'objet de quelques recherches mais apparaissant difficilement exploitable, du « fer micacé rouge » à proximité de Valbenoite, ou des recherches pourraient être envisagées.
- La description de Grüner des caractéristiques géologiques du minerai, qui se présente sous forme de rognons de carbonates de 3 à 50 cm de diamètre au toit des grandes couches de houille, en couches très localisées d'épaisseur maximale métrique et en plaquettes ou fragments de troncs épigénéisés.
- Des écrits concernant les forges et fonderies du secteur ne faisant pas d'allusion à la production de fer à Saint-Etienne.

On sait par ailleurs que l'exploitation a été abandonnée en 1888 pour Terrenoire et 1893 pour Saint-Chamond (secteur Gier), ainsi qu'a priori pour le Soleil. Aucune trace d'exploitation significative spécifique au fer n'a été mise en évidence et il semble à la lecture des éléments retrouvés qu'il n'y ait pas eu de véritable exploitation.

Les quelques travaux liés au fer dont l'emplacement a été retrouvé sur plan ont été intégrés au SIG et à l'analyse des aléas. Ils sont localisés à proximité de la gare de Châteaureux (voir figure 24).



Figure 24 : localisation des travaux liés au fer (secteur Plaine Achille- gare de Châteaureux)

4. ALEAS RESIDUELS

4.1. INCERTITUDE ET MARGES D’AFFICHAGE

L’affichage de l’aléa lié à un élément minier intègre l’extension du phénomène, l’incertitude de localisation intrinsèque de l’ouvrage ou du secteur de travaux concerné et une incertitude propre au support cartographique.

L’incertitude de localisation relative à l’ouvrage minier dépend des éléments ayant mené à son positionnement. Si les ouvrages relevés sur le terrain au DGPS se voient attribuer une très faible incertitude (de quelques décimètres à quelques mètres), ceux dont la position est tirée d’anciens croquis portant peu de points de repère se voient attribuer l’incertitude du plan dont ils sont issus.

Le support cartographique (SCAN 25, photogrammétrie, orthophotoplan) de par sa précision est lui-même vecteur d’une erreur de positionnement indépendante des ouvrages miniers. Elle est de l’ordre de 20 m environ pour le SCAN 25, et de moins de 5 m pour l’orthophotoplan.

Ces incertitudes n’apparaissent pas en cartographie de phase informative, mais sont incluses dans les marges prises en compte pour l’affichage des aléas.

Dans le cas présent, l’incertitude a été adaptée en fonction de l’origine des données. Elle est de 15 à 20 m pour les travaux souterrains positionnés par CdF, et peut descendre à 5 m pour les ouvrages levés au DGPS. Certains ouvrages issus de l’atlas Beaunier peuvent localement avoir des incertitudes plus importantes de quelques dizaines de mètres.

4.2. NATURE DES ALEAS RESIDUELS EVALUES

Le décret en conseil d’Etat n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l’application des articles 94 et 95 du code minier stipule que les PPRM sont élaborés et mis en œuvre dans les conditions prévues par la loi du 22 juillet 1987 ainsi que par le décret du 5 octobre 1995. Les aléas pris en compte, au titre de l’article 2 du décret du 5 octobre 1995 sont notamment les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants.

La cartographie présentée dans le cadre de cette étude concerne essentiellement les aléas liés aux mouvements de terrain.

Les éléments informatifs relatifs aux **émissions de gaz de mine** ont été synthétisés dans l’étude INERIS mais la cartographie de l’aléa n’est **pas présentée ici**, la méthodologie étant en cours d’évolution.

Le recueil des données environnementales a été effectué par l’INERIS pour ce qui concerne les eaux (aucune étude concernant les dépôts miniers n’a été réalisée par CdF), mais **la cartographie des aléas pollutions des sols ou des eaux n’a pas été réalisée, en l’absence de méthodologie validée.**

Une ébauche d'évaluation de l'aléa, jugée non satisfaisante à l'époque, avait toutefois été réalisée dans les études initiales relatives au secteur de l'Ondaine et de Saint-Etienne Ouest. On peut d'ores et déjà avancer que compte tenu de la substance exploitée, les impacts environnementaux strictement liés à l'exploitation minière ne sont pas préoccupants. Les analyses effectuées sur les eaux d'émergence des travaux font état de minéralisations plutôt élevées essentiellement caractérisées par des teneurs en sulfates élevées, et dans une moindre mesure par le fer, dont l'impact visuel et sur le colmatage des fonds des cours d'eau peut être localement marqué, ainsi que secondairement en manganèse. Les éléments potentiellement toxiques recherchés dans les eaux dans le cadre des études menées par CdF se trouvent en dessous des seuils de détection, en dehors de l'arsenic en anomalie faible à modérée. Seule une émergence sur la vallée de l'Ondaine (fendue Lyon) a fait l'objet de la mise en place d'une station de traitement gérée par le DPSM.

L'aléa lié aux **émissions de rayonnements ionisant** n'a quant à lui pas été évalué faute de données et de méthodologie mais est à garder en mémoire, même s'il n'est pas spécifiquement minier compte tenu des substances exploitées (pas d'exploitation de minerai d'uranium par exemple).

Enfin, concernant **l'aléa inondation**, tous les ouvrages miniers et travaux constituent des drains préférentiels pour les eaux d'infiltration et sont donc susceptibles en cas d'épisodes pluvieux hors du commun de générer dans leur environnement des écoulements temporaires. Néanmoins, l'évaluation détaillée de **l'aléa inondation** n'a pas été effectuée

- la situation hydrogéologique est stabilisée, et il n'y a donc pas de réservoir en cours de remplissage et susceptible d'entraîner l'apparition de zones détrempees, d'inondation par remontée de nappe ou l'apparition de nouvelles émergences,
- les débits en jeu, s'ils peuvent représenter une part importante des débits d'étiage des petits cours d'eau récepteurs, sont d'un ordre de grandeur très inférieur aux débits de crue des cours d'eau et ne sont donc pas de nature à avoir un impact en terme d'inondation,
- la présence quasi généralisée d'affleurements et de remblais permet en cas de diminution de capacité d'écoulement d'un exutoire une reprise facilitée des écoulements à proximité par les terrains encaissants,
- la topographie et le maillage important de galeries ne permet pas d'envisager de fortes mises en charge et limite donc la probabilité de débordement d'un exutoire.
- les Installations Hydrauliques de Sécurité (dont la fendue Lyon) font l'objet d'une surveillance par le DPSM.

Dans ces conditions, l'aléa n'a pas été jugé suffisamment préoccupant en tant que tel.

Rappelons que les aléas sont évalués conformément au guide méthodologique *INERIS DRS 06-51198/R01*. Ce rapport est téléchargeable sur le site internet de l'INERIS et on pourra s'y reporter pour plus de détails sur les phénomènes évoqués.

On pourra par ailleurs se reporter au rapport INERIS DRS-09-107578-15507A, voire aux rapports plus anciens (GEODERIS S2006/42DE-06RHA2300 et GEODERIS S2006/84DE-06RHA2201) sur support informatique ou papier pour le détail des phénomènes et de l'évaluation des aléas.

Nous présenterons ci-après la synthèse de cette évaluation

Les cartes d'aléas se trouvent en annexe C. Comme pour les cartes informatives, les cartes d'aléas générales et par commune sont fournies avec le présent rapport sur support informatique.

Les aléas étudiés dans le périmètre considérés sont présentés ci-après.

4.2.1. L'EFFONDREMENT GENERALISE – NON RETENU

L'occurrence de ce phénomène est l'évènement potentiellement le plus dommageable à l'aplomb des exploitations souterraines. Les effondrements généralisés, également appelés effondrements en masse, se manifestent par la rupture, souvent dynamique (quelques secondes), de tout ou partie d'une exploitation, affectant ainsi la stabilité des terrains de surface sur des étendues pouvant atteindre plusieurs hectares. La hauteur d'effondrement affectant la partie centrale peut atteindre plusieurs mètres et même plusieurs dizaines de mètres quand c'est une cavité de dissolution du sel qui s'effondre. Cette zone centrale est bordée par des fractures ouvertes, sub-verticales, délimitant des « marches d'escalier » dont les conséquences peuvent, elles aussi, s'avérer très dommageables pour les personnes et les biens situés en surface. Il suppose la persistance de vides importants en souterrain. C'est un des aléas typiquement étudiés sur les exploitations partielles (ou tout le minerai n'est pas extrait) de type chambres et piliers abandonnés. Il implique des configurations de travaux spécifiques, avec un taux de défruitement (pourcentage de minerai enlevé) suffisant, une profondeur assez importante pour entraîner la rupture des piliers, etc...

