



VU
Pour être annexé à mon arrêté en
date de ce jour, 01 AOUT 2011
Alençon, le :

Signature
Le Préfet,
Bertrand MARECHAUX,

Plan de Prévention des Risques Miniers Bassin ferrifère de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS

Communes de BANVOU, LA COULONCHE, LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS

Pièce n°1

Rapport de présentation

Octobre 2010

SOMMAIRE

1 Définition et démarche d'élaboration d'un PPRM.....	2
1.1 Objet et portée du P.P.R.M.....	2
1.2 Contenu du P.P.R.M.....	3
1.1 Prescription du P.P.R.M.....	3
1.1 Elaboration du P.P.R.M.....	4
1.2 Application du P.P.R.M.....	4
1.3 Modification du P.P.R.M.....	5
2 Présentation de la zone d'étude.....	6
2.1 Situation et cadre géographique.....	6
2.2 Le milieu naturel.....	7
2.2.1 Morphologie.....	7
2.2.2 Contexte géologique.....	7
2.2.1 Le réseau hydrographique.....	10
2.2.1 Le réseau hydrogéologique.....	10
2.2.1 Contexte végétal.....	11
2.3 Habitat et cadre humain.....	11
2.4 Activité économique.....	12
2.5 Les Infrastructures.....	13
3 Historique de l'exploitation.....	14
3.1 Les concessions.....	14
3.1 Anciens travaux de recherche.....	15
3.2 Les anciennes fouilles.....	15
3.3 Historique et fermeture de l'exploitation minière.....	15
4 Méthodologie, identification et affichage de l'information.....	17
4.1 Les fonds de plan utilisés.....	17
4.2 Les cartes d'aléa.....	17
4.2.1 Méthode d'élaboration des cartes d'aléa.....	17
4.2.1 Description et qualification des aléas.....	18
4.2.1.1 . Les effondrements localisés.....	18
4.2.1.1 . Les affaissements.....	22
4.2.1.1 . Les glissements.....	24
4.2.1.2 . Les tassements.....	24
4.2.1.3 . La pollution des sols et des eaux.....	24
4.2.1.4 . L'émanation de gaz de mines.....	24
4.2.1.1 . Rayonnements ionisants.....	25
4.2.1.2 . Les inondations par les eaux d'exhaure.....	25
4.2.1 Incidence au niveau du bâti.....	26
4.1 Les cartes d'enjeux.....	26
4.1.1 Principe d'élaboration.....	26
4.1.1 Les enjeux exposés aux aléas miniers.....	27
4.2 Elaboration des cartes de zonage réglementaire.....	28
5 Le plan de zonage réglementaire.....	29
5.1 Traduction des aléas en zonage réglementaire.....	29
5.1 Nature des mesures réglementaires.....	31
5.1.1 Bases légales.....	31
5.1.2 Mesures individuelles.....	31
5.1.2.1 . Etude ossature béton.....	32
5.1.2.1 . Etude ossature bois et acier.....	33
5.1.2.2 . Études particulières pour les bâtiments hors typologie.....	33
6 Annexes schémas de principe des méthodes d'exploitation.....	34
7 Bibliographie.....	37

Plan de Prévention des Risques Miniers du bassin ferrifère de LA FERRIÈRE-AUX ETANGS

1 Définition et démarche d'élaboration d'un PPRM

Le Plan de Prévention des Risques Miniers (P.P.R.M.) du bassin ferrifère de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS intéresse les communes de BANVOU, LA COULONCHE et LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS qui sont concernées par les concessions de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et de MONT-EN-GÉROME. Il est établi en application de l'article 94 du code minier.

L'article 94, introduit par la loi n°99-245 du 30 mars 1999 relative à la responsabilité en matière de dommage consécutifs à l'exploitation minière et à la prévention des risques miniers après la fin de l'exploitation, indique que « l'Etat élabore et met en œuvre des plans de prévention des risques miniers, dans les conditions prévues aux articles L.562-1 à L.562-7 du code de l'environnement, relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles. Ces plans emportent les mêmes effets que les plans de prévention des risques naturels prévisibles.

Toutefois, les dispositions de l'article L 561-3 du code de l'environnement relatives au fonds de prévention des risques naturels majeurs ne sont pas applicables aux PPRM dont le financement est en conséquence en totalité à la charge de l'Etat.

En revanche, en complément du dispositif de prévention des risques et donc indépendamment du présent PPRM, l'article 75-1 du code minier étend la responsabilité de l'exploitant ou du titulaire du titre minier et institue une garantie de l'Etat en cas de disparition ou de défaillance du responsable. Dans cette situation, l'Etat devient garant de la réparation des dommages ; il est subrogé dans les droits des victimes à l'encontre du responsable ».

1.1 Objet et portée du P.P.R.M

Les plans de prévention des risques miniers ont été institués par le législateur dans le but d'assurer la sécurité des personnes et des biens. Ils permettent d'assujettir les autorisations de construire à des prescriptions de nature à prévenir les dommages susceptibles d'affecter les constructions en cas d'accident ou d'affaissement minier. Ils doivent aussi rendre inconstructibles les zones dans lesquelles il n'existerait pas de prescriptions raisonnablement envisageables pour assurer cette prévention. Ils peuvent limiter ou interdire l'exercice d'activités professionnelles ou autres. Ils peuvent même assujettir la construction des réseaux et infrastructures à des règles particulières.

Le PPRM approuvé vaut servitude d'utilité publique au titre de l'article L. 562-4 du code de l'environnement. Il doit donc être annexé au plan d'occupation des sols (POS), ou au plan local d'urbanisme (PLU) afin d'être opposable aux demandes de permis de construire et autres autorisations d'occupation du sol régies par le code de l'urbanisme.

En complément d'un P.P.R.M, l'analyse des risques miniers peut conduire, aux endroits où cela s'avère nécessaire, à mettre en place une surveillance des risques, celle-ci pouvant ensuite être

suivie de travaux de mise en sécurité, voire de procédures d'expropriation en application de l'article 95 du code minier.

1.2 Contenu du P.P.R.M

Conformément aux articles R562-3 et R562-4 du code de l'environnement, le Plan de Prévention des Risques Miniers du bassin ferrifère de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS comporte :

- la présente note de présentation, qui présente succinctement la zone d'étude et la nature et l'importance des risques miniers pris en compte ainsi que la probabilité de leur survenance et leurs conséquences possibles. Trois types de documents graphiques y sont annexés : une carte informative synthétisant l'information minière disponible, une carte des aléas des phénomènes et une carte des enjeux. Ces documents ont été réalisés sur la base de la bibliographie existante, d'observations de terrain et d'enquêtes auprès des principaux acteurs locaux;
- un zonage réglementaire, élaboré sur la base du croisement de la cartographie des aléas et de la cartographie des enjeux;
- un règlement, qui précise les règles applicables dans les différentes zones définies ainsi que les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

1.1 Prescription du P.P.R.M.

Les articles R562-1 et R562-2 du Code de l'environnement définissent les modalités de prescription des P.P.R..

Le **décret n°2000-547 du 16 juin 2000** relatif à l'application des articles 94 et 95 du code minier précise les spécificités des P.P.R.Miniers et énumère les principaux risques à prendre en compte.

Le Plan de Prévention des Risques Miniers du bassin ferrifère de La FERRIÈRE-AUX-ETANGS a été prescrit par arrêté préfectoral le 17 septembre 2007. Les risques étudiés par le PPRM sont les suivants :

- les affaissements,
- les effondrements localisés ou fontis ;
- les glissements de terrain ;
- les tassements ;
- les inondations par les eaux d'exhaure ;

Concernant les inondations par les eaux d'exhaure, les problèmes jusqu'alors rencontrés se concentraient au niveau du travers banc 220 qui permettait des résurgences d'eau d'exhaure par des fontis. Des travaux ont été réalisés sur l'ouvrage d'obstruction du travers banc 220 afin de tenter d'abaisser le niveau de l'aquifère minier et un exutoire a été créé à sa base. Malgré ces aménagements, un risque d'inondation par les eaux d'exhaure subsiste (Cf. § 4.2.2.8.).

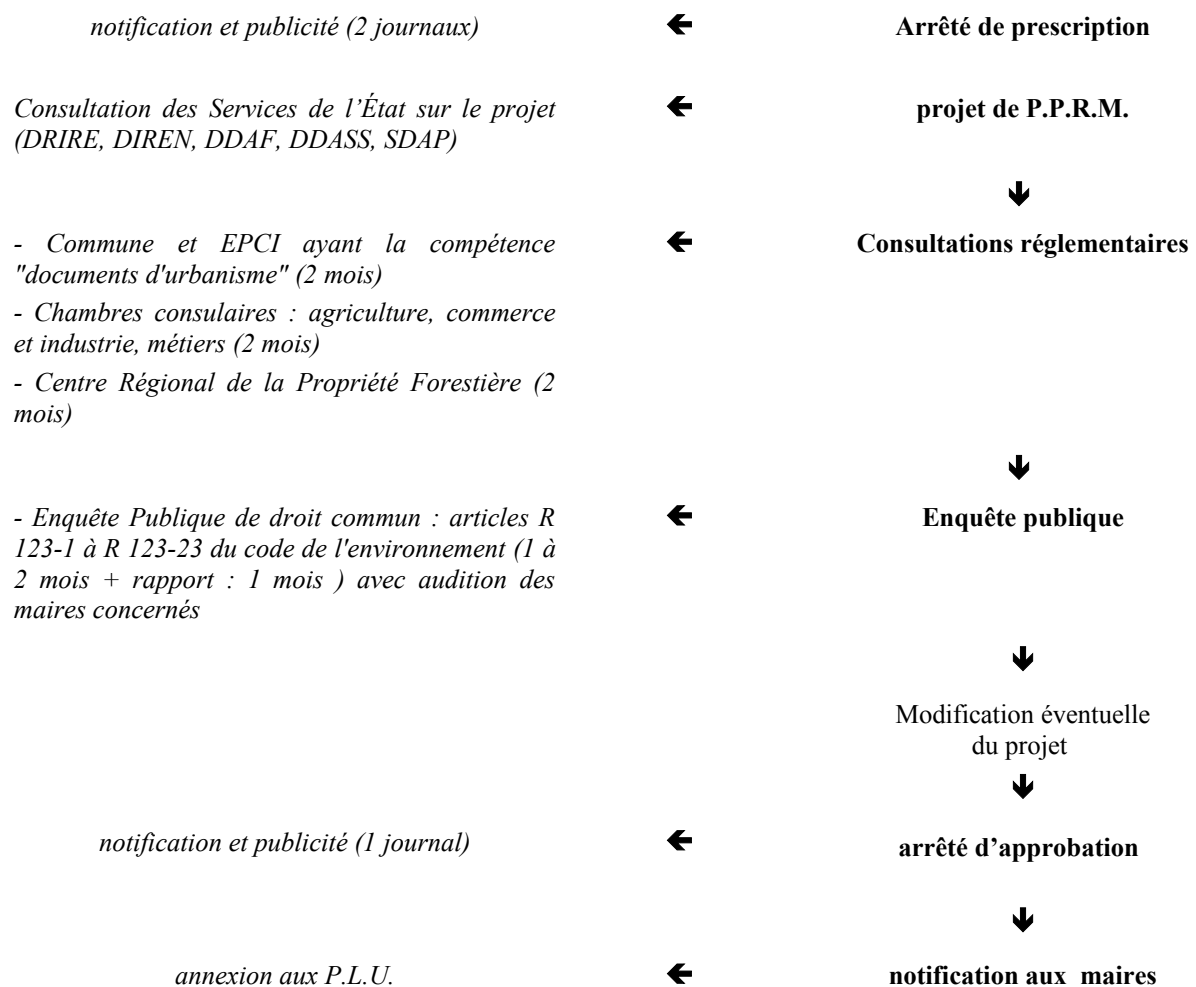
Pour mémoire, précisons que la **circulaire ministérielle n°08-160 du 3 mars 2008** relative au objectifs, contenu et élaboration des PPRM précise les conditions à respecter pour prescrire un PPRM. Compte-tenu de la nature et de l'intensité des aléas miniers générés par les anciens travaux et des enjeux impactés en surface, ces conditions sont bien respectées.

1.1 Elaboration du P.P.R.M

La Direction Départementale de l'Équipement de l'Orne a instruit, en collaboration avec la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, l'élaboration du présent plan de prévention.

La procédure administrative d'élaboration du P.P.R.M. est présentée ci-après. Elle ne fait pas apparaître les phases d'étude : détermination des aléas, des enjeux, croisement des deux cartographies et élaboration d'un projet de règlement, qui interviennent en amont, avant la consultation des services sur le projet. La prescription quant à elle, a en général lieu à la fin des études d'aléas et préalablement à l'étude des enjeux.

Déroulement de la procédure PPR



1.2 Application du P.P.R.M

Le Projet de P.P.R.M. amendé est approuvé par arrêté préfectoral à l'issue des consultations et de l'enquête publique. Il vaut alors servitude d'utilité publique mais doit, pour être opposable aux tiers, être annexé au P.O.S. ou au P.L.U.

