

Bassin minier de Soumont (Calvados)

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 »

9 mars 2005

GEODERIS 4BNO2100-R07-CF

Bassin minier de Soumont (Calvados)

**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 »

DIFFUSION : DRIRE BNO : 2 ex + 2 jeux de planches
JP. BESNARD : 1 ex + 1 jeu de planches
Bibliothèque Géodéris Metz : 1 ex + 1 jeu de planches
Bibliothèque Géodéris Caen : 1 ex
INERIS, L. CAUVIN (DRS) : 1 ex
BRGM, M. LOISLARD (SGR/PAL) : 1 ex

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	C. FRANCK B. MAZENC	J.P. JOSIEN	C. VACHETTE
Visa			

9 mars 2005

SOMMAIRE

1	<i>Cadre et objectif</i>	5
2	<i>Communes concernées par la présente étude</i>	5
3	<i>Synthèse des principales données sur la mine et son environnement</i>	6
3.1	Concessions minières	6
3.2	Géologie	7
3.3	Exploitation	7
3.4	Topographie et occupation du sol	9
4	<i>Methodologie et travaux effectués</i>	10
4.1	Déroulement de l'étude	10
4.2	Risque et aléa	11
5	<i>Risques résiduels sur le bassin de Soumont</i>	12
5.1	Termes juridiques	12
5.2	Risques liés aux mouvements de terrain	12
5.2.1	L'affaissement.....	12
5.2.2	L'effondrement localisé	14
5.3	Risque d'inondation	16
5.4	Risque lié à l'émanation de gaz	17
5.5	Risque de pollution des sols et des eaux	18
5.6	Risque lié à des rayonnements ionisants	19
6	<i>Risques résiduels sur le bassin de Soumont</i>	19
6.1	Incertitude résiduelle	19
6.2	Modalités de cartographie de l'aléa	19
6.3	Zones à risque	20
7	<i>Suites de l'étude</i>	21
7.1	PPRM	21
7.2	Analyse du risque	21
7.3	Etat zéro altimétrique	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : carte de localisation des concessions sur le synclinal de Soumont-Urville	6
Figure 2 : les différentes méthodes d'exploitation du bassin de Soumont (d'après Perrotte et Lidou).....	9
Figure 3 : dissymétrie des angles d'influence amont et aval en gisement penté.....	13
Figure 4: carte de localisation des points d'émergence dans le synclinal de Soumont – Urville.	17
Figure 5 : modalités de construction cartographique de l'aléa « effondrement localisé »	20
Figure 6 : aléa « affaissement » - représentation des angles d'influence amont et aval appliqués au bassin de Soumont	20

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : communes concernées par les concessions minières du synclinal de Soumont	5
Tableau 2 : principales caractéristiques des concessions du synclinal minier de Soumont.....	7
Tableau 3 : liste des documents techniques relatifs au synclinal minier de Soumont.....	11
Tableau 4 : affaissement - critères de pendage, taux de défrètement, et ouverture de la couche exploitée	14
Tableau 5 : niveau de l'aléa « effondrement localisé » sur le bassin de Soumont	16

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : cuvette d'affaissement de Bray-en-Cinglais (Soumont flanc sud).....	12
Photographie 2 : effondrement localisé d'intensité forte à Gouvix (flanc nord).....	15

LISTE DES ANNEXES

Annexe A : rapport INERIS DRS-04-44270/R02bis – Soumont flanc sud
Annexe B : rapport INERIS DRS-05-55973/R01 – Soumont flanc nord

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : carte des aléas « mouvement de terrain » - secteur I (1/5000)
Planche 2 : carte des aléas « mouvement de terrain » - secteur II (1/5000)
Planche 3 : carte des aléas « mouvement de terrain » - secteur III (1/5000)
Planche 4 : carte des aléas « mouvement de terrain » - secteur IV (1/5000)
Planche 5 : carte des aléas « mouvement de terrain » - secteur V (1/5000)
Planche 6 : carte informative de Soumont flanc Sud – secteur 1/3 (1/5 000)
Planche 7 : carte informative de Soumont flanc Sud – secteur 2/3 (1/5 000)
Planche 8 : carte informative de Soumont flanc Sud – secteur 3/3 (1/5 000)
Planche 9 : carte informative de Soumont flanc Nord (1/5 000)
Planche 10 : carte informative sur les ouvrages de recherche du minerai de fer sur le synclinal de Soumont

1 CADRE ET OBJECTIF

Les Plans de Prévention des Risques Miniers (PPRM) ont été instaurés par la loi du 30 mars 1999. 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, précise les modalités d'application du chapitre I de cette loi.