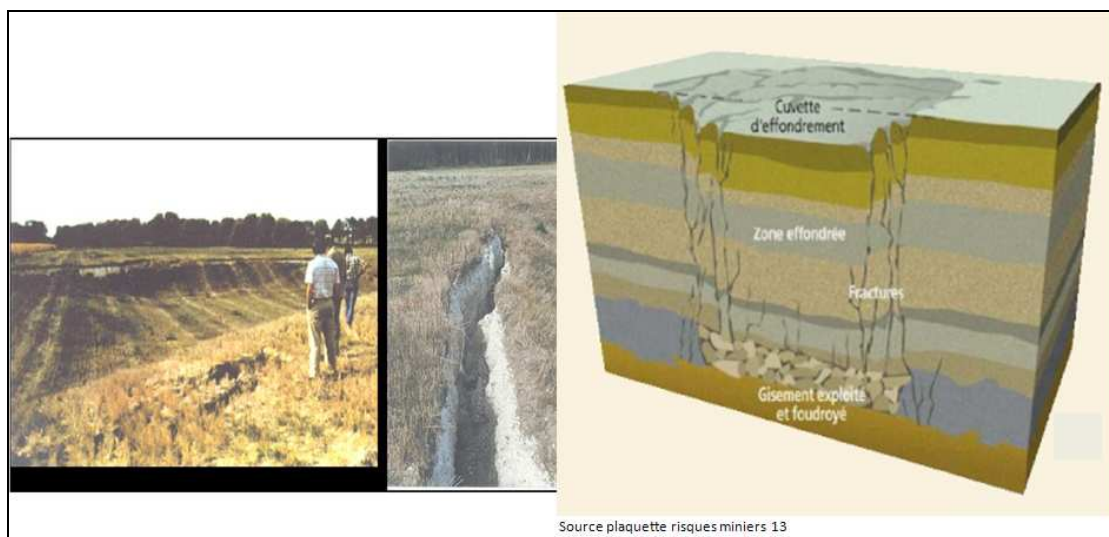


Figure 25 : Exemple d'effondrement généralisé

Si cet aléa peut être envisagé sur le bassin stéphanois, il n'a jamais été décrit dans le passé et il a été montré que les investigations sur les secteurs déclarés dans les dossiers CdF comme exploités en chambres et piliers abandonnés n'avaient pas permis de mettre en évidence de vide résiduel suffisamment important. Par ailleurs, les recherches complémentaires sur les exploitations partielles faites par l'INERIS n'ont pas mis en évidence de configurations favorables au déclenchement de ce type d'aléa : **cet aléa a donc été écarté sur le bassin Stéphanois.**

4.2.2. L'EFFONDREMENT LOCALISE

Il s'agit de l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont les caractéristiques géométriques dépendent du phénomène initiateur et du comportement des terrains sus-jacents.

L'effondrement localisé peut être la conséquence soit de la remontée au jour d'un vide initié en profondeur (fontis sur une galerie par exemple) ou encore de la rupture d'une colonne de puits ou d'une tête de galerie mal obturée (voir figure 26).

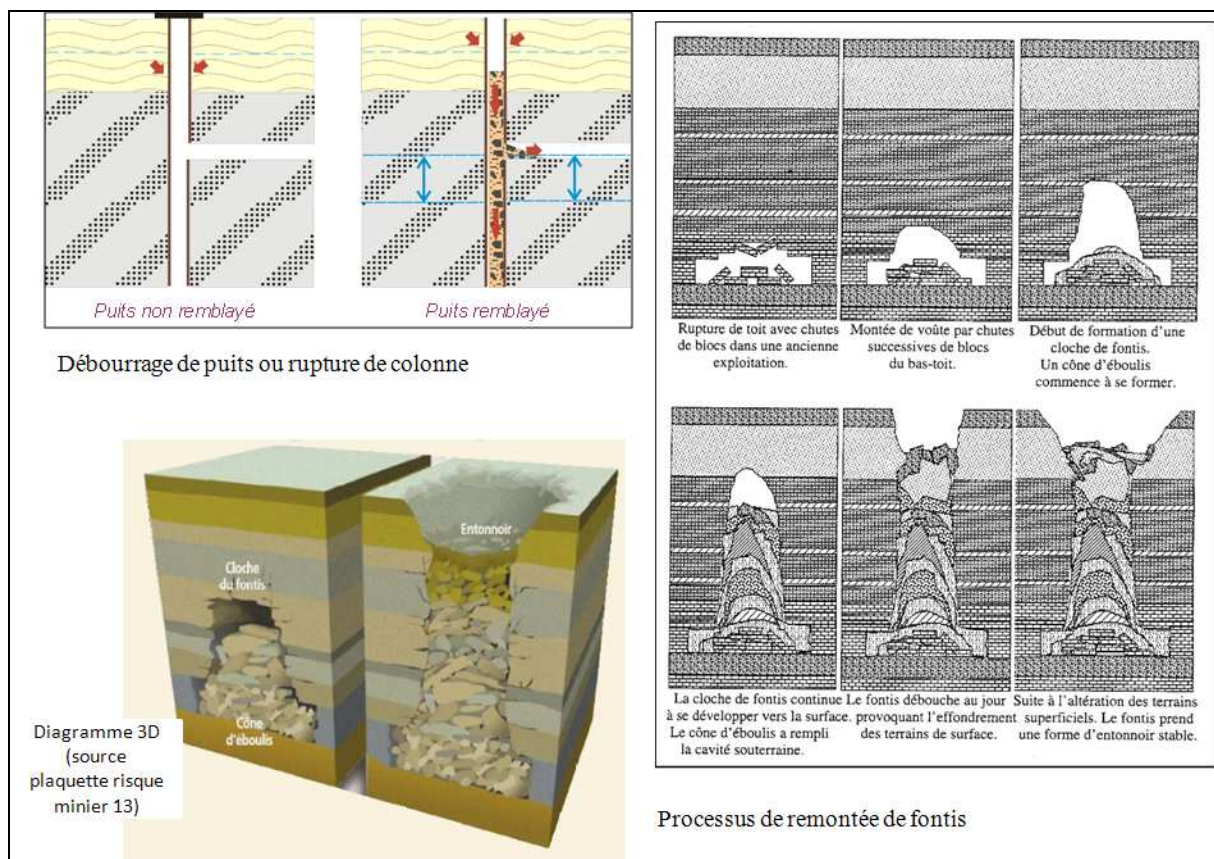


Figure 26 : Schématisations des deux processus à l'origine des effondrements localisés

La figure 27 présente des exemples réels de fontis « vus du fond », tandis que la figure 28 illustre le phénomène en surface.

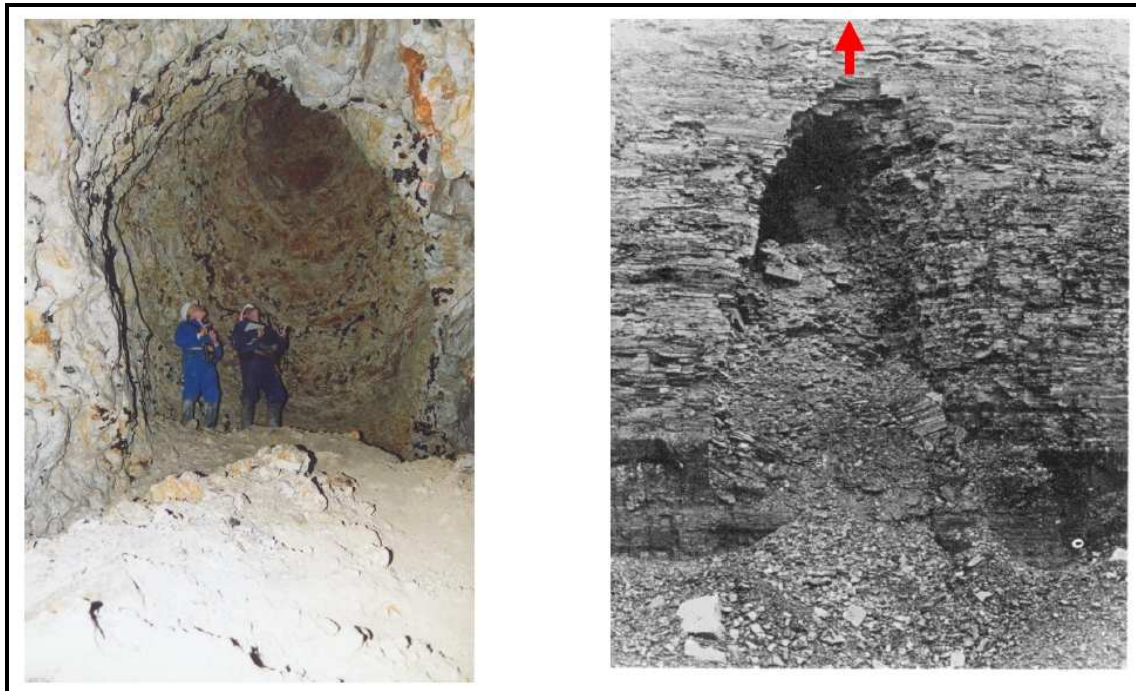


Figure 27 : Exemples de remontées de fontis



Figure 28 : Exemples d'effondrements localisés récents dans le bassin stéphanois

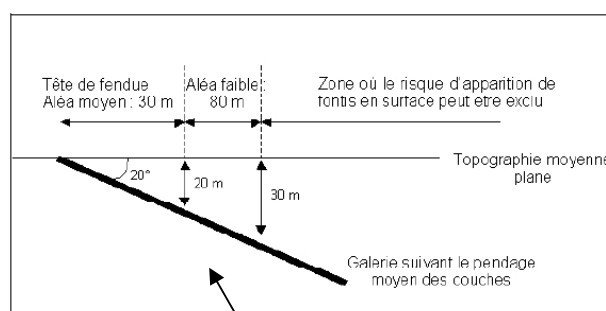
Largement décrit dans le passé et régulièrement recensé encore aujourd'hui, c'est l'aléa de référence du bassin houiller Stéphanais.