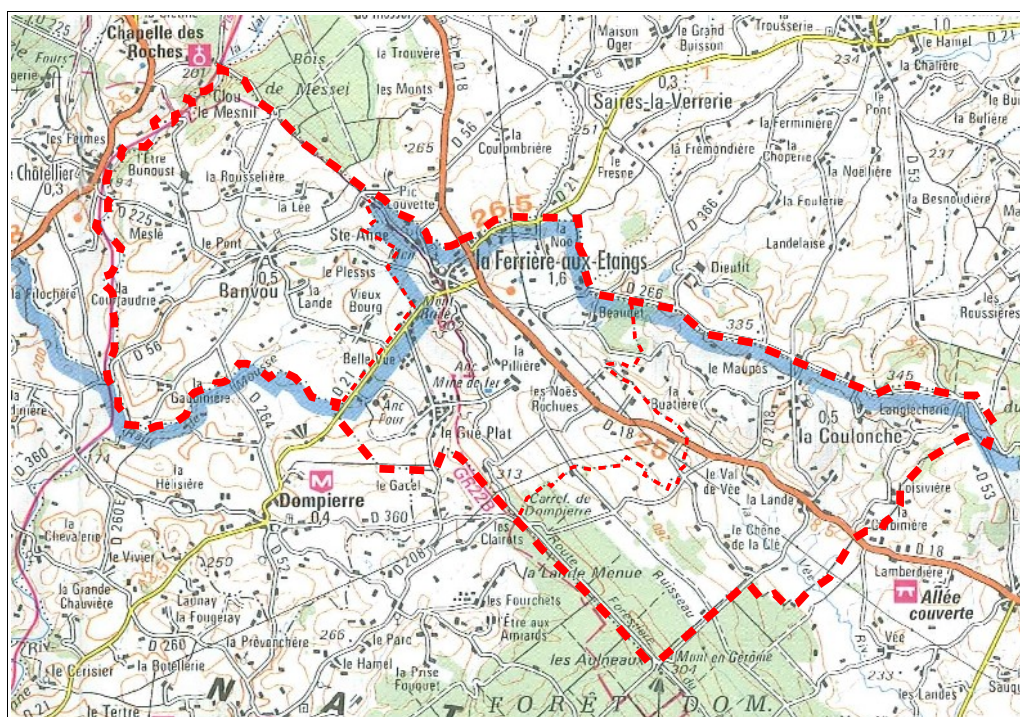
Le plan approuvé est tenu à la disposition du public dans les mairies, aux sièges des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) concernés, à la préfecture de l'Orne et au siège de la DDE.

1.3 Modification du P.P.R.M

Le P.P.R.M. ne peut-être modifié qu'au terme d'une procédure identique à celle de son élaboration. Les consultations et l'enquête publique peuvent toutefois ne concerner que la ou les commune(s) concernées par les modifications.

2 Présentation de la zone d'étude

Périmètre de la zone d'étude
(extrait de la carte IGN n°17 au 1/100 000 Laval Argentan)

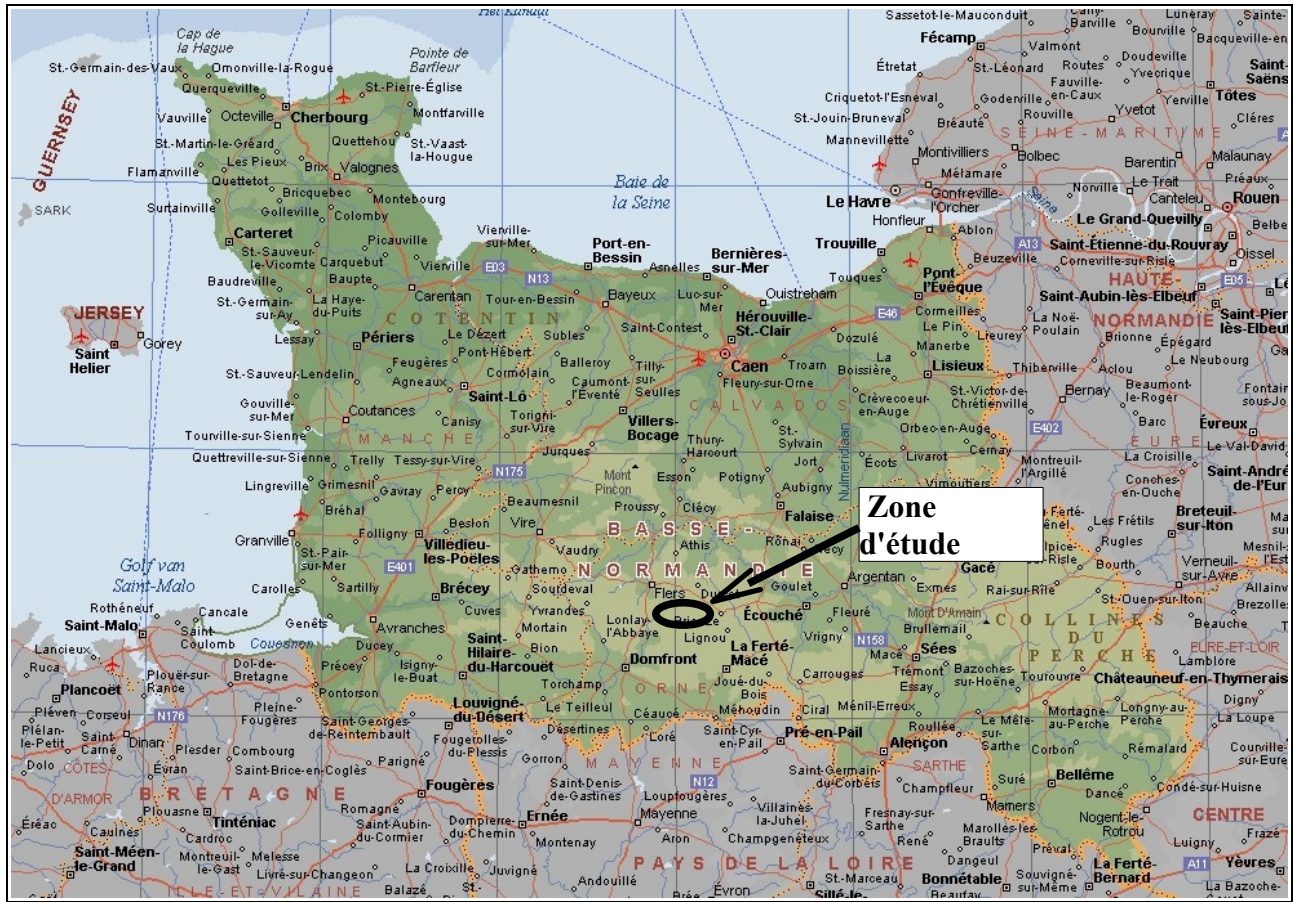


2.1 Situation et cadre géographique

La zone d'étude se situe dans l'extrémité ouest du département de l'Orne, à mi-chemin entre les villes de FLERS et de LA FERTÉ-MACÉ. Elle s'inscrit au cœur d'une région rurale de tradition agricole. Composée de trois communes (BANVOU, LA COULONCHE, LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS), elle s'étend sur une douzaine de kilomètres de long, selon un axe Nord-Ouest - Sud-Est, en englobant la RD18 (axe FLERS - LA FERTÉ-MACÉ). Elle couvre ainsi une superficie de 3 823 hectares (38,23 km²), à cheval entre les pays de LA SUISSE-NORMANDE et du DOMFRONTAIS.

Les trois communes étudiées sont administrativement rattachées à l'arrondissement d'ARGENTAN et dépendantes du canton de MESSEI.

Localisation de la zone d'étude



2.2 Le milieu naturel

2.2.1 Morphologie

La zone d'étude occupe une région vallonnée caractérisée par de petites collines ne dépassant jamais une centaine de mètres de hauteur. Les pentes sont globalement douces, à l'exception de quelques coteaux marqués, tel que celui s'étirant entre le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et le village du GUÉ-PLAT. Plusieurs vallées parcourent ce territoire. Parfois encaissées, elles contribuent également au renforcement de certaines pentes. Les rives gauches des vallées de LA VARENNE et de LA VÉE présentent ainsi quelques passages escarpés.

Les altitudes sont faibles. Elles s'étagent entre 179 mètres au Sud de la commune de BANVOU (limite communale entre BANVOU et DOMPIÈRE) et 345 mètres le long de la RD266 en limite communale nord de LA COULONCHE. Le point culminant se situe au niveau du SOMMET DE CHARLEMAGNE (345 mètres).

2.2.2 Contexte géologique

La région de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS se situe sur l'emplacement d'un ancien bassin sédimentaire composé de terrains de l'ère précambrienne et du début de l'ère primaire. Plusieurs phases de déformations tectoniques liées à différents cycles orogéniques (événements conduisant à la formation des montagnes) l'ont affecté, entraînant d'importants plissements, et un métamorphisme de certains dépôts sédimentaires en formation schisteuses (transformation de

matériaux en un type de roche sous l'effet des pressions et des températures engendrées par l'épaisseur des dépôts et les contraintes des déformations tectoniques). Deux cycles orogéniques majeurs ont ainsi affecté la région :

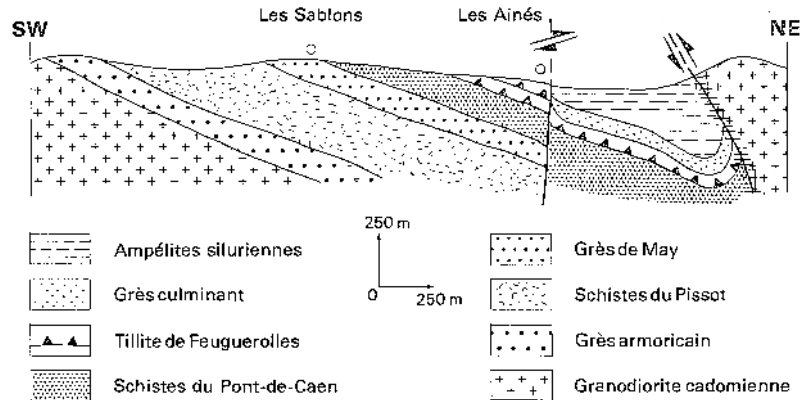
• **le cycle cadomien** survenu à la fin de l'ère précambrienne, représenté par des matériaux de l'étage briovérien très abondants sur la zone d'étude.

• **le cycle hercynien** survenu à la fin de l'ère primaire, représenté par des matériaux des périodes ordovicienne et silurienne. La particularité de ce cycle est d'avoir entraîné la formation de plusieurs grands synclinaux (plis en forme de « U »), dont un qui passe au niveau de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS. Seules quelques reliques de ce cycle sont visibles au niveau du synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS.

Des intrusions plutoniques granitiques (activité magmatique) se sont également manifestées durant et/ou après le cycle cadomien. Une partie des dépôts briovériens ont ainsi subi un métamorphisme de contact lié à cette présence magmatique. Quant aux formations cambriennes, elles reposent en discordance au contact des matériaux granitiques.

On ajoutera que cette partie de la région de Normandie est restée émergée après le cycle hercynien, contrairement à d'autres territoires (région de CAEN par exemple), ce qui explique l'absence de formations sédimentaires de l'ère secondaire.

L'érosion a pratiquement effacé toute trace de surface de l'activité tectonique subie par la région, dont les anticlinaux (plis en forme de « U » renversé) reliant les synclinaux entre eux. Seule une interprétation de la carte géologique locale permet de retranscrire l'agencement souterrain des terrains, par le biais de coupes géologiques.



Coupe géologique transversale du synclinal de La Ferrière-aux-Etangs
(d'après la carte géologique n°211 Flers-de-l'Orne BRGM 1982)

Le synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS a la particularité de ne posséder qu'un seul flanc sud plongeant à 30° vers le Nord-Est. Son flanc nord est tronqué par une faille sub-v verticale le mettant directement en contact avec un massif granodioritique s'étendant de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS à LA FERTÉ-MACÉ. De même, son orientation N140 dénote par rapport aux autres synclinaux de la région, dont le positionnement est plus proche d'une orientation Est - Ouest. Enfin, le banc de minerai exploité est contenu dans la formation des schistes du Pissot.

Les formations précambriennes :

Elles sont composées de dépôts détritiques marins rattachés au Briovérien supérieur (étage de la fin du Précambrien) et métamorphisés en schistes lors du cycle cadomien. Elles se présentent sous la forme de matériaux finement lités (siltites-argilite) clairs et sombres. Une partie de ces

dépôts a également subi un métamorphisme de contact lié à aux intrusions granitiques qui ont touché la région, ce qui a favorisé la formation de cornéennes micacées (roche sombre finement grenue issue du métamorphisme de contact). Les formations précambriennes sont prédominantes dans la région. Sur la zone d'étude, elles occupent un vaste territoire s'étendant de BANVOU au village du GUÉ-PLAT.

Les roches intrusives :

Des formations plutoniques se rencontrent sur une partie de la zone d'étude et occupent une grande partie de la région de FLERS. Il s'agit d'intrusions magmatiques granodioritiques qui ont entraîné le métamorphisme d'une partie des dépôts précambriens (formation de cornéennes micacées). La partie supérieure des roches plutoniques est localement arénisée, parfois sur 10 mètres d'épaisseur (altération de surface du granite).

Les formations primaires :

Elles composent le synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS. Elles intéressent plus particulièrement le P.P.R.M., puisque c'est en leur sein que se trouve la couche de minerai de fer exploitée dans les mines. Les périodes ordovicienne et silurienne sont représentées. On rencontre depuis la base :

- la **formation du Grès armoricain** (étage Arenigien) puissante de 140 mètres composée de matériaux conglomératiques à forte tendance quartzique, avec vers le sommet de la formation une alternance de bancs schisteux. Ils constituent la base du synclinal ;
- la **formation des schistes du Pissot** (étages Llanvirnien - Llandeilien) d'une puissance estimée à 180 mètres composée d'argilite et de siltite noire micacées et recelant plusieurs niveaux riches en minerai de fer. Seule une couche de minerai a été exploitée car plus constante. Son épaisseur irrégulière le long du synclinal varie au niveau de la Ferrière-aux-Etangs entre 3 et 5 mètres au Nord du Puits Pralon pour s'amincir jusqu'à 1,8 mètres au niveau de la concession de Mont-en-Gérôme. Son pendage oscille entre 30° et 45°. On notera qu'à l'Ouest de la zone d'étude, la puissance du banc de minerai peut atteindre 9 mètres (concession de Saint-Clair de Halouze) ;
- la **formation des Grès de May** (étages Llandeilien - Caradocien) d'une puissance estimée comprise entre 80 et 100 mètres et composée de grès quartziques souvent micacés de teinte variable (rouge, ocre ou blanche). Des intercalations schisteuses noires marquent cette formation ;
- la **formation des schistes du Pont-de-Caen** (étages Caradocien) d'une puissance supposée de 100 mètres, composée d'argilites noires finement micacées et de siltites avec quelques intercalations gréseuses ;
- la **formation de la Tillite de Feugueroles** (étage Ashgillien) d'une puissance voisine de 20 mètres, composée de schistes noires. Caractérisée par une granulométrie fine, cette formation renferme également des galets striés, ce qui laisse supposer qu'une partie des matériaux en place a une origine glaciaire (apport par le biais de glaces dérivantes) ;
- la **formation du Grès culminant** (étages Ashgillien - Llandovérien) d'une puissance de 70 mètres et composée de grès quartziques blancs stratifiés en bancs décimétriques à métriques avec parfois des intercalations schisteuses ;
- La **formation des schistes siluriens** (étages Llandovérien - Ludlowien) de puissance indéterminée formant le cœur du synclinal.

Les formations formant le synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS affleurent selon une bande pouvant atteindre 5 kilomètres de large, comprise entre la vallée de LA VÉE et la crête forestière de LA LANDE MENEUE.

Les formations quaternaires

Des colluvions nappent parfois la surface du sol. Il s'agit du produit d'altération du substratum maintenu en place ou remanié par des mouvements gravitaires (ruissellements, etc.).

Les axes de vallées sont généralement occupés par des alluvions fluviales (matériaux charriés et déposés par les cours d'eau).

2.2.1 Le réseau hydrographique

La zone d'étude est drainée par deux bassins versants qui sont LA VÉE et LA VARENNE.

- LA VÉE prend sa source au Sud-Est du bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS pour s'écouler en direction de BAGNOLE-DE-L'ORNE (Sud-Est de la zone d'étude). Sa vallée étroite au sommet du bassin versant s'ouvre très rapidement au niveau de la commune de LA COULONCHE, jusqu'à atteindre presque un kilomètre de large. LA VÉE draine ainsi les eaux de la moitié Est de la zone d'étude. Elle est alimentée par plusieurs petits affluents dont le ruisseau de LA MOUSSE qui emprunte une vallée parallèle à la sienne.

- LA VARENNE contourne la zone d'étude par l'Ouest, en soulignant la limite communale ouest de BANVOU. Elle draine une zone humide au Nord de BANVOU puis, au niveau du pont de LA FONTE, elle s'engage dans une vallée relativement étroite. LA VARENNE draine la moitié ouest de la zone d'étude, la limite de partage des eaux avec le bassin versant de LA VÉE passant par le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et les hauteurs du village du GUÉ PLAT. Elle collecte les eaux de plusieurs ruisseaux, dont celui du village de BANVOU et LA MORINIÈRE qui correspond à l'exutoire du lac de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et dont un des bras, aussi appelé ruisseau de LA MOUSSE, traverse le village du GUÉ-PLAT.

2.2.1 Le réseau hydrogéologique

Parmi les grands ensembles géologiques en place dans la région, seules les formations primaires (celles formant le synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS), sont susceptibles de renfermer un aquifère conséquent.

Plusieurs piézomètres installés au GUÉ PLAT, dans le secteur du travers-banc 220 (TB220), par le Conseil Général de l'Orne et la DRIRE Basse-Normandie, renseignent sur l'aquifère local. Deux des piézomètres sont en place directement dans les travaux miniers, et les schistes du Pissot, sept autres sont implantés dans les schistes briovériens. Ce site a été instrumenté suite à la formation de plusieurs fontis suivis d'inondations localisées (inondation des caves de l'école et d'une propriété située à proximité du TB220). D'après le rapport INERIS de janvier 2005, les données piézométriques obtenues au GUÉ-PLAT peuvent être appliquées à l'ensemble de l'exploitation, compte-tenu de la régularité du contexte géologique.

- Les schistes du Pissot sont relativement peu perméables, seuls les passages présentant une fracturation importante sont aquifères. D'après un piézomètre du Conseil Général, le niveau moyen de la nappe en leur sein se situe à 255 mNGF.

- Le grès armoricain constitue l'aquifère local le plus important. Son niveau piézométrique est inconnu mais, d'après des archives de la DRIRE, il représente une réserve d'eau considérable.

Des échanges vers les formations schisteuses environnantes sont probables et il semblerait que son recoupement par les travaux de fond donnait lieu à d'importantes venues d'eau.

- Les terrains composés de cornéennes briovériennes présentent des sources qui témoignent de la présence d'un aquifère plus ou moins productif. Plusieurs piézomètres situent la nappe à un même niveau (absence de cote) et établissent une corrélation entre ses mouvements et ceux du réservoir minier, en notant toutefois une amplitude plus faible dans les cornéennes.

- L'aquifère minier correspond au remplissage des vides créés par l'exploitation minière au sein des schistes du Pissot. Durant l'exploitation, l'évacuation des eaux d'exhaure s'effectuait par le travers-banc 220. Le débit journalier des eaux d'exhaure était alors compris entre 1700 et 2000 m³/jour, sachant qu'environ 200 m³/jour provenaient de travaux situés au-dessus du niveau 221 mNGF. A la fermeture de la mine, le niveau d'eau s'est élevé et l'exhaure naturelle s'est établie par l'accès du TB220.

L'exutoire des eaux minières a subi quelques aménagements suite aux travaux de fermeture de la mine. Pendant un temps, l'exhaure s'est poursuivie par le TB220 en s'écoulant à la cote 227 mNGF, par le biais d'un déversoir aménagé dans le mur obturant l'entrée du TB220. A l'époque, la ligne d'eau était plus élevée au sein des travaux minier. Ainsi, au niveau du Puits PRALON, le niveau de l'eau atteignait en moyenne 245 mNGF, et un piézomètre communicant avec les travaux miniers annonçait une cote légèrement inférieure (quelques mètres en dessous). Dans son rapport de janvier 2005, l'INERIS explique les variations du niveau de l'aquifère minier, entre le Puits PRALON et l'exutoire du TB220, par des éboulements successifs qui auraient affectés la galerie du TB220. On rappellera que plusieurs fontis se sont effectivement produits au Gué-PLAT, au droit du TB220.

Depuis, le barrage obstruant le TB220 a été percé à une cote inférieure (quelques mètres en-dessous du déversoir précédent) afin de soulager la charge hydraulique à l'arrière de l'ouvrage. Le rapport INERIS estime que l'impact de cette modification devrait se traduire par un abaissement de 5 à 6 mètres de la charge hydraulique, sachant que l'obstruction de la galerie du TB220 par des effondrements subsiste, ce qui peut maintenir une ligne d'eau localement plus élevée par rapport au nouvel exutoire créé.

En conséquence, et en l'absence de points de mesure complémentaires, le niveau d'ennoyage moyen retenu sur l'ensemble de la mine est de 245mNGF. On précisera toutefois que sur l'année ce niveau peut varier cycliquement d'une dizaine de mètres, entre 240 et 250 mNGF.

2.2.1 Contexte végétal

Prairies et espaces cultivés se partagent une grande partie du territoire en occupant près de 75% de l'espace disponible. Le découpage parcellaire présente des formes géométriques très aléatoires soulignées par la présence de nombreuses haies. La région a su conserver une grande partie de son bocage, et ainsi préserver son identité rurale.

Outre les zones urbaines, le reste de la zone d'étude accueille quelques boisements, dont le bois du Gué-PLAT et une partie de la forêt domaniale des ANDAINES qui forme une vaste coulée verte en direction de BAGNOLE-DE-L'ORNE.

2.3 Habitat et cadre humain

Le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS s'impose aux deux autres communes par sa taille. Son centre ancien situé au carrefour des RD21 et RD18E s'est progressivement étendu jusqu'à coloniser les abords de la RD18. Un second village important s'est développé sur cette commune,

deux kilomètres au Sud du bourg. Il s'agit du GUÉ-PLAT dont l'architecture et l'organisation nous rappelle les origines minières des lieux (village minier). Les villages de BANVOU et de LA COULONCHE sont de taille plus modeste.

Plusieurs hameaux complètent l'habitat et on note un certain nombre de constructions isolées disséminées sur l'ensemble de la zone d'étude. Il s'agit la plupart du temps de maisons anciennes ou d'exploitations agricoles.

L'habitat individuel prédomine. Hormis les constructions mitoyennes des villages, le bâti est essentiellement de type pavillonnaire. La commune de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS accueille de plus une structure éducative importante, puisqu'un ensemble scolaire, dont un collège, est implanté sur son territoire. Mis à part la réalisation récente d'une zone d'activité sur la commune de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS en bordure de la RD18, la zone d'étude ne donne pas l'impression de subir de fortes pressions foncières, ce qui préserve son caractère rural.

L'analyse des données INSEE ne reflète toutefois pas cette impression pour toutes les communes. En effet, si LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS a perdu 9% de ses habitants en 26 ans (entre 1982 et 2008), BANVOU et LA COULONCHE en ont fortement gagné sur des périodes différentes. Ainsi, entre 1999 et 2006 la population de BANVOU a progressé de 29% alors qu'elle stagnait avant 1999. Celle de LA COULONCHE s'est accrue de 26% entre 1990 et 1999, pour ensuite s'infléchir très légèrement. Pris dans sa globalité, le nombre d'habitants de la zone d'étude présente une légère croissance (+6%).

Commune	Recensement 1982	Recensement 1990	Recensement 1999	Recensement entre 2000 et 2008	Evolution sur l'ensemble de la période
BANVOU	418	441	456	586 (année 2006)	40,00%
LA COULONCHE	360	393	496	493 (année 2005)	37,00%
LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS	1734	1727	1643	1584 (année 2008)	-9,00%
Total de la zone d'étude	2512	2561	2595	2663	6,00%

2.4 Activité économique

Les activités économiques de la zone d'étude semblent concentrées sur la commune de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, les deux autres communes revêtant un caractère plus résidentiel. Une zone d'activité s'est développée en périphérie du bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, le long de la RD18. Elle rassemble plusieurs PME. Quelques entreprises sont également installées à la sortie du bourg, toujours le long de cette route (en direction de LA FERTÉ-MACÉ). Parmi les activités représentées, on en citera deux qui sont ancrées de longue date. Il s'agit de la ferronnerie et de l'industrie du bois, dont une menuiserie à LA COULONCHE.

Un réseau de petits commerçants est également présent et joue un rôle de service de proximité. Particulièrement présents dans le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, ils drainent un rayon de clientèle relativement large qui s'étend au-delà de la zone d'étude.

2.5 Les Infrastructures

La RD18 reliant FLERS à LA FERTÉ-MACÉ traverse une partie de la zone d'étude en empruntant la vallée de LA VÉE. Elle dessert ainsi la commune de LA COULONCHE et le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS. Une seconde voie départementale importante borde la commune de BANVOU sans pénétrer sur son territoire. Il s'agit de la RD962 (axe FLERS - DOMFRONT) qui est accessible par la RD225 provenant du village de BANVOU. Ces deux axes de circulation drainent une grande partie du trafic routier du Sud de FLERS.

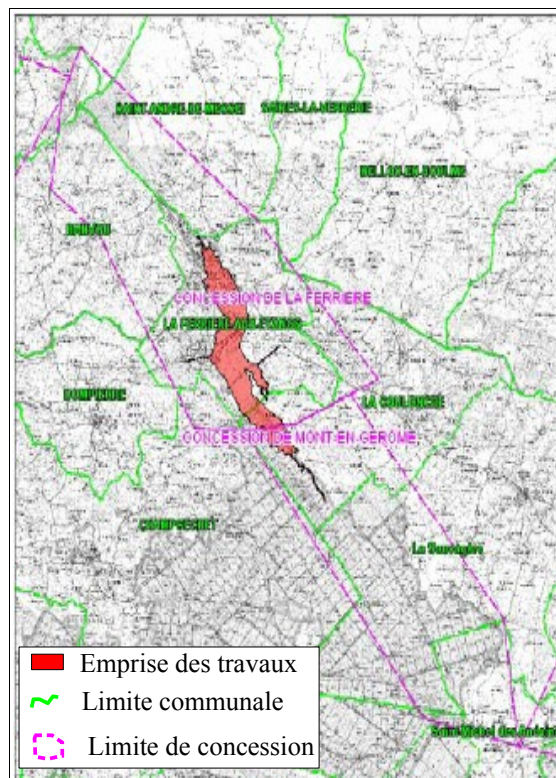
Un réseau de voies départementales secondaires complète le schéma routier en reliant les bourgs entre eux. Principalement emprunté par un trafic local, il soulage également les grands axes. On citera entre autres la RD21 (LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS - DOMPIÈRE), la RD225 (LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS - BANVOU), la RD266 (LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS - LA COULONCHE), la RD825 desservant le village du GUÉ PLAT, etc.

Enfin, un ensemble de routes communales quadrille le territoire en complément du maillage départemental. Il permet de désenclaver les nombreux hameaux de la zone d'étude.

3 Historique de l'exploitation

Le minerai du bassin normand est connu depuis plusieurs siècles. Sur le site de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, son exploitation semble même avoir débuté dès l'époque gallo-romaine. Il était alors exploité à ciel ouvert le long de son affleurement, sur environ 6 kilomètres de long dans le secteur du BOIS DES MINIÈRES. Les exploitions à ciel ouvert se sont ainsi poursuivies jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Ce n'est qu'au tout début du XX^{ème} siècle que l'exploitation souterraine a véritablement commencé.

3.1 Les concessions



Situation des concessions concernées par le PPRM

Deux concessions intéressent le PPRM : LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et MONT-EN-GÉRÔME. La concession de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS touche les trois communes étudiées. Celle de MONT-EN-GÉRÔME concerne uniquement LA COULONCHE. Ces deux concessions s'étendent en plus sur des communes avoisinantes non inscrites au PPRM car non concernées par de l'aléa minier.