Cet aléa est envisageable ici en liaison avec le mécanisme de fontis, les ruptures isolées de piliers au sein des travaux menés en chambres et piliers abandonnés et au droit des orifices d'ouvrages débouchant au jour (débouillage de remblais, rupture de colonne de puits). Son intensité est évaluée suivant le diamètre attendu (voir tableau ci-après).

Intensité	Diamètre de l'effondrement
Très limitée	Effondrements auto-remblayés à proximité immédiate de la surface
Limitée	< 3 m
Modérée	3 m < diamètre ≤ 10 m
Elevée	> 10 m

Tableau 3 : Grille d'évaluation de l'intensité des effondrements localisés
(source INERIS-DRS-06-06-51198/R01)

Les configurations retenues, les niveaux d'aléa associés et les modalités cartographiques sont présentés dans le tableau 4.



Configuration type	Niveau	Marge d'influence	Incertitude géographique
Fendues ou galeries d'infrastructure peu profondes	moyen (tête d'ouvrage) / faible	30 m (tête de fendue) / 80 m	15 m sauf puits repérés au GPS (5 m), 20 m pour les concessions de la Sibertière et Saint-Jean-Bonnefonds
Puits (catégories 1 et 2)*	moyen / faible (si peu profond < 100m et/ou indication de traitement adapté)	8 m / vrai rayon + 5 m	
Exploitations partielles à moins de 30 m de profondeur	moyen (si vides constatés) / faible	5 m (extension fontis)	
Puits (catégorie 3)*	faible	8 m / vrai rayon + 5 m	
Secteurs proches d'affleurement ayant pu faire l'objet de travaux anciens (prof < 20 m)	faible sur travaux supposés	5 m (extension fontis)	
Terrils, remblais miniers (combustion), travaux souterrains < 30 m de profondeur	faible	0 m	5 m

*Catégorie 1 : puits abandonnés avant 1909 ou à une date inconnue, Catégorie 2 : puits récents dont l'information relative au traitement est inexistante ou parcellaire, Catégorie 3 : Puits récent avec dossier technique de mise en sécurité adaptée disponible

Tableau 4 : Détail des configurations et niveaux d'aléa correspondants

La figure 29 présente de manière indicative l'emprise de l'aléa effondrement localisé à l'échelle du périmètre d'étude – on se reportera aux cartes en annexe pour visualiser le report réel de l'aléa à une échelle détaillée.

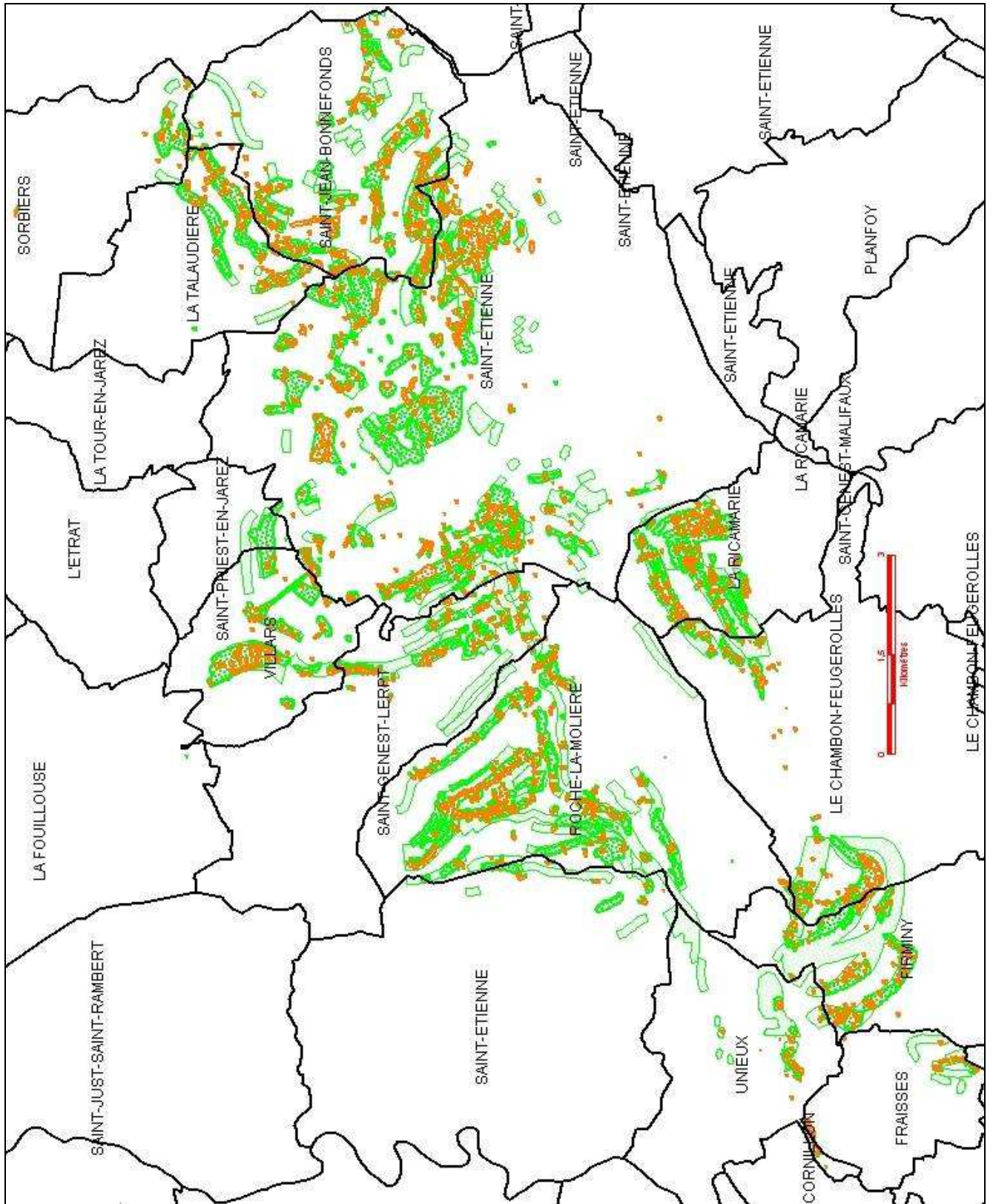


Figure 29 : Enveloppe indicative de l'aléa effondrement localisé
 (moyen en orange, faible sur travaux avérés en vert, faible sur travaux supposés en vert clair)
 GEODERIS S 2010/79DE - 10RHA2210 Page 47 sur 69

Le tableau 5 présente la répartition des niveaux d'aléas par rapport aux territoires communaux

Communes	Surface commune	Effondrement localisé de niveau moyen		Effondrement localisé de niveau faible sur travaux avérés		Effondrement localisé de niveau faible sur travaux supposés		Tous niveaux confondus	
	ha	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune
FIRMINY	1 043,00	18,50	1,77%	58,67	5,63%	185,90	17,82%	191,70	18,38%
FRAISSES	467,00	4,00	0,86%	1,67	0,36%	28,70	6,15%	31,61	6,77%
LA FOUILLOUSE	2 099,00	0,00	0,00%	0,04	0,00%	0,00	0,00%	0,04	0,00%
LA RICAMARIE	692,20	26,72	3,86%	84,10	12,15%	186,30	26,91%	192,30	27,78%
LA TALAUDIÈRE	770,30	16,88	2,19%	54,60	7,09%	63,17	8,20%	97,62	12,67%
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	1 749,00	22,75	1,30%	43,83	2,51%	141,20	8,07%	158,60	9,07%
ROCHE-LA-MOLIERE	1 746,00	55,16	3,16%	160,20	9,18%	394,00	22,57%	456,40	26,14%
SAINT-ETIENNE	7 995,00	122,17	1,53%	344,58	4,31%	601,48	7,52%	756,82	9,47%
SAINT-ETIENNE hors extensions	3 923,00	120,20	3,06%	334,20	8,52%	563,10	14,35%	708,00	18,05%
SAINT-GENEST-LERPT	1 264,00	20,06	1,59%	36,89	2,92%	156,40	12,37%	166,60	13,18%
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	1 173,00	63,04	5,37%	100,70	8,58%	259,10	22,09%	296,50	25,28%
SAINT-PRIEST-EN-JAREZ	309,90	0,24	0,08%	12,74	4,11%	16,86	5,44%	23,61	7,62%
SORBIERS	1 201,00	3,69	0,31%	15,26	1,27%	20,20	1,68%	29,60	2,46%
UNIEUX	856,30	5,30	0,62%	5,88	0,69%	84,62	9,88%	86,98	10,16%
VILLARS	574,10	18,51	3,22%	65,10	11,34%	99,32	17,30%	119,10	20,75%
Total hors extensions st etienne	17 867,80	375,05	2,10%	973,88	5,45%	2 198,87	12,31%	2 558,66	14,32%

Tableau 5 : Pourcentage des territoires communaux affectés par l'aléa effondrement localisé

Au total, l'aléa moyen représente 2 % du total des communes concernées, avec un maximum pour la commune de Saint-Jean-Bonnefonds (5,4 % environ). Les communes sont impactées à moins de 2 % en général.