- **Concession de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS**

Superficie : 2407 ha.

Année d'octroi : 1901.

Année de renonciation: 1988.

Communes concernées par le périmètre de la concession : BANVOU, BELLOU-EN-HOULME, CHAMPSECRET, DOMPIERRE, LA COULONCHE, LE CHATELLIER, LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, MESSEI, SAINT-ANDRÉ-DE-MESSEI, SAIRES-LA-VERRERIE.

- **Concession de MONT-EN-GÉRÔME**

Superficie : 1970 ha.

Année d'octroi : 1903.

Année de renonciation: demandée en 1983, sans suite.

Communes concernées par le périmètre de la concession : CHAMPSECRET, JUVIGNY-SOUS-ANDAINNE, LA COULONCHE, LA SAUVAGÈRE, SAINT-MICHEL-DES-ANDAINES.

On précisera que d'autres concessions ont fait l'objet d'exploitations souterraines dans la région de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS, dont celles de LARCHAMP et SAINT-CLAIR-DE-HALOUZE situées à l'Ouest de BANVOU. Elles ne font pas partie du périmètre du présent PPRM.

3.1 Anciens travaux de recherche

Le PPRM concerne également les anciens travaux de recherche. Le rapport d'INERIS de janvier 2005 mentionne des travaux de prospection dans le secteur de LA FONTE qui auraient été menés en rive gauche de LA VARENNE et en bordure de la RD264 (commune de BANVOU). Un puits (puits SAINT-JULES) et une galerie de recherche de 300 mètres de long auraient été creusés. Ces ouvrages ont été positionnés à l'aide des archives disponibles, tout vestige ayant disparu.

3.2 Les anciennes fouilles

Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, les travaux d'extraction du minerai se sont déroulés à ciel ouvert entre le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et le lieu-dit LES MINIÈRES, lorsque la couche affleurerait en surface. Appelée minières, ces lieux d'exploitation ont laissé dans le paysage des traces très caractéristiques matérialisées par des excavations allongées, profondes de 5 à 10 mètres et dotées de talus pentés entre 30 et 45°. Leur emprise peut varier entre 15 et 20 mètres. Certaines minières ont été comblées, notamment près du village. Leur existence est alors attestée par des plans de la mine (contours reportés sur les plans).

L'exploitation souterraine plus tardive s'est en partie étendue sous ces anciennes fouilles, sans forcément mettre en œuvre des dispositifs de sécurité adéquat (piliers, stots, etc.). Des effondrements localisés, probablement lié à ce manque de précaution, se sont ainsi déjà produits le long de ces anciens travaux.

De plus, compte-tenu des pentes des talus et de la nature parfois douteuse des matériaux utilisés pour le comblement de certaines excavations, des mouvements de terrain de surface du type glissement de terrain et/ou tassement sont également possibles.

3.3 Historique et fermeture de l'exploitation minière

L'exploitation souterraine a débuté au début du XX^{ème} siècle par le creusement de deux galeries au Sud de LA FIEFFE (quelques centaines de mètres à l'Est du village du GUÉ-PLAT). Puis, en 1905, un travers banc¹ de 600 mètres (TB220) a été creusé au GUÉ-PLAT pour rejoindre les deux galeries précédentes. Le TB220 a été l'ouvrage principal de la mine jusqu'à la mise en service du Puits PRALON en juin 1939 qui permettait une exploitation plus profonde. Le TB220 a toutefois assuré l'exhaure de la mine jusqu'à la fin de son exploitation, et continue à remplir naturellement cette fonction.

¹Travers banc : galerie de mine horizontale recoupant les différentes formations géologiques jusqu'à la couche exploitée.

Entre temps deux autres puits (puits 1 et 2) avaient été mis en service afin de faciliter l'extraction des étages profonds de la mine. A la fin des années 1930, l'exploitation souterraine s'étagait entre les cotes 250 et 125, soit jusqu'à environ 175 mètres de profondeur.

Les travaux ont débuté par la méthode des tailles rabattantes ou chassantes² avec piliers abandonnés sans remblais. Puis à la fin des années 1920, est apparue la technique des chambres magasins et des chambres montantes. Environ 178 000 tonnes de minerai étaient extraits par an jusqu'à la fin des années 1930.

La mise en service du Puits PRALON a permis d'atteindre les niveaux 220, 125 et 25. Il est devenu l'ouvrage principal par lequel toutes les extractions se sont faites. Les méthodes d'exploitations ont alors été toutes de type montante et plus rarement de type chambre magasin.

La deuxième guerre mondiale a fortement ralenti l'exploitation qui s'est même arrêtée en 1944 occasionnant un ennoyage partiel des galeries jusqu'au niveau 125.

En 1947, la concession de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS passa de 1605 à 2407 hectares, et en 1960 l'exploitation a connu un pic de production qui a atteint 720 000 tonnes. Le Puits PRALON a alors été approfondi jusqu'à 470 mètres de profondeur pour desservir des niveaux situés jusqu'à 400 mètres de profondeur. L'exploitation se termina dans la partie nord de la concession pour se concentrer au sud et dans la concession de MONT-EN-GÉRÔME, pendant encore une dizaine d'années. La fermeture de la mine a été officiellement annoncée en 1969 et est devenue définitive le 1^{er} avril 1970.

La mine a produit au total 16 millions de tonnes de minerais, sur une période de 70 ans. L'emprise des travaux souterrains couvre une superficie d'environ 250 hectares de terrain en surface, ce qui correspond à une bande de territoire de moins de 5 kilomètres de long par une largeur variant entre 500 et 700 mètres.

²Voir en annexe les schémas de principe des différents types d'exploitation.

4 Méthodologie, identification et affichage de l'information

La réalisation d'un PPRM relève des compétences de deux services distincts de l'Etat : la DRIRE et la DDE. La DRIRE, dont dépendent les exploitations minières, est chargée du pilotage des cartes d'aléa des PPRM. La DDE intervient ensuite en temps que pilote de la suite du dossier. Elle élabore alors le PPRM sur la base des cartes d'aléa fournies par la DRIRE et en ayant la charge de l'identification des enjeux, de la réalisation des cartes de zonage réglementaire et de la rédaction des pièces écrites (rapport de présentation du PPRM et règlement).

4.1 Les fonds de plan utilisés

Les cartes informatives ont été réalisées sur l'orthophotoplan (photos aériennes géoréférencées en coordonnées Lambert I). L'utilisation de fonds de plan cadastraux a été préférée pour l'élaboration du PPRM pour des raisons de lisibilité des limites de propriété et de compatibilité avec les documents d'urbanisme utilisant également ce type de support. Le zonage de l'aléa a donc été retranscrit sur cadastre, tout comme les enjeux et le zonage réglementaire. Ces différentes cartes ont été établies à l'échelle 1/5 000 (1 centimètre sur la carte représente 50 mètres sur le terrain).

4.2 Les cartes d'aléa

4.2.1 Méthode d'élaboration des cartes d'aléa

Les méthodologies mises en œuvre pour la détermination et la qualification des aléas miniers (effondrement, affaissement, glissement, tassement, émanation de gaz de mine dont le radon, inondation par les eaux d'exhaure, pollution des eaux et des sols, rayonnements ionisants) sont décrites dans les rapports d'étude suivants :

- « Bassin ferrifère de La Ferrière-aux-Etangs - Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers sur le territoire des concessions de La Ferrière-aux-Etangs et de Mont-en-Gérôme. Phase informative et évaluation des aléas mouvements de terrain » GEODERIS - 7 janvier 2005
- « Concessions de La Ferrière-aux-Etangs et Mont-en-Gérôme (Orne) - Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM). Evaluation des risques résiduels lié à l'activité minière. Evaluation et cartographie de l'aléa mouvement de terrain » GEODERIS - 9 novembre 2005.

Les risques encourus sur le secteur de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS concernent essentiellement les mouvements de terrain (effondrements localisés, affaissements, glissements et tassements). Pour ce type de phénomène, les étapes conduisant à l'affichage des aléas correspondants sont les suivantes :

- Analyse de toutes les archives, témoignages et études disponibles.
- Géoréférencement des points encore accessibles (localisation par GPS différentiel) et calage du plan des travaux miniers sur l'orthophotoplan.

Le résultat de ce travail cartographique, essentiel pour la définition des aléas, doit être analysé en tenant compte de l'incertitude de calage qui peut être induite par les multiples étapes permettant d'aboutir à ce calage (dépouillement des plans d'archives disponibles,

levé des points de référence encore visibles, opération de report du plan sur l'orthophotoplan, etc...). Cette incertitude a été estimée à plus ou moins 10 mètres pour l'ensemble des travaux, à l'exception des points parfaitement localisés, car encore visibles.

- Le cas échéant, réalisation d'études géotechniques (forages, microsismiques, etc.), géologiques (nature et tenue des terrains, analyses chimiques, etc.), hydrogéologiques (mesures piézométriques, écoulement des eaux, analyses, etc.).
- Modélisation de l'évolution des terrains en fonction des connaissances scientifiques du moment ; cette modélisation permet de déterminer les conséquences que pourrait avoir en surface, l'effondrement des cavités souterraines.
- Zonage de l'aléa selon son type (effondrement, affaissement, etc.) et son importance potentielle.

Le bilan de l'étude des aléas « mouvements de terrains » se compose d'un rapport et de documents cartographiques qui présentent d'une part, les informations collectées au cours des différentes investigations réalisées (calage du plan des travaux, ouvrages débouchant au jour, courbes de niveau, emplacement des désordres observés, etc.), d'autres part, les conséquences en terme d'aléas de la présence de ces cavités.

4.2.1 Description et qualification des aléas

Le présent paragraphe vise à présenter l'ensemble des phénomènes pris en compte dans l'étude, même si au final ils n'ont pas engendré d'aléas.

Comme indiqué précédemment, les principaux aléas pouvant avoir des conséquences sont de type mouvements de terrain : l'effondrement localisé, l'affaissement, le glissement et le tassement. Les autres aléas envisagés ont été considérés de niveau nul.

4.2.1.1 . Les effondrements localisés

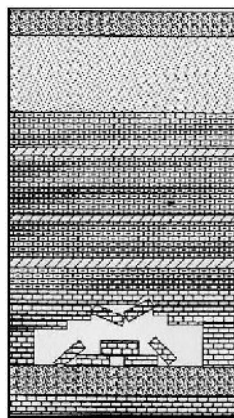
Le phénomène d'effondrement localisé se manifeste en surface par la formation brutale d'une dépression dont les dimensions varient en fonction du volume des vides souterrains à l'origine de l'événement. Il peut avoir différentes origines dont la rupture des anciens travaux et des chambres situés à faible profondeur, la rupture des puits ou l'éboulement de galeries isolées proches de la surface tel que le travers banc 220 (TB220).

Aux droit des travaux d'extraction, il a été retenu qu'un effondrement localisé pouvait se propager en surface pour des vides situés jusqu'à une profondeur de 50 mètres. Aux droit des galeries isolées, cette profondeur a été estimée à 30 mètres.

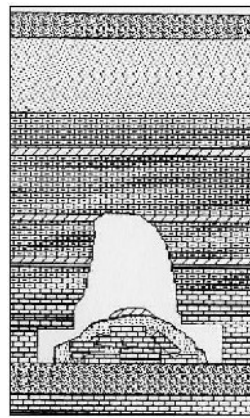
La remontée d'une cloche de fontis :

Il s'agit d'un phénomène lié à la présence d'une cavité (travaux, chambre, galerie) à faible profondeur.

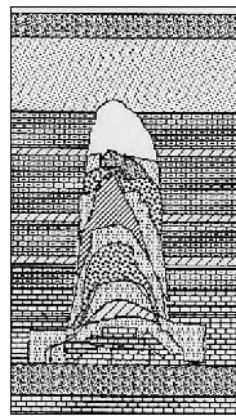
La rupture du toit de cette cavité souterraine se propage avec la remontée d'une voûte et formation d'une cloche de fontis. Si le vide est suffisamment proche de la surface, celle-ci peut atteindre le jour et provoquer un effondrement localisé des terrains (ou fontis).



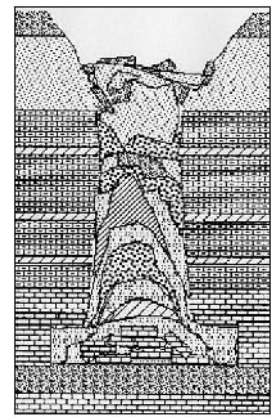
rupture du toit de cavité



formation de la cloche de fontis



remontée de la cloche de fontis



rupture brutale des terrains mobilisables : effondrement en surface

Dans le schéma ci-dessus, la couche grise correspond aux terrains de surface meubles qualifiés de « mobilisables ». Si la remontée de la cloche peut s'étaler sur une période très longue (plusieurs décennies), une fois que celle-ci atteint les terrains mobilisables, l'effondrement se propage brutalement vers la surface en formant un cône d'effondrement dont l'angle dépend des caractéristiques géomécaniques de ces terrains.

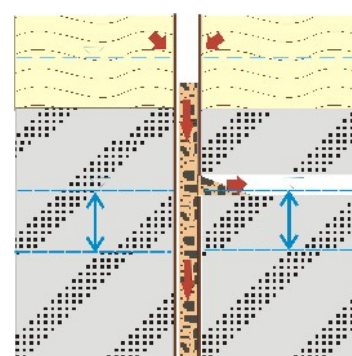
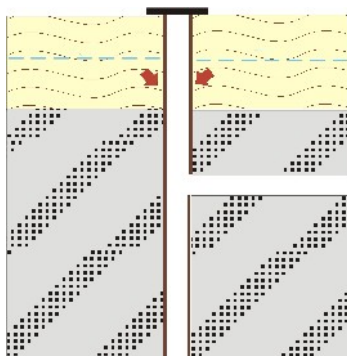
Ce phénomène se manifeste très rapidement en surface et ne donne pas de signes avant coureurs perceptibles. En revanche, s'il est possible d'inspecter l'intérieur des cavités concernées, une surveillance régulière du toit de ces cavités peut permettre de constater le début de formation d'une cloche de fontis et ainsi d'anticiper le phénomène.