L'aléa faible sur travaux avérés (recouvrement avec l'aléa moyen exclu) représente quant à lui 5,4 % de l'ensemble des territoires concernés, avec un maximum pour Villars (impactée à 11,3 % et la Ricamarie (12,1 %). L'aléa faible sur travaux supposés couvre les plus grandes surfaces, avec une moyenne à 11 % et des pics au dessus de 20 % (26,9 pour la Ricamarie au maximum).

Tous niveaux confondus, le pourcentage global atteint 14 %, avec un maximum pour Saint-Jean-Bonnefonds et La Ricamarie à plus de 25 %. Le cumul des pourcentages de chaque aléa est différent dans la mesure où l'aléa sur travaux avérés peut être superposé à de l'aléa sur travaux supposés.

Les cartes représentant l'emprise de cet aléa sont présentées en annexe C. Si les cartes générales représentent également l'aléa tassement, les deux types d'aléas ont été distingués dans les éditions par communes (dans ce cas l'aléa effondrement localisé se trouve sur la carte 1.1).

La cartographie de cet aléa pourrait être affinée dans les zones à enjeux en fonction de la hiérarchisation des zones de risque à l'échelle nationale :

- en précisant la direction, la profondeur et le pendage réels de chaque galerie connue à partir des plans originaux de détail des travaux : l'affichage se fait essentiellement aujourd'hui sur la base de la direction des galeries mentionnée par CdF et avec un pendage moyen de 20 °.
- en procédant à des investigations complémentaires pour réévaluer la profondeur maximale des remontées de fontis, diminuer les incertitudes de positionnement pour les galeries et puits connues et préciser la prédisposition effective à la remontée de fontis.

Ce travail de détail n'est jamais prévu à l'occasion des études d'aléas et ne peut être réalisé que sur des secteurs bien délimités.

L'affichage de l'aléa sur travaux supposés, fondé sur le tracé des affleurements, pourrait également être précisé par évaluation précise locale du pendage effectif des couches : l'aléa a en effet été construit sur la base d'un pendage moyen de 20°.

4.2.3. LE PHENOMENE D'AFFAISSEMENT - NON RETENU

Il correspond classiquement à un mouvement souple et progressif des terrains de surface induit par l'éboulement des travaux souterrains. Il se manifeste par l'apparition de dépressions sous forme de cuvettes débordant souvent de l'emprise stricte des travaux miniers (notion d'angle d'influence γ).

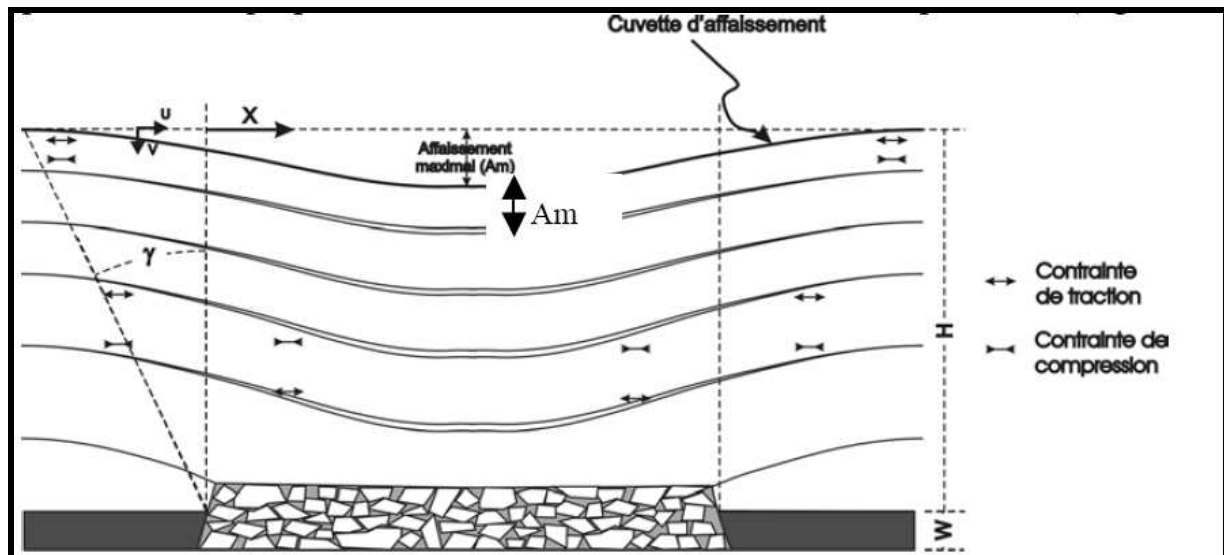


Figure 30 : Schématisation d'une cuvette d'affaissement

Plusieurs configurations peuvent être à l'origine de ce phénomène :

- les exploitations totales (tout le minerai est enlevé dans les tailles), menées à moyenne ou grande profondeur et présentant des extensions horizontales importantes. Il se produit dans les cinq ans suivant l'arrêt de l'exploitation.
- Les exploitations partielles (chambres et piliers) présentant des configurations de profondeur, d'exploitation et de pendage favorables au déclenchement de ce type de phénomène (gisements pentés avec possibilité de débourages de remblai, ou suffisamment profonds pour menacer la stabilité des piliers).

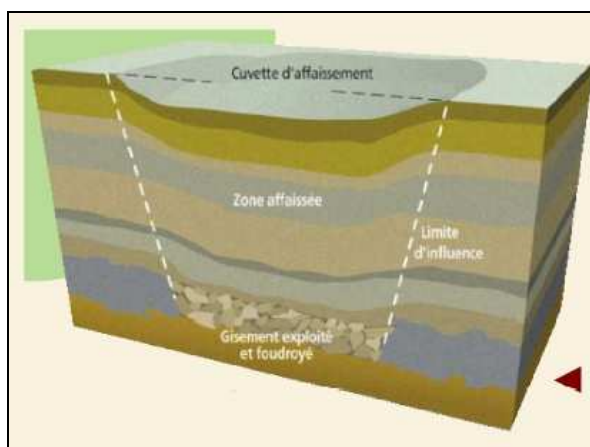


Figure 31 : Cuvette d'affaissement (source plaquette risques miniers 13)

Pour le bassin Stéphanois, les études de stabilité menées par l'INERIS pour les Charbonnages de France dans le cadre des procédures d'arrêt des travaux miniers et de renonciation distinguent vis-à-vis des **phénomènes d'affaissement** les **exploitations totales**, pour lesquelles tout le minerai est extrait et les vides résiduels considérés comme négligeables quelques années après l'arrêt de l'exploitation et les **exploitations partielles** (type chambres et piliers abandonnés) pour lesquelles les vides résiduels persistent. L'expérience acquise par l'INERIS sur les exploitations de charbon permet de considérer que **pour les exploitations totales**, l'affaissement peut se poursuivre pendant 5 ans environ après arrêt de l'exploitation. Au-delà, et sachant que l'exploitation souterraine est arrêtée depuis 1983, l'INERIS considère que **tout risque d'affaissement** peut être écarté pour ce type d'exploitation, qui représente l'essentiel des travaux miniers souterrains sur Saint-Etienne.

Pour les exploitations partielles mises en évidence par CdF, les vides rencontrés en sondages sont très réduits, et les recherches complémentaires sur les exploitations partielles n'ont pas amené l'INERIS à reconsidérer l'opportunité de cet aléa.

L'aléa affaissement n'a donc pas été retenu sur le bassin stéphanois.

4.2.4. LE PHENOMENE DE TASSEMENT

Il s'agit d'un phénomène de recompaction d'un massif meuble ou affecté par les travaux souterrains lié aux variations importantes de conditions environnementales ou de surcharges. L'intensité du phénomène est par nature limitée à très limitée.

Cet aléa a été retenu avec un niveau faible sur les travaux miniers souterrains avérés situés à moins de 50 m de profondeur ainsi que sur les terrils et remblais miniers (verses, terrils, découvertes). Cet aléa n'a pas été cartographié sur les têtes d'ouvrages, déjà affectées d'un aléa effondrement localisé. Cet aléa n'a pas été affiché sur les travaux supposés, ceux-ci étant très anciens et assimilés à des traçages, les mouvements de terrain attendus découlent plus de l'effondrement localisé, déjà cartographié.

L'INERIS propose dans son rapport de cartographier également cet aléa sur les galeries débouchant au jour et isolées, jusqu'à 50 m de profondeur. Nous n'avons pas retenu cet affichage, le phénomène véritablement attendu jusqu'à 30 m de profondeur étant un effondrement localisé (déjà cartographié). Entre 30 et 50 m la prédisposition est suffisamment faible pour que l'on puisse considérer ce phénomène comme négligeable (tassement sur une cloche de fontis autocomblée).

On notera que dans la plus grande partie des cas, à cette profondeur le prolongement des galeries isolées se trouve au sein de tailles exploitées déjà couvertes par du tassement.

Enfin, notons que dans l'étude initiale relative à la concession d'Unieux et Fraisses, un aléa tassement sur travaux supposés avait été affiché. Les dernières évolutions concernant l'aléa faible sur travaux supposés nous ont amenés à le supprimer pour l'édition finale des cartes.

La cartographie générale de l'aléa est présentée de manière indicative sur la figure 32 on se reportera aux cartes en annexe pour visualiser le report réel de l'aléa à une échelle détaillée.