Sa dimension peut varier fortement et dépend de la configuration du vide présent. On peut ainsi observer des fontis de diamètres allant du mètre à plusieurs dizaines de mètres.

La rupture d'une tête de puits :

L'effondrement localisé peut également être la conséquence de la rupture d'une tête de puits. Dans ce cas, le phénomène est lié soit à la présence d'un ancien puits bouché, soit au débouillage d'un puits remblayé. Dans le premier cas, l'effondrement peut être lié à la rupture de la dalle de fermeture ou à la rupture des parois du puits (figure de gauche).

En revanche, si le puits a fait l'objet d'un remblaiement, on peut éventuellement observer un débouillage des remblais vers les galeries et à terme, la formation d'une cloche de fontis puis un effondrement en surface (figure de droite).

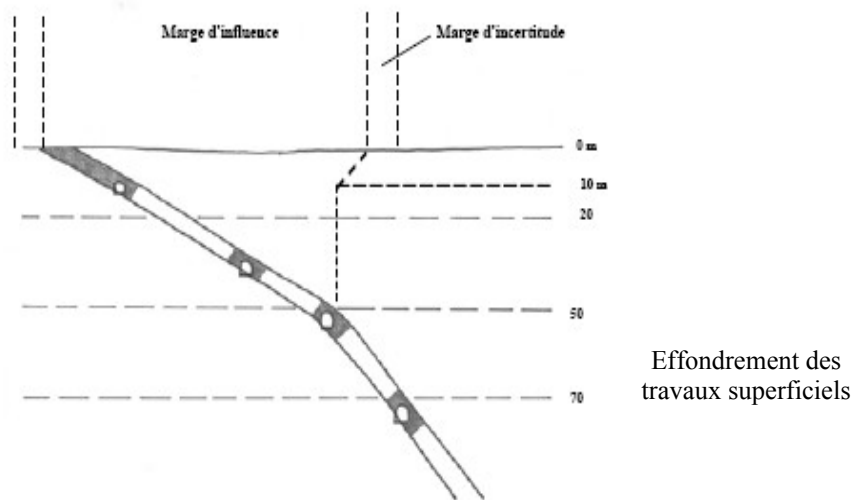


Marge d'influence induite par un effondrement localisé:

Les schémas ci-dessous présentent la méthode de détermination des zones d'aléa effondrement localisé. On y retrouve la marge d'incertitude de positionnement des cavités évoquée précédemment qui est égale à 10 mètres.

La marge d'influence correspond quant à elle au fait que la propagation du phénomène vers la surface ne se fait pas toujours verticalement. C'est le cas pendant la remontée de la cloche de fontis dans des terrains durs mais dès lors que celle-ci touche des terrains meubles, mobilisables, l'effondrement engendre la formation d'un cône dont la pente maximale est de 45°. La marge d'influence est donc en fait égale à l'épaisseur de ces terrains mobilisables qui peut atteindre 10 mètres.

Le premier schéma correspond au cas des zones de travaux peu profonds ou des galeries isolées. Il fait apparaître la configuration spécifique des gisements pentés que l'on rencontre sur le synclinal de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS.

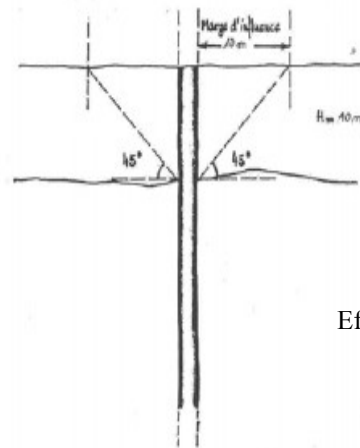


Au total, la largeur d'une zone d'aléa effondrement localisé correspond donc à la somme de :

- la bande de terrain concernée par des travaux souterrains situés à moins de 50 mètres de profondeur ou la bande de terrain concernée par des galeries isolées situées à moins de 30 mètres de profondeur ;
- des marges d'influence ;
- des marges d'incertitude.

Le deuxième schéma présente la méthode de détermination de la zone d'aléa effondrement localisé autour d'un puits (ou cheminée, montage...). On y retrouve la marge d'incertitude de positionnement des cavités évoquée précédemment. Sa valeur varie en fonction des secteurs et de la précision obtenue dans le positionnement des puits, certains d'entre eux n'étant plus localisables avec précision de nos jours (cas du puits n°1).

La définition de la marge d'influence est la même que pour les deux cas précédents, la pente maximale du cône étant de 45°, la marge d'influence est égale à l'épaisseur des terrains mobilisables.



Définition du niveau d'aléa :

D'une façon générale, le niveau de l'aléa résulte du croisement entre l'intensité des phénomènes observés et leur probabilité d'occurrence.

Dans le cas des risques miniers, on parle plutôt de prédisposition que de probabilité d'occurrence, cette prédisposition est estimée en fonction des connaissances disponibles, notamment sur l'état géotechnique des cavités, la résistance des terrains de recouvrement, l'historique des événements observés dans le secteur.

Pour l'effondrement localisé, on définit trois catégories d'intensité comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

Classe d'intensité	Diamètre de l'effondrement
Faible	$\text{Ø} < 2\text{-}3 \text{ m}$
Moyenne	$2\text{-}3 \text{ m} < \text{Ø} < 10 \text{ m}$
Forte	$10 \text{ m} < \text{Ø}$

L'intensité du phénomène dépend essentiellement de la configuration des cavités (forme et volume de vide) et des caractéristiques des terrains de recouvrement (épaisseur des terrains meubles en surface dans lesquels l'effondrement peut se propager avec une pente de 45°).

Le tableau suivant indique le principe de croisement intensité/prédisposition qui permet de définir le niveau d'aléa à retenir.

Prédisposition	Peu sensible	Sensible	Très sensible
Intensité			
Faible	Aléa faible Aléa moyen Aléa fort		
Moyenne			
Forte			

Pour l'effondrement localisé, on rencontre sur le bassin de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS et de MONT-EN-GÉRÔME, des niveaux d'aléa allant de faible à moyen.

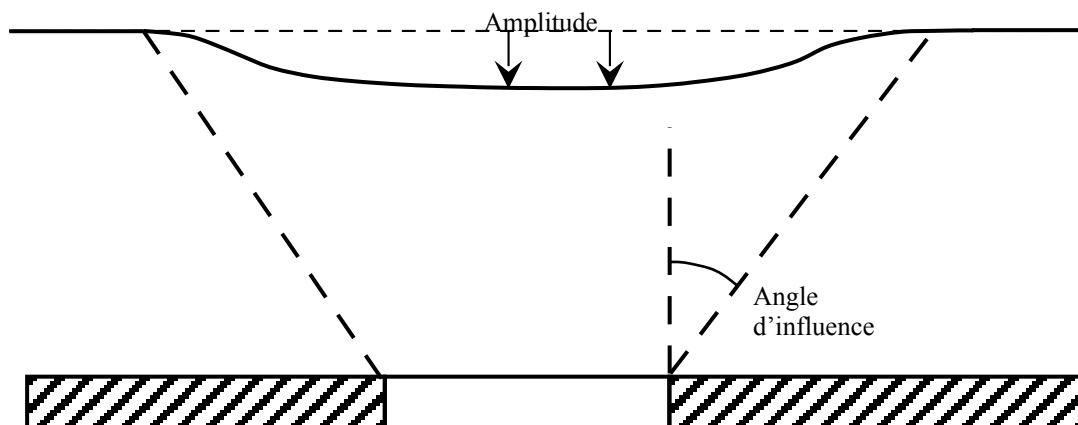
Une **bande d'aléa moyen à faible** est ainsi affichée **entre le bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS et le bois de la LANDE MENUE**, en passant par l'extrémité est du village du GUÉ-PLAT. D'une largeur moyenne de 150 mètres, elle suit l'affleurement de la couche à minerai, en englobant les anciennes minières, qui, en plus de leur exploitation à ciel ouvert, sont également sous-cavées par les exploitations souterraines.

Dans la partie nord-ouest de la zone d'étude, ce sont les emplacements présumés du **puits et de la galerie de recherche de LA FONTE** (commune de BANVOU) qui ont été classés en **aléa moyen**.

Enfin, le tracé de la **galerie du travers banc 220** a été classé en **aléa moyen au niveau du village du GUÉ-PLAT**.

4.2.1.1 . Les affaissements

L'affaissement est un phénomène progressif lié à la présence de cavités à moyenne ou grande profondeur. La rupture de ces cavités se propage vers la surface en provoquant un tassement des terrains qui se traduit par la formation d'une cuvette d'affaissement.



Du fait de l'angle d'influence, cette cuvette peut dépasser la zone concernée par les travaux miniers et le phénomène se manifeste nécessairement sur une surface importante.

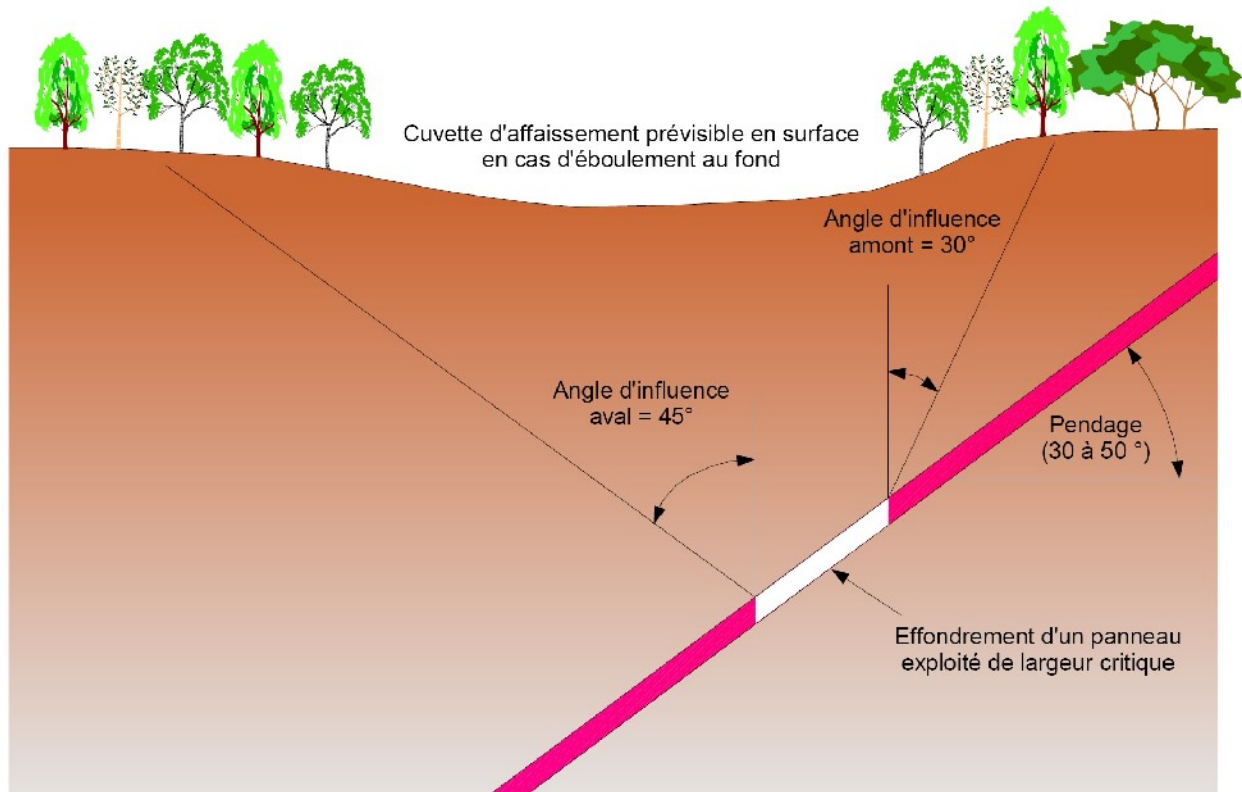
D'autre part, en raison du foisonnement des terrains, la profondeur maximale de la cuvette sera bien inférieure à la hauteur du vide souterrain présent. En effet, lorsque les matériaux supérieurs s'effondrent, ils occupent ensuite un volume plus important que celui qu'ils occupaient précédemment. On observe ainsi un phénomène d'auto comblement qui explique qu'au-delà d'une certaine profondeur, le phénomène ne se manifeste plus en surface. Cette profondeur a été évaluée à 300 mètres sur le secteur de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS.

L'impact est plus fortement ressenti au niveau des habitations en limite de cuvette car elles peuvent être soumises à des contraintes importantes. En revanche, il est possible qu'un bâtiment situé au centre d'une cuvette ne subisse aucun dommage malgré un affaissement de plusieurs mètres.

Attention, si l'affaissement se produit, les bords de la cuvette ne correspondront pas nécessairement aux limites de la zone d'aléa affaissement. En effet, cette zone correspond aux lieux où l'affaissement peut se produire mais la cuvette n'occupera pas nécessairement toute la

largeur de la zone et les bords de la cuvette peuvent donc aussi bien se trouver en plein milieu de la zone d'aléa qu'au bord de celle-ci.

Dans le cas du gisement penté de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et de MONT-EN-GÉRÔME, le phénomène se propagera de façon dissymétrique comme le montre la figure suivante. Les angles d'influence indiqués ne sont qu'indicatifs et doivent être adaptés à chaque cas. On peut noter que l'influence de la pente du gisement se traduit par une pente plus forte en amont de la zone effondrée.