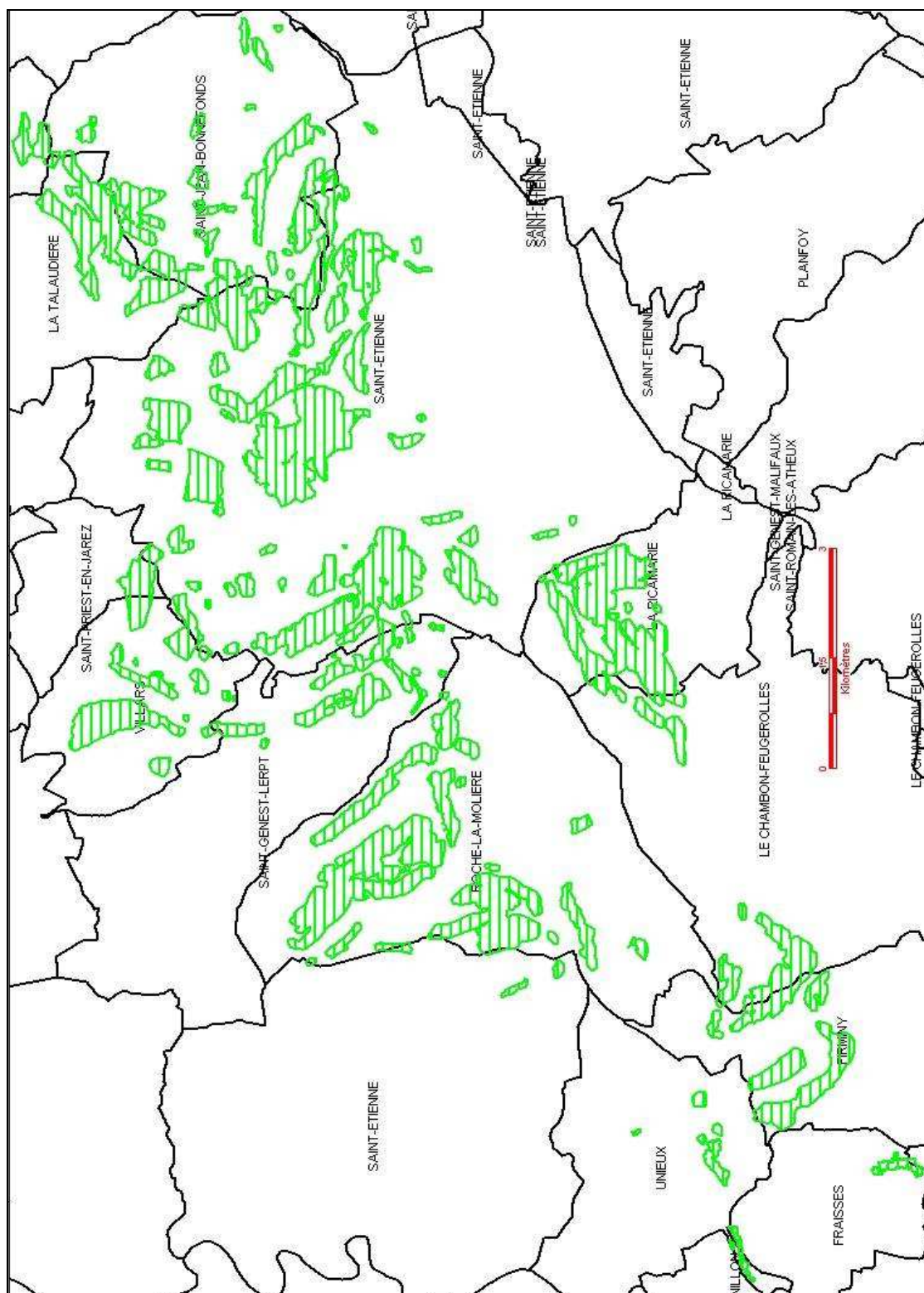


Figure 32 : Enveloppe indicative de l'aléa tassement faible

Le tableau 6 présente la répartition des surfaces d'aléa tassement par rapport aux territoires communaux affectés.

Communes	Surface commune ha	Tassement de niveau faible	
		ha	% de la surface de la commune
FIRMINY	1 043,0	104,80	10,05%
FRAISSES	467,0	9,36	2,00%
LA RICAMARIE	692,2	175,20	25,31%
LA TALAUDIÈRE	770,3	107,50	13,96%
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	1 749,0	87,47	5,00%
ROCHE-LA-MOLIERE	1 746,0	356,40	20,41%
SAINT-ETIENNE	7 994,0	665,80	8,33%
SAINT-ETIENNE sans extension	3 923,0	656,90	16,74%
SAINT-GENEST-LERPT	1 264,0	76,55	6,06%
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	1 173,0	195,70	16,68%
SAINT-PRIEST-EN-JAREZ	309,9	19,06	6,15%
SORBIERS	1 201,0	17,98	1,50%
UNIEUX	856,3	18,62	2,17%
VILLARS	574,1	107,70	18,76%
Total hors extensions st etienne	15 768,8	1 933,2	12,26%

Tableau 6 : Pourcentage des territoires communaux affectés par l'aléa tassement

Au total, l'aléa tassement faible représente environ 1933 ha, soit 12 % de l'emprise des 13 communes concernées.

Les communes les plus impactées sont Roche-la-Molière la Ricamarie (respectivement 25 et 20 % du territoire affecté), Villars et Saint Etienne (sensu stricto), touchées à (entre 16 et 19 %). Ensuite, on passe rapidement à moins de 10 % du territoire concerné.

Les cartes représentant l'emprise de cet aléa sont présentées en annexe C.

4.2.5. LES GLISSEMENTS OU MOUVEMENTS DE PENTE

Les objets de surface (verse, terrils, découvertes) peuvent être à l'origine d'instabilités qui leur sont propres et qui sont liées essentiellement à la tenue des talus. On regroupe dans ces instabilités les glissements (on distingue généralement les glissements superficiels, affectant de petits volumes (type rigoles de ravinement, glissements pelliculaires...) et les glissements profonds pouvant concerner des volumes importants, ainsi que les écroulements (ou chutes de blocs) et coulées (voir figure 32). Ces phénomènes nécessitent que les ouvrages de dépôts présentent des talus suffisamment importants.

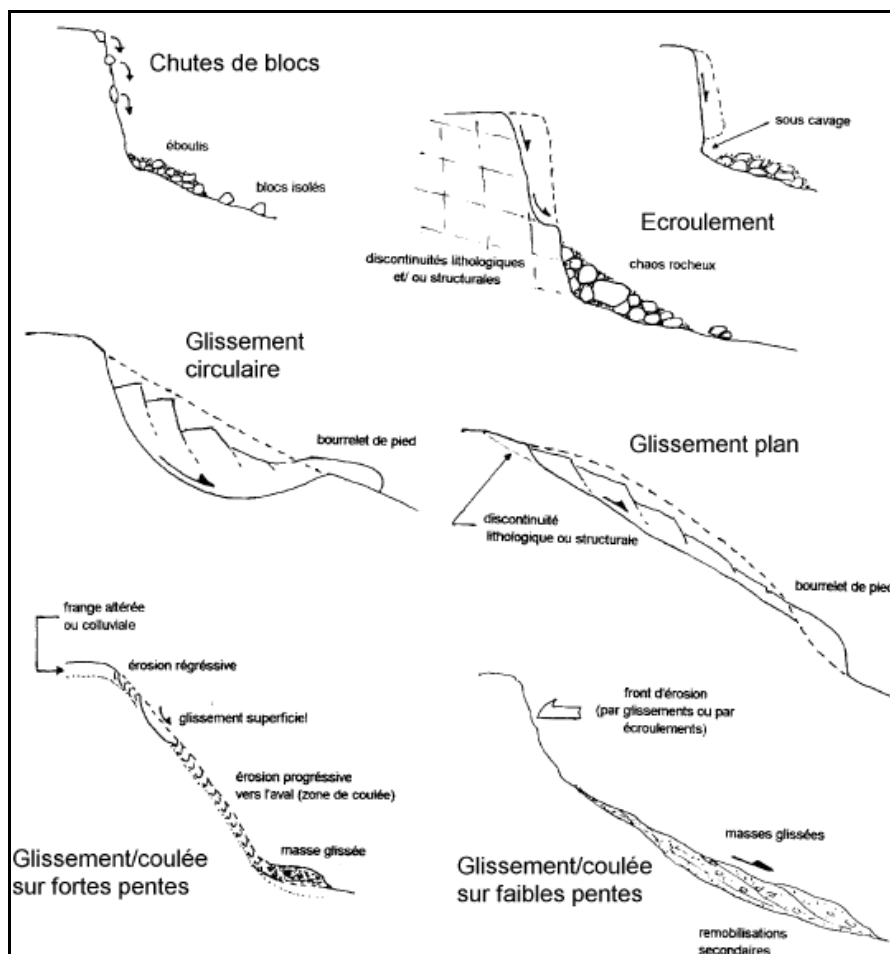


Figure 33 : Illustration des différents mouvements de pente

Dans le bassin stéphanois, la réhabilitation des exploitations à ciel ouvert n'a pas généré de talus significatifs. Dans ces conditions, aucun aléa de type mouvement de pente n'a été évalué sur ces objets.