Phénomène d'affaissement dans le cas de travaux pentés, angles d'influence amont et aval.

Définition du niveau d'aléa :

Le principe de définition du niveau d'aléa (croisement intensité-prédisposition) est le même que celui exposé précédemment pour l'effondrement localisé.

Toutefois, seule la prédisposition du sol aux mouvements de terrain est considérée de la même façon. Pour ce qui concerne l'intensité du phénomène, une classe a été retenue. Elle est caractérisée par les paramètres suivants :

- mise en pente maximale des terrains de 10 %
- élongation linéaire maximale des terrains de 30 mm/m aux endroits de plus forte courbure de la cuvette d'affaissement.

Tenant compte de cette intensité et de la prédisposition estimée de « peu sensible » à « sensible », les niveaux d'aléa affaissement retenus varient de faible à moyen pour les secteurs concernés des concessions de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et MONT-EN-GÉRÔME.

L'**aléa moyen et l'aléa faible** d'affaissement sont largement représentés au **Sud-Est du bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS**. Ils occupent deux bandes de terrain larges de plusieurs centaines de mètres dans la continuité de l'aléa moyen et faible d'effondrement localisé.

4.2.1.1 . Les glissements

Les premières extractions de minerai se sont faites à ciel ouvert (minières). Le minerai était directement puisé à l'affleurement sur des hauteurs pouvant atteindre une dizaine de mètres pour 15 à 20 mètres de large. Cette méthode d'exploitation artisanale a laissé de nombreuses traces dans le paysage sous la forme de dépressions allongées selon l'axe du synclinal. Ces anciens sites d'extraction sont bordés par des talus composés en surface de matériaux meubles (stériles d'exploitation, altération de surface) et dont les pentes varient entre 30 et 45°. Des glissements superficiels de faible intensité sont localement possibles le long de ces talus, ce qui a motivé l'affichage à leur niveau d'un **aléa faible de glissement** (niveau unique d'aléa).

4.2.1.2 . Les tassements

Le fond des minières est souvent occupé par des matériaux rapportés plus ou moins bien stabilisé (remblais divers, stériles d'exploitation, etc.). De même, certaines minières proches du bourg de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS ont été comblées à l'aide de remblais indéterminés, probablement non compactés. Des tassements différentiels (a priori de faible amplitude) ne sont pas à exclure en présence de tels matériaux, ce qui a entraîné l'affichage d'un **aléa faible de tassement** sur une partie des emplacements des minières (niveau unique d'aléa).

4.2.1.3 . La pollution des sols et des eaux

Les recherches effectuées sur les conditions d'exploitation des concessions de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS et de MONT-EN-GÉRÔME n'ont pas révélées la présence de stérile ou de résidus de traitement susceptibles d'entraîner une pollution des sols. De même, aucune trace de pollution accidentelle n'a été retrouvée sur la période d'exploitation de la mine. Par conséquent, l'**aléa pollution des sols est considéré de niveau nul**.

Concernant la pollution des eaux, une étude réalisée en 2000, pour le syndicat des eaux de l'Orne (étude hydrogéologique complémentaire sur la mine de LA FERRIÈRE-AUX-ETANGS - rapport d'étude 20/I239/PhB-V2 - SAFEGE - avril 2000) dans le but d'un éventuel pompage dans le Puits PRALON (projet abandonné), renseigne sur la qualité de l'aquifère. Cette étude constate des concentrations assez importantes en sulfates, fer et manganèse au niveau du travers banc 220 et du Puits PRALON (résultats classiques pour une ancienne mine de fer). Elle mentionne également l'absence de métaux dans les prélèvements réalisés, et, à l'époque, les eaux d'exhaure rejetées à l'aval du travers banc 220 ne semblaient pas impacter le milieu naturel.

La qualité des eaux souterraines est donc peu affectée par la présence de la mine. Compte-tenu des données relatives à la qualité des eaux dans le secteur l'**aléa pollution des eaux est considéré comme nul**.

4.2.1.4 . L'émanation de gaz de mines

Ce type d'aléa est lié à la présence de gaz dans les cavités minières et à l'impact que les émanations de ces gaz peuvent avoir en surface.

L'étude de cet aléa a été envisagée selon deux axes :

- Les gaz de mines « classiques », principalement le méthane (CH₄) plus connu sous le nom de grisou mais dont la présence ne concerne que les gisements houillers et non le minerai de fer. Par ailleurs, Le gisement est très faiblement producteur d'autres gaz

(éventuellement CO₂ ou CO) dont la présence en quantité parfois plus importante que dans l'atmosphère extérieur, est essentiellement liée à la mauvaise ventilation des cavités non ennoyées.

Par conséquent l'**aléa émanation de gaz de mine est considéré comme nul** sur le bassin minier de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS.

- L'impact de la présence de radon qui est un gaz radioactif d'origine naturelle. Il est présent en quantité variable dans les sols et migre vers la surface à travers les fracturations ou la porosité du terrain. Les seules informations disponibles relative au radon sont des données communales de l'IRSN recueillies en 1995-1996. Ces données font ressortir une valeur d'activité très faible pour la commune de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS. A noter qu'une étude détaillée de l'influence des travaux miniers sur l'exhalation de radon en surface est en cours sur le bassin minier de May-sur-Orne. Dans l'attente des résultats de cette étude et en l'état actuel des connaissances, **l'aléa « radon » n'est pas retenu.**

4.2.1.1 . Rayonnements ionisants

Les données disponibles sur le minerai et la nature géologique environnante permettent de considérer l'**aléa « rayonnement ionisant » comme nul.**

4.2.1.2 . Les inondations par les eaux d'exhaure³

Les eaux d'exhaure rejoignent le milieu naturel par un exutoire unique qui se situe au niveau de l'ouvrage obstruant le travers banc 220 (village du GUÉ-PLAT). Quelques cas d'inondation ont déjà été signalés au GUÉ-PLAT, le long de la galerie du travers banc 220. Des résurgences, liées à un niveau élevé des eaux d'exhaure dans la galerie, se sont manifestées à plusieurs reprises, suite à la formation de fontis. Des écoulements se sont ainsi formés en surface entraînant de petites inondations locales (caves, etc.).

Depuis, un nouvel exutoire a été créé au niveau de l'ouvrage obstruant la galerie du travers banc 220. Les travaux de percement du mur du travers-banc 220 ont été réalisés en novembre 2005 et ont permis d'observer un impact immédiat sur les piézomètres situés à proximité immédiate du travers-banc. Cependant, après moins d'une année, il semble que les effets des travaux ont disparu. Il faut toutefois signaler que depuis ces travaux :

•d'une part des fontis sont apparus au droit du travers-banc entre le mur et la ligne de piézomètres, ce qui a du diminuer la perméabilité du travers-banc et limiter l'effet de ces travaux ;

•d'autre part les abords du mur du travers-banc ont été assainis avec la disparitions des émergences « parasites » qui apparaissaient autour de ce mur.

A partir des données piézométriques acquises depuis 2003, de la topographie tirée des cartes IGN au 1/25 000 et de la carte géologique au 1/50 000 de Flers-de-l'Orne, une zone susceptible d'être touchée par l'aléa inondation a été cartographiée. Elle est limitée au Nord par le ruisseau de la Mousse et par les courbes de niveau 230 et 255 mNGF.

Au droit du travers-banc 220, depuis son débouché jusqu'à la limite d'affleurement des grès armoricains, l'aléa de type « modification du régime des émergences » est évalué à un niveau moyen. Le reste de la zone d'aléa, concernée par « l'inondation des sous-sols et points bas » est évalué d'un niveau fort à faible en fonction du croisement de la topographie et des valeurs

³ Eaux d'infiltration se retrouvant dans les travaux miniers et étant évacuées en surface.

maximales de piézométrie observées, en prenant une marge de sécurité par rapport aux plus hautes eaux observées.

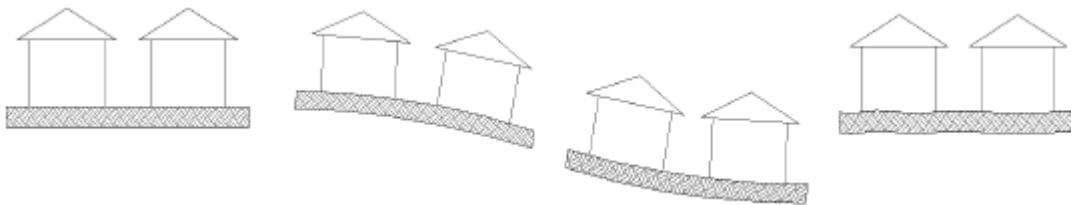
4.2.1 Incidence au niveau du bâti

Dans les zones d'effondrement et de fontis, la ruine de l'édifice minier est susceptible de provoquer des dégâts soudains et irréversibles sur le bâti. Leur ampleur étant dépendante de l'intensité du phénomène. Dans ces zones, la sécurité des personnes peut également être directement compromise. Une surveillance peut être mise en place et le cas échéant, les dispositions évoquées au paragraphe 1.1 (travaux de confortement, expropriation), pourront être mises en œuvre. Rappelons que cet aléa ne concerne qu'un nombre limité de bâtiments et d'habitations.

De même, quelques constructions (bâtiments industriels et habitations) sont concernés par l'aléa affaissement. En cas d'affaissement, les bâtiments sont soumis à un phénomène se déroulant en 3 phases :

- le sol s'incurve avec un centre de courbure vers le bas (formation convexe, dite en dôme) : la distance entre les constructions s'agrandit.
- le sol s'incurve avec un centre de courbure vers le haut (formation concave dite « en cuvette ») : la distance entre les constructions diminue.
- les contraintes du sol se compensent pour trouver leur équilibre et les constructions reviennent à une position proche de l'horizontale (sauf bords de cuvette)

Les schémas suivants illustrent les 3 phases décrites :



4.1 Les cartes d'enjeux

4.1.1 Principe d'élaboration

La carte des enjeux, établie sur fond cadastral au 1/5 000, permet de cerner les zones présentant une vulnérabilité vis-à-vis des phénomènes de mouvements de terrain d'origine minière. La typologie de l'occupation du sol retenue concerne les voies de communication, les zones urbanisées, les zones d'activité économique et les espaces de loisirs. Quatre secteurs ont été différenciés au sein des zones urbanisées :

- ◆ Les secteurs densément urbanisés (cœur de village ancien avec bâti dense).
- ◆ Les secteurs moyennement urbanisés (habitat espacé de type individuel).
- ◆ L'habitat isolé détaché du reste du tissu urbain.
- ◆ Les zones dites constructibles par les documents d'urbanisme, mais pas encore bâties (enjeux futurs).

Les bâtiments publics, les enjeux opérationnels, et d'une manière plus générale les établissements recevant du public ont été localisés à l'aide d'étiquettes (mairie, école, crèche, maison de retraite, poste, etc.).

Le reste du territoire a été regroupé sous une rubrique appelée « autres zones ». Il s'agit d'espaces à dominante naturelle ou agricole.

La doctrine PPRM stipule que seuls les enjeux existants peuvent être pris en compte. Les enjeux futurs tels que ceux définis par les documents d'urbanisme sont donc signalés qu'à titre d'information, car renseignant sur les perspectives d'évolution des communes. Les enjeux futurs ne peuvent donc pas être retenus par le PPRM, à l'exception des projets déjà autorisés (dotés d'un permis de construire ou de toute autre autorisation administrative) mais pas encore sortis de terre.

La carte d'enjeux s'étend au-delà des zones d'emprise de l'aléa minier, afin d'avoir une vision relativement globale de l'organisation des communes et de visualiser plus facilement une éventuelle ré-organisation des projets d'aménagement perturbés par la présence des galeries. Cette représentation permet également de mesurer l'impact minier sur l'urbanisation, en estimant le taux de surface urbanisée exposé à de l'aléa minier. Pour cela, l'enveloppe globale des aléas miniers (tous phénomènes et tous degrés confondus) a été affichée.

4.1.1 Les enjeux exposés aux aléas miniers

Commune de BANVOU :

Une bande d'aléa faible de tassement et deux enveloppes d'aléa moyen d'effondrement localisé affectent localement le BOIS DE MESSEI, au Sud-Ouest de la RD264. L'aléa moyen d'effondrement localisé est affiché jusqu'en bordure de la route, sans toucher la chaussée.

Commune de LA COULONCHE :

L'extrémité Nord-Ouest de la forêt domaniale des ANDAINES est concernée par de l'aléa moyen et faible d'effondrement localisé, de l'aléa moyen et faible d'affaissement et beaucoup plus ponctuellement par de l'aléa faible de glissement.

L'aléa faible d'effondrement localisé et l'aléa faible d'affaissement englobent une partie de la RD208, le second s'étirant jusqu'à trois petites constructions agricoles du lieu-dit LA BESSINIÈRE. L'aléa moyen d'effondrement localisé et l'aléa moyen d'affaissement empiètent sur le chemin forestier reliant le lieu-dit LE ROND au hameau des CLAIRES. Le reste des terrains concernés est à vocation naturelle et agricole (espaces boisés et prairies).

Commune de LA FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS :

Une longue bande d'aléa moyen d'effondrement localisé, orientée approximativement Nord - Sud, parcourt la moitié ouest de la commune. D'une largeur moyenne de 60 mètres, elle s'étire entre le village et la limite communale avec LA COULONCHE. Elle englobe plusieurs maisons des hameaux des RIAUTÉS, du BRULÉ, de LA PILIÈRE, de LA FIEFFE et deux bâtiments agricoles du lieu-dit LES MINIÈRES. Le niveau d'aléa se réduit au niveau du bourg en même temps que son emprise s'amincit. Seules deux enveloppes d'aléa faible sont alors affichées, dont une qui concerne la maison de retraite. L'autre, qui s'étire jusque sous le lac de la base de loisirs, affecte localement la RD21, un parking et un petit groupe de propriétés situé le long de l'accès Sud au centre bourg.

Un aléa faible de tassement et un aléa faible de glissement se superposent localement à l'aléa moyen d'effondrement. Quelques propriétés des quartiers des RIAUTÉS, des BRULÉS, des PILIÈRES et de LA FIEFFE sont exposées à ces deux types de phénomènes.

L'extrémité sud du village de GUÉ-PLAT est traversée par une galerie d'accès à la mine générant une bande d'aléa moyen d'effondrement localisé (galerie du travers banc 220). Un bâtiment est construit sur son emprise au Nord-Est de la RD825. Une autre bâtisse construite au Sud-Ouest de cette même route s'avance quasiment au ras de cette bande d'aléa. Seul le terrain attenant est alors concerné, tout comme une autre parcelle non bâtie située à proximité.

Une vaste zone d'aléa moyen et faible d'affaissement occupe le sommet du bassin versant du ruisseau de LA MORINIÈRE (Sud-Est immédiat du bourg). Elle englobe plusieurs habitations et bâtiments industriels situés le long de la RD18, ainsi que quelques constructions isolées du lieu-dit LA BLANCHETTERIE. Elle se prolonge vers le Sud-Est en intégrant LE PUIITS PRALON accueillant une scierie puis en occupant localement deux vallées, parcourues respectivement par le ruisseau du GUÉ-PLAT et celui de LA MOUSSE. Seuls des espaces naturels sont alors concernés.

Plusieurs secteurs définis comme urbanisables par le Plan Local d'Urbanisme (PLU) sont exposés à l'un ou l'autre des aléas miniers. C'est notamment le cas d'un terrain constructible situé au bord du lac (aléa moyen d'effondrement localisé), d'une partie d'une vaste parcelle limitrophe avec la maison de retraite (aléa faible d'effondrement localisé), ainsi que de quelques parcelles des quartiers du BRULÉ-EST, des LANDES, de LA FIEFFE-NORD et du PUIITS PRALON (essentiellement aléa moyen d'effondrement localisé et aléa moyen et faible d'affaissement).

4.2 Elaboration des cartes de zonage réglementaire

Les cartes de zonage réglementaire découlent du croisement des cartes d'aléa avec les cartes d'enjeux. En fonction du type d'occupation du sol et selon le type d'aléa présent, le territoire sera classé en trois grands types de zones : zone d'interdiction, zone d'autorisation restreinte voire très restreinte, zone sans contrainte particulière vis-à-vis du risque minier (voir aussi le chapitre 5 du présent rapport). Le zonage réglementaire s'appuie sur les limites externes des enveloppes d'aléa.

5 Le plan de zonage réglementaire

Le zonage réglementaire, établi sur fond cadastral au 1/5 000 définit des zones inconstructibles et constructibles mais soumises à prescriptions. Les mesures réglementaires applicables dans ces dernières zones sont détaillées dans le règlement du PPR.

5.1 Traduction des aléas en zonage réglementaire

Le zonage réglementaire définit :

- une **zone inconstructible**⁴, appelée zone « rouge » (R) qui regroupe certaines zones⁵ d'aléa moyen et faible (voir tableau suivant). Dans ces zones, certains aménagements tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés (voir règlement) ;
- une **zone constructible¹ ou aménageable uniquement au niveau de l'existant sous conditions** de conception, de réalisation, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelée zone « violette » ou « bleue » (B) et qui correspond à certaines zones d'aléa moyen ou faible (voir tableau suivant).
- une **zone constructible ou aménageable sous conditions** de conception, de réalisation, d'utilisation et d'entretien de façon à ne pas aggraver l'aléa, appelée zone « bleue indicée » qui correspond à certaines zones d'aléa faible d'affaissement de glissement ou de tassement (voir tableau suivant).

Les conditions énoncées dans le règlement PPR sont applicables à l'échelle de la parcelle.

Traduction de l'aléa en zonage réglementaire

	Effondrement		Affaissement		Glissement	Tassement	Inondation	Inondation
	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa moyen	Aléa faible	Aléa faible	Aléa faible	Aléa fort et moyen	Aléa faible
Zones urbanisées (enjeux forts)	Zone violette BE2	Zone bleu foncé BE1	Zone bleu clair BA	Zone bleu clair BA	Zone bleu clair BG	Zone bleu clair BT	Zone bleu foncé BI2	Zone bleu claire BI1
Zones non urbanisées (enjeux faibles)	Zone rouge foncé RE	Zone rouge foncé RE	Zone rouge clair RA	Zone rouge clair RA	Zone rouge clair RG	Zone rouge clair RT	Zone bleu foncé BI2	Zone bleu claire BI1

⁴**Remarque** : Les termes « inconstructibles » et « constructibles » sont réducteurs au regard du contenu de l'article 40.1 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987. Il paraît néanmoins judicieux de porter l'accent sur l'aspect essentiel de l'urbanisation : la construction. Il n'empêche que les autres types d'occupation du sol soient prises en compte. Ainsi, dans une zone rouge (inconstructible) certains aménagements, exploitation... pourront être autorisés. Inversement, dans une zone bleue (constructible sous condition) certains aménagements, exploitations... pourront être interdits.

⁵La zone d'étude n'est pas exposée à de l'aléa fort.

La zone « rouge foncé » RE :

Elle caractérise les zones non bâties concernées par un aléa moyen ou faible d'effondrement localisé. Cette zone présentant des risques pour les personnes et les biens, leur protection y est primordiale. La nature de ce risque pouvant aboutir à des effondrements de terrain brutaux localisés avec apparition de cavité en surface, et à l'augmentation de la vulnérabilité sur ces zones, l'inconstructibilité est quasi totale.

Les zones « rouge clair » RA, RG, RT :

Elles caractérisent les zones naturelles exposées respectivement à un aléa moyen ou faible d'affaissement, ou un aléa faible de glissement, ou un aléa faible de tassement, présentant un risque pour les biens. Les constructions nouvelles à usage d'habitation ou à vocation économique sont interdites. Seuls les bâtiments agricoles peuvent être admis sous réserve de prescriptions et de ne pas pouvoir être implantés hors zone de risque.

La zone « violette » BE2 :

Elle caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa moyen d'effondrement localisé. Cette zone présentant des risques pour les personnes et les biens, la réglementation est assez proche de celle des zones rouges RE. Seul l'aménagement de volumes existants est en plus autorisé ainsi que les changements de destination des locaux existants, sous réserve que cela ne conduise pas à la création de logements supplémentaires et pour les changements de destination à une augmentation du nombre de personnes exposées au risque.

La zone « bleu foncé » BE1 :

Elle caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa faible d'effondrement localisé. Le risque encouru étant légèrement moindre qu'en zone violette BE2, la zone bleue BE1 autorise en plus, sous certaines conditions, des constructions légères du type véranda, garage préfabriqué, etc.

La zone « bleu clair » BA :

Elle caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa moyen ou faible d'affaissement. Compte-tenu du risque quasiment nul pour les personnes (la manifestation du phénomène en cause se traduit par l'apparition de cuvettes avec légère mise en pente des terrains situés dans l'emprise de la dépression), ce type de zone peut permettre certaines catégories de constructions nouvelles et d'aménagements de volumes existants sous certaines conditions, et sous réserve que cela ne conduise pas à la création de logements supplémentaires.

La zone « bleu clair » BG :

Elle caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa faible de glissement lié à la présence d'anciennes minières (anciennes exploitations à ciel ouvert). Le risque encouru étant lié à la stabilité superficielle des talus créés par ces exploitations, les nouvelles constructions sont permises sous réserve d'adapter les projets en conséquence. Toutefois, sachant que l'aléa glissement se superpose quasiment systématiquement à un autre aléa minier réglementairement plus contraignant, la zone « bleu clair » BG sera donc également très restrictive du fait de cette superposition.

La zone « bleu clair » BT :

Elle caractérise les zones urbanisées exposées à un aléa faible de tassement lié à la présence de remblais dans d'anciennes minières (anciennes exploitations à ciel ouvert). Le risque encouru étant lié à la stabilité des matériaux de remblai, les nouvelles constructions sont permises sous

réserve d'adapter les projets en conséquence. Toutefois, sachant que l'aléa tassement se superpose presque systématiquement à un autre aléa minier réglementairement plus contraignant, la zone « bleue clair » BT sera donc dans de nombreux cas très restrictive du fait de cette superposition.

La zone « bleue clair » BI1 :

Elle caractérise les secteurs exposés à un aléa faible d'inondation par les eaux d'exhaure. Le phénomène peut se manifester par des infiltrations d'eau comprises entre 3 et 10 mètres de profondeur. La réglementation vise à la fois à mettre hors d'eau les niveaux habitables des constructions nouvelles et à interdire les sous-sols à plus de 2 mètres de profondeur. Pour le bâti existant, elle encourage la mise en place de pompes permettant d'assainir les sous-sols.

La zone « bleue foncé » BI2 :

Elle caractérise les secteurs exposés à de l'aléa fort et moyen d'inondation par les eaux d'exhaure. Le phénomène inondation peut affecter les sous-sols et se manifester au niveau de certains points bas. Des infiltrations peuvent se produire entre 1 mètre et 3 mètres de profondeur en zone d'aléa moyen et à moins d'un mètre de profondeur en zone d'aléa fort. La réglementation vise à la fois à mettre hors d'eau les niveaux habitables des constructions nouvelles et à interdire les sous-sols dont la probabilité d'inondation est importante. Pour le bâti existant elle encourage la mise en place de pompes permettant d'assainir les sous-sols. Remarque : la zone BI2 se superpose parfois à des zones RE et BE2 beaucoup plus restrictives qui s'imposent à la zone BI2.

La zone « blanche » :

Dans les zones blanches (zones hors aléa) les projets doivent être réalisés dans le respect des règles de l'art et des autres réglementations éventuelles.

5.1 Nature des mesures réglementaires

5.1.1 Bases légales

La nature des mesures réglementaires applicables est définie dans les articles R562-3, R562-4 et R562-5 du Code de l'environnement.

5.1.2 Mesures individuelles

Ces mesures sont, pour l'essentiel, des dispositions constructives applicables aux constructions futures dont la mise en œuvre relève de la seule responsabilité des maîtres d'ouvrages. Des études complémentaires préalables peuvent donc leur être proposées ou imposées afin d'adapter au mieux les dispositifs préconisés au site et au projet. Certaines de ces mesures peuvent être applicables aux bâtiments ou ouvrages existants (renforcement par exemple).

De plus, une étude confiée en 2002 au C.S.T.B. a mis en évidence le fait que les dommages subis par un bâtiment soumis à un affaissement minier pouvaient être importants pour des valeurs de pente faible (inférieure à 0,8 %), mais que le renforcement du bâti permet d'améliorer notablement leur comportement.

Cette étude a été établie à partir :

- de la classification de différents niveaux d'impact (de 1 à 4) représentant les coûts de réparation en cas de dégâts sur le bâti allant de 2 à 15%

- de la définition de différents modes constructifs d'un surcoût à la construction allant jusqu'à 15%

Les conclusions de cette étude pour les deux types de constructions envisagées (ossature béton et bois-acier) sont présentés dans les paragraphes suivants.

5.1.2.1 . Etude ossature béton

En 2003, a été confiée au C.S.T.B. une étude permettant d'analyser le comportement du bâti disposant de dispositions de renforcement et de définir ces dispositions. Cette étude a été établie selon une typologie du bâti en cinq classes:

- bâtiment à rez-de-chaussée à ossature béton avec façade ouverte : type 1
- bâtiment à rez-de-chaussée et un étage partiel, à ossature béton : type 2
- bâtiment à rez-de-chaussée et un étage, à ossature béton : type 3
- bâtiment à rez-de-chaussée et trois étages, à ossature béton : type 4
- bâtiment à rez-de-chaussée à ossature métallique : type 5

Cette typologie est détaillée en annexe 1 du règlement du P.P.R.M.

Cette étude a permis d'analyser le comportement du bâti en cas de réalisation de l'aléa au regard des sollicitations auxquelles il peut être soumis : inclinaison d'ensemble, déformation horizontale et courbure du terrain et de définir :

- des règles relatives aux dimensions, ouvertures, à l'implantation des bâtiments et des dispositions constructives (choix des matériaux, fondations, superstructure etc.) visant à améliorer le comportement du bâti en cas de réalisation de l'aléa : ces règles représentent un surcoût à la construction n'excédant pas 15 % (bâtiment « fortement renforcé »).
- Des mesures dites allégées applicables pour les bâtiments situés sur les secteurs où les paramètres de l'aléa sont le plus faible et représentant un surcoût moindre (6%) ont également été définies (on parle alors de bâtiment « faiblement renforcé »).
- pour chaque type de bâti étudié le niveau de pente maximal pour lequel des mesures de renforcement garantissent un niveau d'endommagement n'excédant pas un niveau prédéfini (cf ci-dessous).

La méthodologie a donc été la suivante :

- 1) définition de 5 classes de bâti
- 2) définition de 5 niveaux d'endommagement

Niveau d'endommagement	Importance du dommage
N 1	très léger ou négligeable
N 2	léger
N 3	appréciable
N 4	sévère
N 5	très sévère.

En cas de survenance de l'aléa, pour les niveaux N1 à N3 une remise en état du bâtiment est envisageable sans diagnostic particulier. Pour le niveau N4 un diagnostic préalable de la

structure est nécessaire et une reprise en sous-œuvre généralisée est souvent nécessaire. Pour le niveau N5 une remise en état n'est pas envisageable.

Au-delà du niveau N3, compte tenu des dégâts prévisibles sur le bâti, il y a lieu de considérer en outre que la sécurité des occupants des constructions, en l'absence de dispositifs de surveillance adaptés, peut être mise en jeu.

En conséquence c'est le niveau N3 qui a été retenu comme niveau d'endommagement maximal admissible.