Pour les dépôts, des glissements superficiels peu importants sont susceptibles de se produire sur les pentes des talus et ont été parfois observés : dans ces conditions, **un aléa glissement superficiel faible a été retenu sur les terrils et leurs plateformes** (pas sur les plâtres, trop réduits).

Les glissements profonds, de plus grande ampleur, ne sont envisageables que sur les objets de grandes dimensions. Les études de stabilité réalisées par CdF concernent les terrils principaux de l'Eparre, de Couriot, du Fay, de Saint Thomas, Lacroix, St Pierre (concession de la Talaudière-Chazotte), Jules, le Marais, et les Egassons. Les conclusions indiquent une stabilité globale. Le terril Saint Pierre de la Ricamarie est lui en cours d'exploitation.

Dans l'optique d'une gestion à long terme de ces terrils, et compte tenu de l'absence d'élément chiffré en appui des études, **un aléa glissement profond faible a été maintenu sur les principaux terrils.**

La cartographie générale de l'aléa est présentée de manière indicative sur la figure 34 on se reportera aux cartes en annexe pour visualiser le report réel de l'aléa à une échelle détaillée.

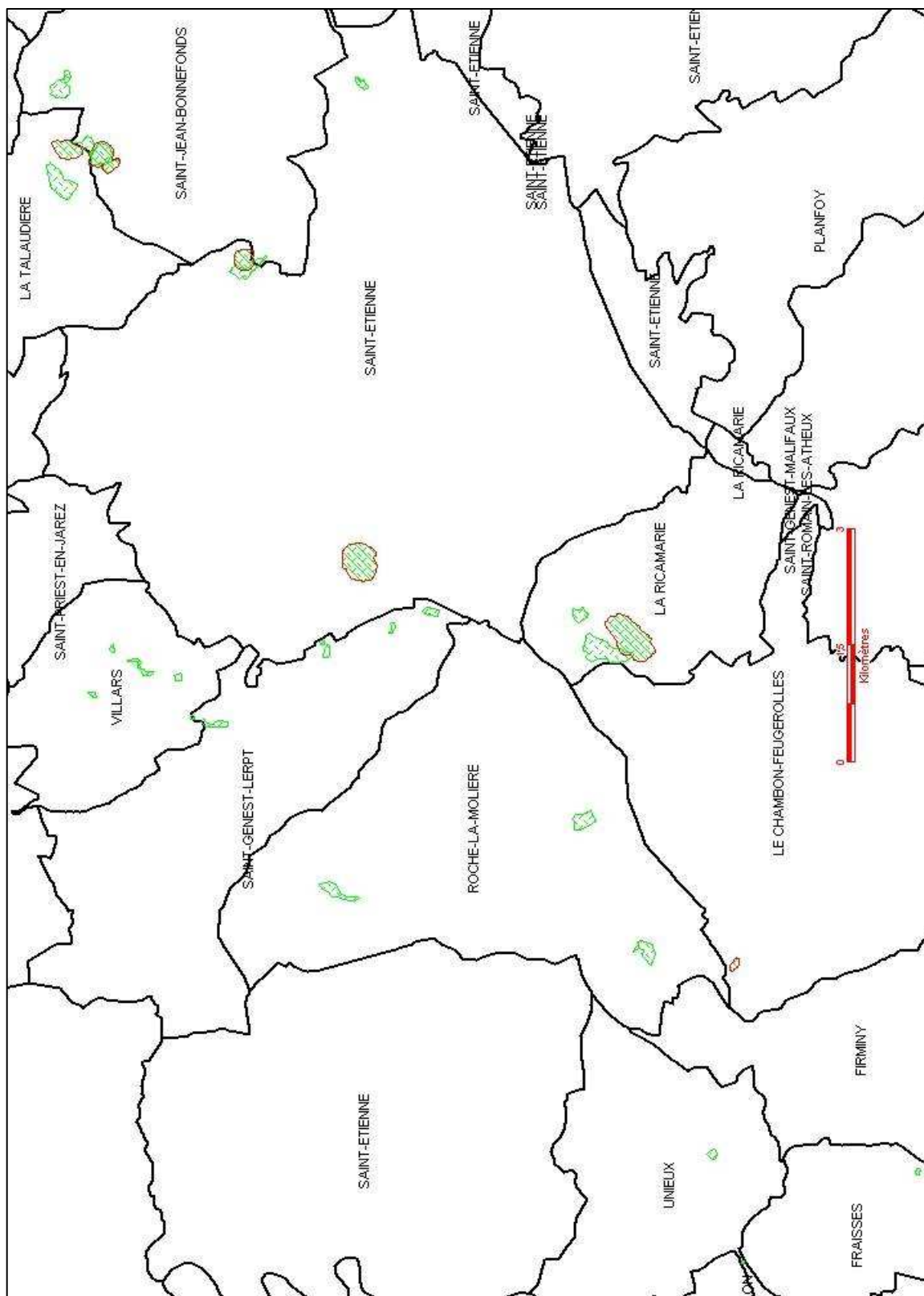


Figure 34 : Enveloppe indicative de l'aléa glissement faible
Contours rouges : aléa glissement profond en plus du glissement superficiel

Le tableau 7 présente la répartition des surfaces d'aléa glissement superficiel et profond par rapport aux territoires communaux

Communes	Glissement profond de niveau faible		Glissement superficiel de niveau faible		Tous niveaux confondus		
	Surface commune ha	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune
FRAISSES	467,00		0,00%	0,30	0,06%	0,30	0,06%
LA RICAMARIE	692,20	22,45	3,24%	37,01	5,35%	37,01	5,35%
LA TALAUDIÈRE	770,30	7,30	0,95%	16,43	2,13%	16,43	2,13%
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	1 749,00	1,20	0,07%	1,25	0,07%	1,25	0,07%
ROCHE-LA-MOLIERE	1 746,00		0,00%	13,31	0,76%	13,31	0,76%
SAINT-ETIENNE sans extensid	3 923,00	22,93	0,58%	27,41	0,70%	27,41	0,70%
SAINT-GENEST-LERPT	1 264,00	10,00	0,79%	5,60	0,44%	5,60	0,44%
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	1 173,00		0,00%	18,92	1,61%	18,92	1,61%
UNIEUX	856,30		0,00%	1,30	0,15%	1,30	0,15%
VILLARS	574,10		0,00%	3,26	0,57%	3,26	0,57%
Total	13 214,90	63,88	0,48%	124,79	0,94%	124,79	0,94%

Tableau 7 : Pourcentage des territoires communaux affectés par l'aléa glissement

Au total, l'aléa glissement superficiel faible représente environ 125 ha, soit à peine 1 % de l'emprise des communes considérées. L'aléa glissement profond de niveau faible ne concerne que 0,5 % à peine de la totalité des territoires communaux affectés, avec un maximum de 3,2 % pour la commune de la Ricamarie.

Globalement, que ce soit pour le glissement superficiel ou les deux phénomènes confondus, les territoires communaux sont peu impactés (moins de 2 % pour l'essentiel, 5% pour la Ricamarie).

Les cartes représentant l'emprise de cet aléa sont présentées en annexe C.

4.2.6. LE PHENOMENE D'ECHAUFFEMENT

Il s'agit d'un phénomène engendré par l'oxydation de la matière organique combustible, soit suite à une combustion spontanée due à la réaction exothermique d'oxydation de la pyrite, soit suite à une mise à feu externe (type feu de broussailles). Ce phénomène a déjà été observé et se produit encore aujourd'hui au sein du périmètre d'étude sur les terrils de Couriot, du Fay et dans le secteur de la colline des Rosiers en particulier. Dans ce dernier cas, c'est la couche 3^{ème} Beaubrun, exploitée en souterrain et dénoyée à proximité de la surface, qui est en combustion. Ce phénomène a entraîné un affaissement des terrains et la destruction au début des années 90 d'un groupe d'immeubles construits en 1980 et 1981