5.1.2.1 . Etude ossature bois et acier

Dans le courant de l'année 2005 le CSTB a mené une étude similaire dans sa méthodologie, portant sur les bâtiments à ossature bois et acier. L'étude « vulnérabilité des modes constructifs alternatifs vis-à-vis des risques d'affaissements miniers » CSTB mai 2006 a analysé le comportement des constructions neuves renforcées, à ossature bois ou acier. Elle a été établie selon une méthodologie similaire à l'étude précédente sur les bâtiments à ossature béton (définition de mesures de renforcement, niveaux d'endommagement limités au niveau N3 ...).

« Le choix des matériaux et celui des systèmes constructifs jouent un rôle déterminant dans la résistance des constructions aux effets de l'affaissement minier (mise en courbure, déformation horizontale du sol, et inclinaison du bâtiment). L'aptitude des systèmes à se déformer plastiquement lors des efforts élevés (...) constitue une solution préférable à certains procédés constructifs traditionnels plus fragiles ».

L'étude a porté sur les bâtiments de type 3 et 4 ; les dispositions constructives correspondent à un renforcement dont le surcoût est limité à 10%. Les résultats de cette étude ont mis en évidence les avantages que présentent ces structures : (emprise de bâtiment plus importante qu'un bâtiment ossature béton, possibilité de décrochements horizontaux limités, implantation possible sur des secteurs d'aléa à pente plus élevée).

5.1.2.2 . Études particulières pour les bâtiments hors typologie

Le règlement du PPRM est établi sur la base d'une typologie de bâtiments définie en annexe 1 du règlement.

Des constructions ne respectant pas cette typologie (volumes, dimensions, ouvertures,...) peuvent néanmoins être autorisées à condition que le projet fasse l'objet d'une étude réalisée par un bureau d'études selon un cahier des charges imposé et contrôlé par un organisme agréé. Cette étude devra justifier que, compte tenu des dispositions prises lors de la conception et de la réalisation du projet, le niveau d'endommagement du bâtiment, en cas de réalisation de l'aléa, n'excédera pas le niveau N3. Un cahier des charges à usage des bureaux d'études est annexé au règlement (annexe 3). Conformément au code de l'urbanisme, seule sera exigée dans le dossier de permis de construire une attestation (annexe 4) signée de l'auteur de l'étude, qui doit être un ingénieur compétent en calcul de structures, selon laquelle l'étude a bien été réalisée selon le cahier des charges et a bien abouti au résultat recherché, soit un endommagement au plus égal à N3.

6 Annexes schémas de principe des méthodes d'exploitation

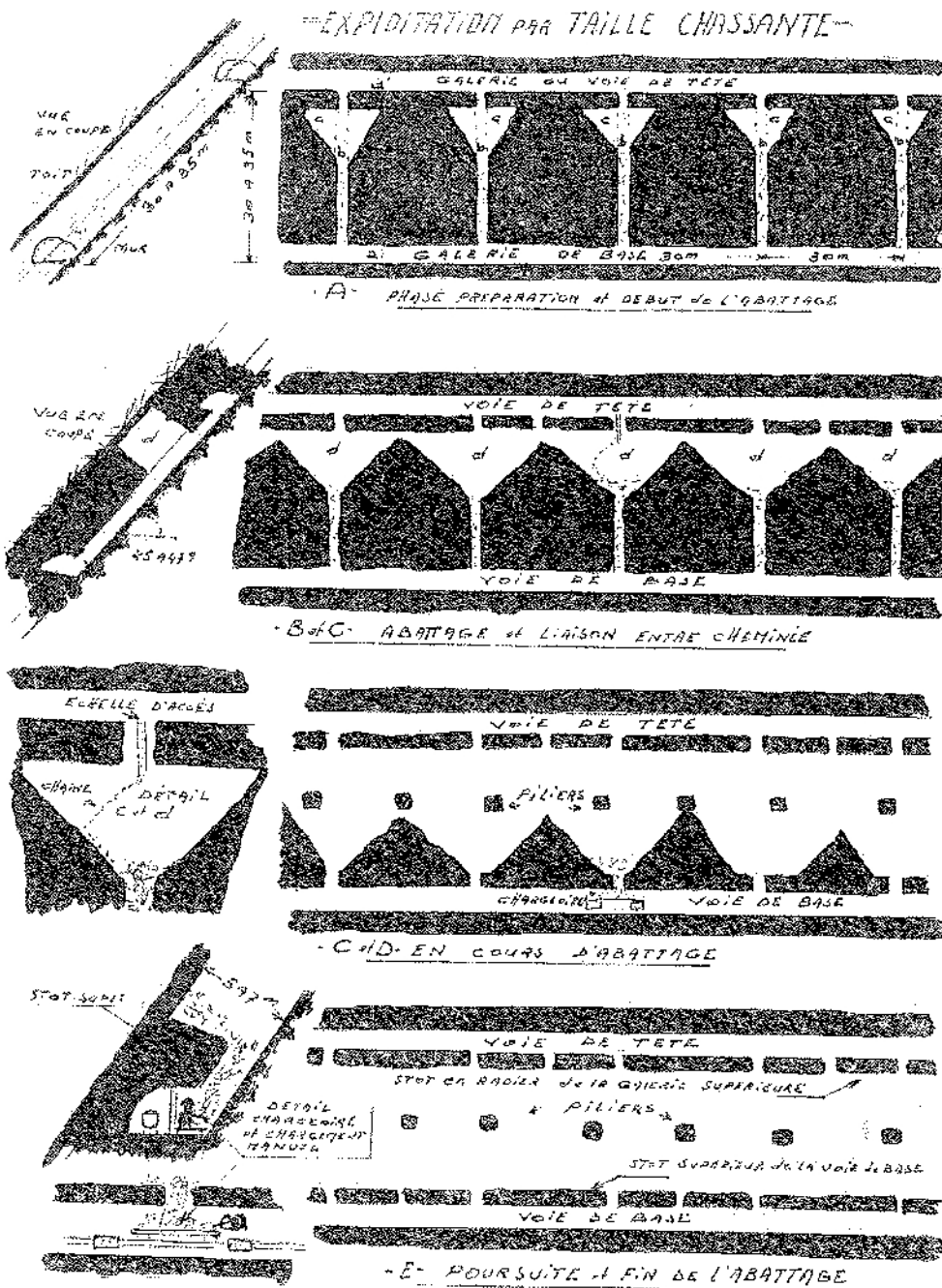


Schéma de la méthode d'exploitation par taille chassante (extrait de l'ouvrage « Histoire d'un pays minier »).

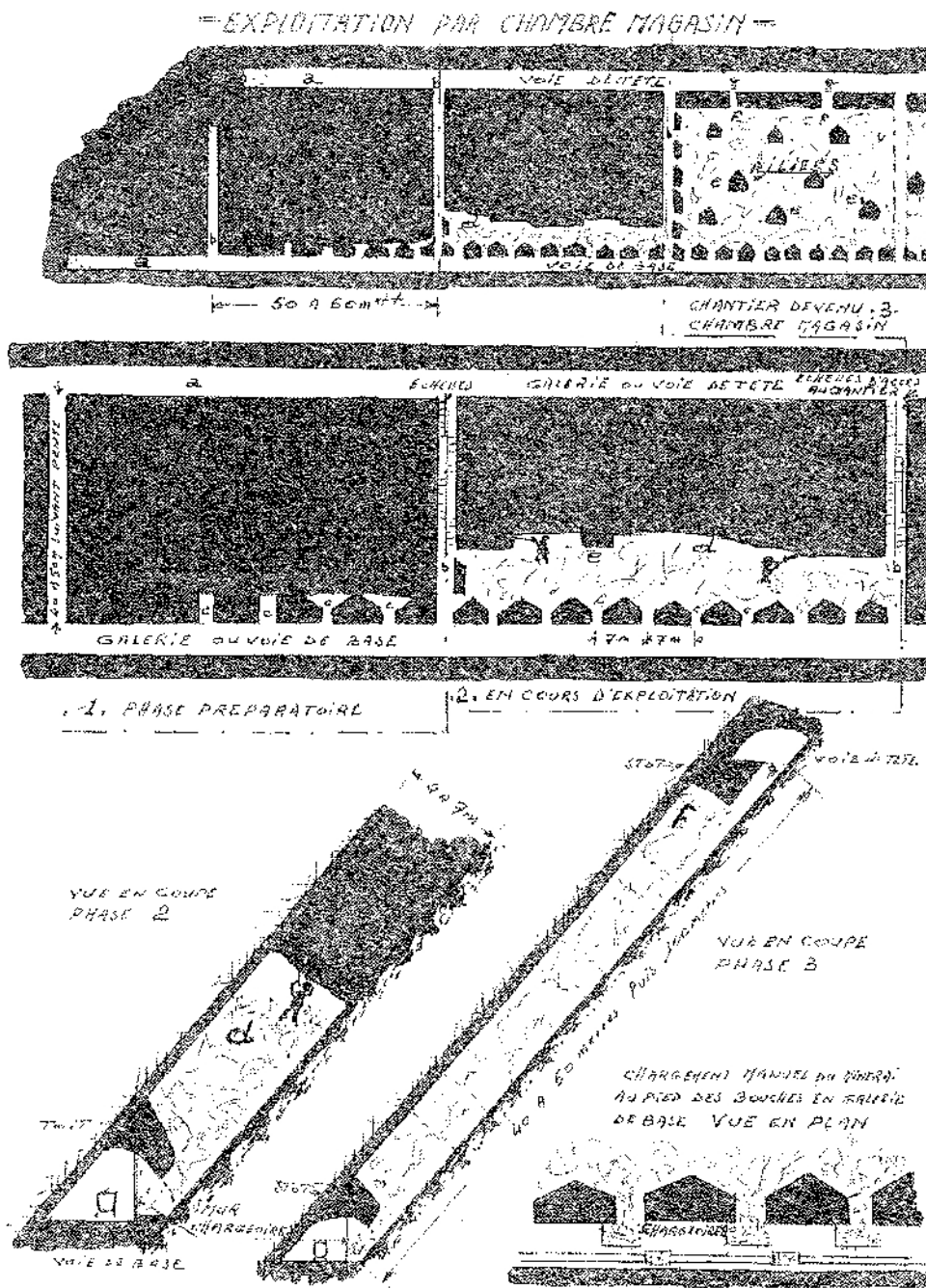


Schéma de la méthode d'exploitation par chambres magasins (extrait de l'ouvrage « Histoire d'un pays minier, 1980).

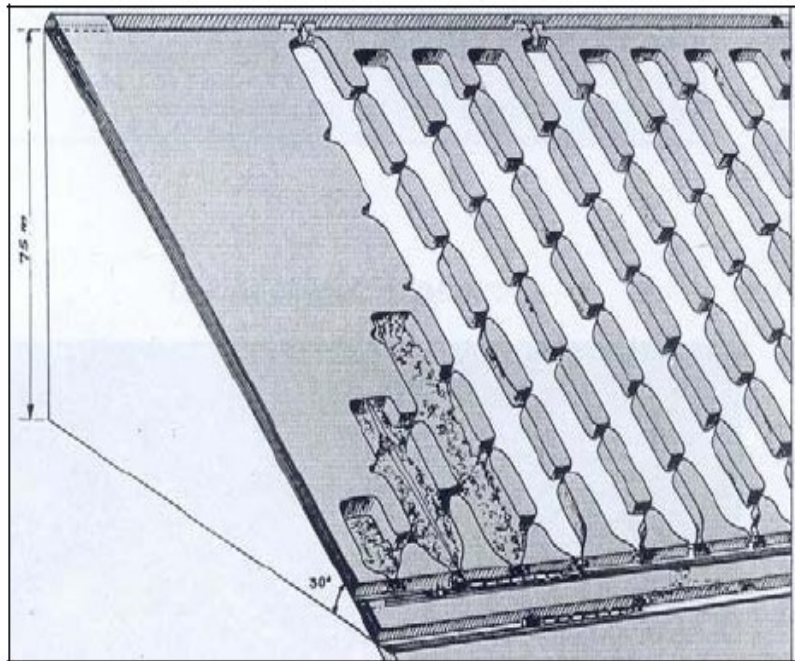


Schéma de la méthode des tailles montantes (extrait de l'ouvrage « Diverses variantes de chambres avec piliers abandonnés dans la mine de fer de Soumont » - Revue de l'industrie minière - Perrotte A. et Lidou B. - Les techniques, février 1983).

7 Bibliographie

1. **Bassin ferrifère de La Ferrière-aux-Etangs - Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers sur le territoire des concessions de La Ferrière-aux-Etangs et de Mont-en-Gérôme - phase informative et évaluation des aléas mouvement de terrain - GEODERIS - 7 janvier 2005.**
2. **Concessions de La Ferrière-aux-Etangs et Mont-en-Gérôme (Orne) - Etude préliminaire à la réalisation d'un Plan de Prévention des Risques Miniers (PPRM) - Evaluation des risques résiduels liés à l'activité minière - Evaluation et cartographie de l'aléa mouvement de terrain - GEODERIS - 9 novembre 2005.**
3. **Le circuit du fer - Editions Cahier du Temps.**
4. **Le fer et La Ferrière-aux-Etangs - Editions Cahier du Temps.**
5. **Cadastrés** au 1/5000 des 3 communes.
6. **Carte topographique** 1515 E au 1/25 000 – Briouze - Série Bleue IGN - 2003.
7. **Carte topographique** 1515 O au 1/25 000 – Flers - Série Bleue IGN - 2003
8. **SCAN 25** IGN de la zone d'étude.
9. **Carte géologique de la France n°211** au 1/50 000 - Flers-de-l'Orne - BRGM - 1982.
10. **Orthophotoplan** de la zone d'étude.
11. **Plan Local d'Urbanisme (P.L.U.)** de la commune de La Ferrière-aux-Etangs.