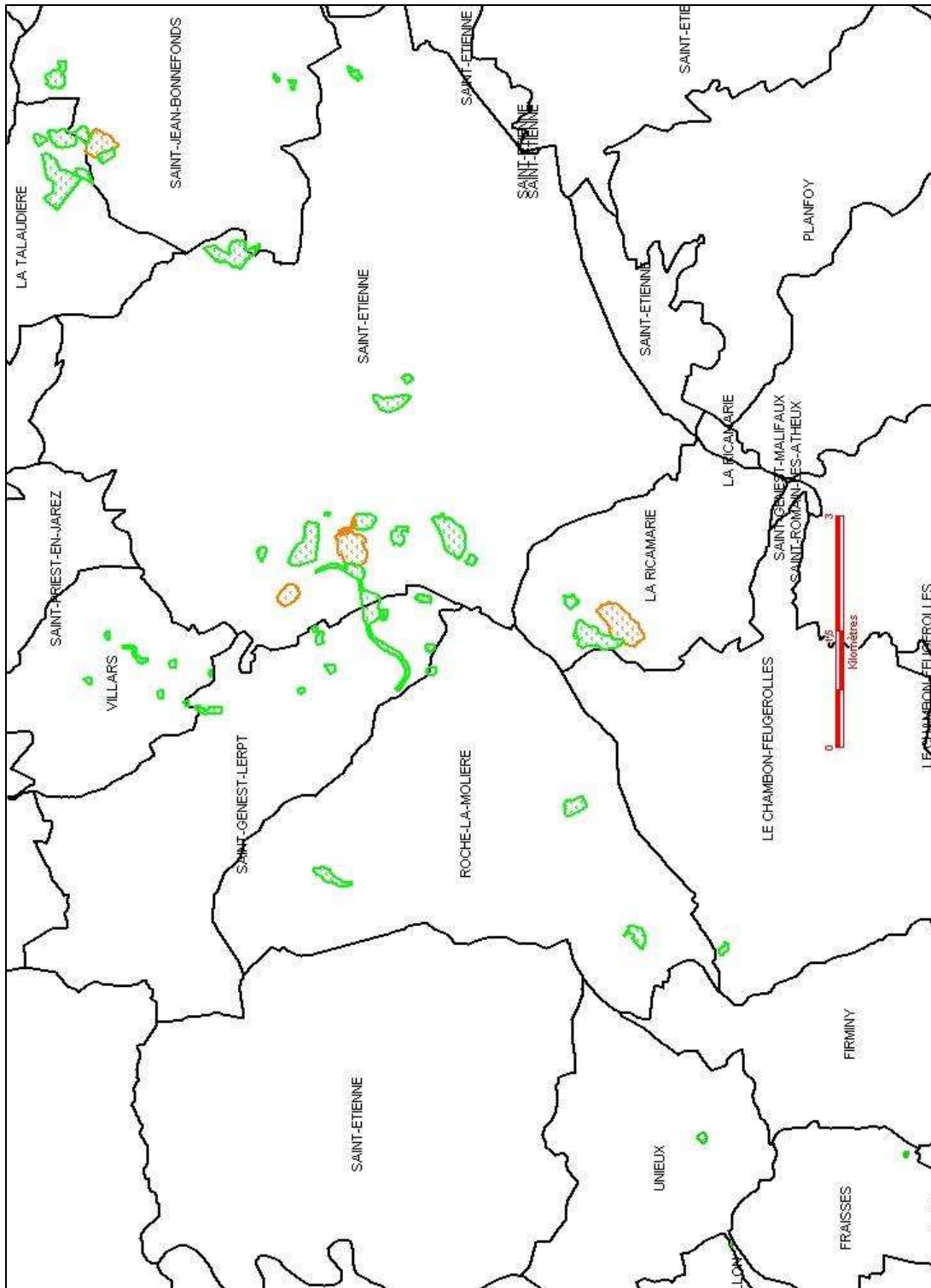
Des échauffements demeurent aujourd'hui possibles en présence de déblais plus ou moins riches en charbon (verses ou terrils, plâtres) ou au niveau des affleurements de charbon. La prédisposition a été jugée plus sensible sur les terrils en combustion et le secteur de la colline des Rosiers, affichés en aléa moyen. L'essentiel des verses, terrils et plâtres a été classé en niveau faible.

Pour les affleurements et découvertes remblayées, la prédisposition est très peu sensible et l'aléa correspondant trop faible pour être cartographié. En effet, les couches exposées à l'affleurement sont déjà oxydées et une mise à feu n'est envisageable qu'en cas de fort incendie de surface, ou de travaux de terrassement inadaptés dégageant des horizons non encore oxydés.

Il paraît judicieux de prévoir une prise en compte globale de ce phénomène d'une manière générale sur le bassin (précautions pour les chantiers par exemple). Les premiers effets en surface peuvent être détectés longtemps après le début du phénomène et son traitement délicat.

Par ailleurs, de nombreuses plateformes ou remblais non inventoriés peuvent contenir suffisamment de matière organique pour être sujets à ce phénomène comme cela c'est produit au niveau de la rocade de Dourdel.

La cartographie générale de l'aléa est présentée de manière indicative sur la figure 35 - on se reportera aux cartes en annexe pour visualiser le report réel de l'aléa à une échelle détaillée.



*Figure 35 : Enveloppe indicative de l'aléa échauffement
En vert aléa faible - en orange aléa moyen*

Le tableau 8 présente la répartition des surfaces d'aléa faible et moyen par rapport aux territoires communaux

Communes	Surface commune	Echauffement de niveau moyen		Echauffement de niveau faible		Tous niveaux confondus	
	ha	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune	ha	% de la surface de la commune
FRAISSES	467,0	0,00	0,00%	0,24	0,05%	0,24	0,05%
LA RICAMARIE	692,2	18,48	2,67%	14,47	2,09%	32,95	4,76%
LA TALAUDIÈRE	770,3	0,10	0,01%	27,00	3,51%	27,10	3,52%
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	1 749,0		0,00%	1,20	0,07%	1,20	0,07%
ROCHE-LA-MOLIERE	1 746,0	0,00	0,00%	14,30	0,82%	14,30	0,82%
SAINT-ETIENNE sans extension	3 923,0	19,60	0,50%	67,90	1,73%	87,50	2,23%
SAINT-GENEST-LERPT	1 264,0	0,00	0,00%	19,57	1,55%	19,57	1,55%
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	1 173,0	8,80	0,75%	13,18	1,12%	21,98	1,87%
UNIEUX	856,3	0,00	0,00%	1,00	0,12%	1,00	0,12%
VILLARS	574,1	0,00	0,00%	4,50	0,78%	4,50	0,78%
Total	13 214,90	46,98	0,36%	163,36	1,24%	210,34	1,59%

Tableau 8 : Pourcentage des territoires communaux affectés par l'aléa glissement

Au total, l'aléa échauffement représente environ 210 ha, soit 1,6 % de l'emprise des communes considérées. (0,36 % pour l'aléa moyen). Ce sont les communes de la Talaudière, la Ricamarie et Saint Etienne sensu stricto qui sont les plus impactées, mais les surfaces restent faibles au regard des territoires communaux (2 à 5 % environ).

Les cartes représentant l'emprise de cet aléa sont présentées en annexe C.

5. CONCLUSIONS

Conformément à la loi du 30 mars 1999 et au décret du 6 juin 2000, la DREAL Rhône Alpes a engagé plusieurs démarches d'évaluation des aléas miniers au sein du bassin houiller de la Loire. La présente étude concerne le périmètre des communes affectées par les 27 titres miniers les plus occidentaux correspondant au sous bassin de Saint-Etienne.

Au total, 18 communes sont concernées par ce périmètre, dont 14 sont affectées par des travaux miniers (voir tableau 2 page 10). Les communes de Firminy, Fraisses et Unieux sont concernées également par les travaux miniers liés à la concession d'Unieux et Fraisses (non reprise par les Charbonnages de France à la nationalisation), qui a déjà fait l'objet d'une évaluation des aléas (rapport GEODERIS S 2010/46DE-10RHA2220). Les cartes présentées intègrent les résultats de cette étude, homogénéisés par rapport à l'approche générale mise en œuvre pour les autres titres.

L'étude d'aléas avait initialement été scindée en 3 ensembles de concessions : secteur Ondaine (3 titres CdF), Saint-Etienne-Ouest (7 titres CdF) et Saint-Etienne-Est (17 titres CdF). Le détail des phases informatives de ces 3 ensembles est fourni sur support informatique joint à cette étude. Les principaux éléments sont regroupés dans le rapport INERIS DRS-09-107578-15507A fourni sur support informatique ou en papier en annexe A (suivant les destinataires du dossier).

L'histoire de l'exploitation minière du bassin stéphanois, débutée en 1321 (date des premiers écrits relatant l'extraction du charbon à Roche-la-Molière), s'achève en 1993 avec la fin de l'exploitation de la découverte de Montrambert (commune de la Ricamarie). Au total, environ 370 millions de tonnes de charbon ont été produites. Les couches étant présentes à l'affleurement, elles ont tout d'abord été exploitées par grattages et tranchées. Les traçages en couches se sont peu à peu approfondis depuis les galeries débouchant au jour (fendues) ou à partir de multiples petits puits (Crots). L'essentiel de l'exploitation souterraine a été menée par des méthodes totales (tout le minerai est enlevé des tailles), les anciens travaux partiels auraient ensuite été repris par l'exploitation plus récente. Quelques secteurs exploités en chambres et piliers abandonnés, potentiellement plus dommageables à terme pour la surface en raison des vides résiduels, ont toutefois été recensés.

Les données de base de l'étude sont constituées par les données AUTOCAD issues des dossiers d'arrêt de travaux et de renonciation des Charbonnages-de-France. Ces données ont été complétées en intégrant les titres fer. Des recherches en archives à la DREAL et au DPSM concernant certains points spécifiques (galeries d'infrastructure, exploitations partielles en particulier) ont également été menées. L'atlas Beaunier, recensant les anciens travaux réalisés avant 1813 a également été géoréférencé pour vérifier la bonne intégration de ces travaux qui n'avaient pas forcément été pris en compte dans les synthèses CdF.

Les objets miniers ont été recensés dans le cadre de la phase informative : environ 1640 ouvrages débouchant au jour (686 puits et 950 galeries) ont ainsi été mis en évidence, un peu moins de 100 dépôts (verses, terrils, plâtres) et une quinzaine d'exploitations à ciel ouvert. Les travaux souterrains totalisent en projection à la surface 43 km² de surface.

Tous ces éléments sont géoréférencés sous MAPINFO et rassemblés sur les cartes informatives (annexe B), restituées au 1/5 000^{ème} à l'échelle de chaque commune. Ces cartes sont également fournies en version raster sur support informatique.

Sur la base de ces éléments informatifs, de l'analyse des méthodes d'exploitation et du contexte géologique, les aléas liés aux mouvements de terrain et à l'échauffement ont été évalués conformément au guide méthodologique *INERIS DRS 06-51198/R01*. Ce rapport est téléchargeable sur le site internet de l'INERIS.

L'aléa **émission de gaz de mine**, pertinent sur ce type de bassin, a fait l'objet d'un recueil documentaire dans le cadre de la phase informative, mais l'évaluation de l'aléa proposée par l'INERIS n'est pas restituée à ce stade, la méthodologie n'étant pas validée à ce stade. *Notons que ce sont les mouvements de terrain qui demeurent les plus problématiques en termes d'urbanisme.*

Les **aléas environnementaux**, également pertinents mais non prioritaires, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation faute de méthodologie opérationnelle. Les éléments informatifs relatifs à la pollution des eaux ont toutefois été recueillis.

L'aléa lié aux **émissions de rayonnements ionisant** n'a quant à lui pas été évalué faute de données et de méthodologie mais est à garder en mémoire, même s'il n'est pas spécifiquement minier compte tenu des substances exploitées (pas d'exploitation de minerai d'uranium par exemple).

Enfin, concernant **l'aléa inondation**, tous les ouvrages miniers et travaux constituent des drains préférentiels pour les eaux d'infiltration et sont donc susceptibles en cas d'épisodes pluvieux hors du commun de générer dans leur environnement des écoulements temporaires. Néanmoins, l'évaluation détaillée de **l'aléa inondation** n'a pas été effectuée compte tenu des caractéristiques du bassin (faibles débits des émergences au regard des débits de crue, situation hydrogéologique stabilisée, présence d'affleurements etc...). Néanmoins, compte tenu des effets potentiels du niveau d'eau sur la stabilité des terrains, **il nous semble important de s'assurer du suivi régulier des émergences existantes et de dispositifs piézométriques représentatifs des différents aquifères** pour garantir la non évolutivité du système. Un inventaire des piézomètres existants et fonctionnels devra être réalisé au préalable. Un contrôle spécifique des opérations de forage pouvant mettre en liaison des aquifères superposés est également préconisé.

On pourra se reporter au détail de cette évaluation dans le rapport INERIS DRS-09-107578-15507A17209 présenté sur support informatique (ou/et annexe A).

Les cartes d'aléas sont présentées en annexe C (cartes communales pour les dossiers par commune).

Les aléas qui ont été évalués sont :

- **L'effondrement généralisé** : Il correspond à une rupture cassante brutale sur de grandes surfaces. C'est l'aléa le plus dommageable pour le bâti existant. Intégré dans l'analyse, il n'a pas été retenu compte tenu de l'absence de configuration favorable.

- **L'effondrement localisé** : il correspond à l'apparition au jour d'un cratère d'effondrement dont les dimensions dépendent de la configuration des travaux concernés. C'est l'aléa de référence du bassin stéphanois, et le phénomène se produit assez régulièrement. Il a été retenu autour des ouvrages débouchant au jour et à l'aplomb des travaux les moins profonds avec un **niveau moyen à faible**. Il concerne de nombreux secteurs urbanisés pour lesquels des études de vulnérabilité pourraient être lancées. Compte tenu de l'histoire ancienne du bassin et de la probabilité élevée de travaux non cartographiés, un aléa faible sur travaux supposés a également été cartographié en liaison avec les affleurements. Si l'aléa moyen est essentiellement associé aux ouvrages débouchant au jour et ne représente sauf rares exceptions que de petits périmètres disjoints, pour un total de 375 ha (au maximum 5% du territoire communal de Saint-Jean-Bonnefonds. L'aléa faible représente quant à lui des zones de surfaces significatives (au total 973 ha), tout comme l'aléa faible sur travaux supposés (2198 ha). Au total, tous niveaux confondus, cet aléa représente 14% de la totalité des communes concernées, et localement jusqu'à 25 % du territoire des communes les plus impactées. L'affichage de cet aléa pourrait être affiné :

1. par localisation précise des ouvrages débouchant au jour (et éventuellement de leur état), ainsi que des tracés des galeries à faible profondeur (prise en compte de leur tracé et de leur profondeur réelles),
2. en précisant la position réelle des couches à l'origine de l'aléa sur travaux supposés (prise en compte du pendage effectif),
3. en caractérisant les vides et les caractéristiques des terrains pour procéder à une réévaluation de l'aléa.

Cette approche n'est pas envisageable à l'échelle du bassin stéphanois mais c'est celle qui est menée dans le cadre des études de risque une fois la vulnérabilité du bâti évaluée et les zones de risque hiérarchisées à l'échelon national.

A plus long terme, cet aléa pourrait être révisé par intégration des études géotechniques menées dans le cadre des projets d'aménagements à l'échelle du bassin stéphanois (reconnaitances, localisation et traitement éventuel des puits retrouvés à l'occasion des terrassements, etc...)

- **L'affaissement** : cet aléa, qui correspond à une déformation souple et progressive des terrains suite à l'éboulement d'un édifice minier souterrain, a été pris en compte mais n'a pas été retenu au final. Sur le bassin stéphanois, compte tenu des méthodes d'exploitation, le phénomène s'est en effet déjà produit dans les quelques années suivant la fin de l'exploitation (on considère en général 5 ans).
- **Le tassement** : il correspond à la recompaction d'un massif meuble (remblai) ou affecté par l'exploitation souterraine, en particulier sous l'effet d'une surcharge ou de grandes variations des conditions environnementales (sécheresse, forte pluviométrie...). Dans le cas présent, cet aléa a été retenu avec un niveau faible à l'aplomb des travaux situés à moins de 50 m de profondeur et sur les zones de remblais associées aux verses, terrils et exploitations à ciel ouvert. Cet aléa couvre une surface totale de 1933 ha, soit 12 % du territoire des communes considérées dans cette étude (25 % pour la commune la plus impactée (La Ricamarie).

- **Les glissements ou mouvements de pente** : On regroupe sous cette appellation les instabilités propres aux objets de surface (verse, terrils, découvertes) et qui sont liées essentiellement à la tenue des talus. Pour le bassin stéphanois, un aléa faible de glissement superficiel a été retenu sur les objets de surface. Un aléa glissement en masse de niveau faible a également été retenu pour les terrils les plus importants (6 terrils au total).
- **L'aléa échauffement** : Il s'agit d'un phénomène engendré par l'oxydation de la matière organique combustible, soit suite à une combustion spontanée due à la réaction exothermique d'oxydation de la pyrite, soit suite à une mise à feu externe (type feu de broussailles). Ce phénomène est envisageable lorsque les matériaux contiennent suffisamment de matière organique et a été retenu avec un niveau faible sur les verses et terrils. La colline des Rosiers, aujourd'hui en combustion souterraine, ainsi que les terrils actuellement en combustion du Fay, de Couriot et de Saint Pierre (exploité pour granulats par combustion) ont été affichés quant à eux en aléa moyen. Ce phénomène est possible également au niveau des affleurements mais la prédisposition n'a pas été jugée suffisante pour le cartographe. Il doit à notre sens être intégré de manière globale pour les aménagements au sein du bassin (possibles mises à feux suite à des feux sur chantier par exemple, ou après mise au jour par terrassements de couches jusque là protégées). On notera par ailleurs que la présence de matière organique est également envisageable au sein des remblais et dépôts divers issus de la remobilisation des verses et terrils au cours de l'histoire mais qui ne sont pas aujourd'hui référencés.

Une mise en page par commune au 1/5000^{ème} de chacune de ces cartes a été réalisée sur fond orthophotoplan (annexe C).

Le tableau 9 présente la répartition des cartes par commune.

Communes	Carte informative	Aléa effondrement localisé	Aléa tassement	Aléa glissement	Aléa échauffement
FIRMINY	1	1	1	0	0
LA FOUILLOUSE	1	1	0	0	0
FRAISSES	1	1	1	1	1
LA RICAMARIE	1	1	1	1	1
LA TALAUDIÈRE	1	1	1	1	1
LE CHAMBON-FEUGEROLLES	1	1	1	1	1
ROCHE-LA-MOLIERE	2	2	2	2	2
SAINT-ETIENNE	3	3	3	1	1
SAINT-GENEST-LERPT	1	1	1	1	1
SAINT-JEAN-BONNEFONDS	1	1	1	1	1
SAINT-PRIEST-EN-JAREZ	1	1	1	0	0
SORBIERS	1	1	1	0	0
UNIEUX	1	1	1	1	1
VILLARS	1	1	1	1	1
Cartes générales	4	4	4	4	3

Tableau 9 : Répartition des cartes par communes

ANNEXE A

1) Rapport INERIS DRS-09-107578-15507A

Version informatique ou papier suivant destinataire

2) Rapport INERIS DRS-10-111845-11869A

Version informatique ou papier suivant destinataire

(hors texte)

ANNEXE B

Cartes informatives

DREAL et GEODERIS : 4 cartes générales

Communes : 1 carte communale

(hors texte)

ANNEXE C

Cartes d'aléas

**DREAL et GEODERIS : cartes générales
Communes : cartes communales**

(hors texte)