La DRIRE de Basse-Normandie, par l'intermédiaire du Pôle Après-Mine, a confié à GEODERIS une étude préliminaire à la réalisation d'un PPRM sur le bassin minier de Soumont. Cette étude consiste, d'une part, à recenser et évaluer les risques résiduels liés aux travaux miniers, et d'autre part, d'évaluer et cartographier les aléas « mouvement de terrain ».

L'étude des aléas « mouvement de terrain » se concrétise par la réalisation de :

- cartes informatives rassemblant les données recueillies sur les zones étudiées ;
- cartes d'aléa « mouvement de terrain ».

Ces données doivent permettre d'établir, si un PPRM est arrêté, les cartes réglementaires prescrivant les restrictions d'urbanisme et les modalités de construction. Par ailleurs, cette étude doit permettre :

- de déterminer l'existence et la nature des risques résiduels après l'arrêt de l'exploitation ;
- de délimiter les zones concernées par ces risques ;
- de les quantifier.

2 COMMUNES CONCERNEES PAR LA PRESENTE ETUDE

Les communes concernées par la présente étude sont celles dont le territoire recoupe le périmètre des anciennes concessions du bassin minier. Ces communes sont les suivantes, par ordre alphabétique :

Barbery	Boulon	Bretteville-le-Rabet
Bretteville-sur-Laize	Epaney	Estrées-la-Campagne
Fontaine-le-Pin	Gouvix	Grainville-Langannerie
Moulines	Olendon	OUILLY-le-Tesson
Perrières	Potigny	Rouvres
Saint-Germain-le-Vasson	Saint-Laurent-de-Condé	Sassy
Soumont-Saint-Quentin	Urville	

Tableau 1 : communes concernées par les concessions minières du synclinal de Soumont

3 SYNTHÈSE DES PRINCIPALES DONNÉES SUR LA MINE ET SON ENVIRONNEMENT

3.1 CONCESSIONS MINIERES

Les concessions du bassin minier de Soumont concernées par des travaux d'exploitation et de recherche du minerai de fer sont au nombre de sept : Barbery, Cinglais, Estrées-la-Campagne, Gouvix, Perrières, Soumont et Urville.

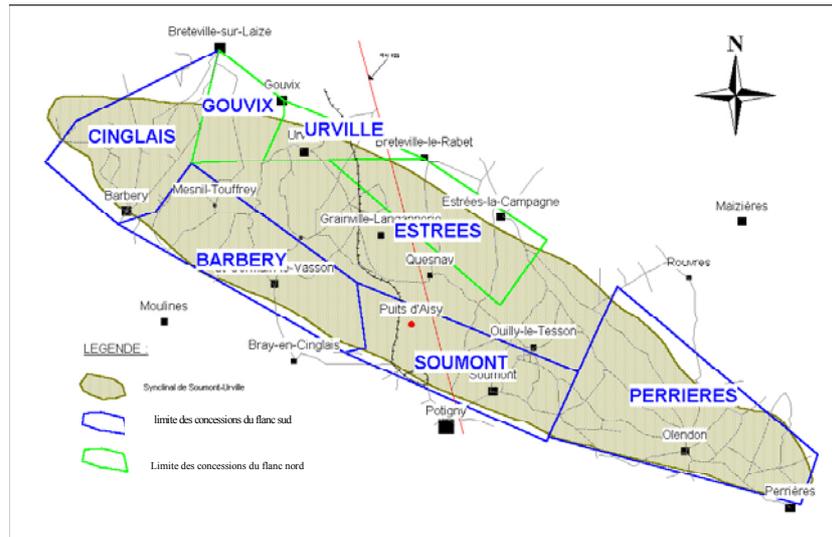


Figure 1 : carte de localisation des concessions sur le synclinal de Soumont-Urville

Leurs principales caractéristiques sont résumées sur le tableau suivant :

Concession	Barbery	Cinglais	Estrées-la-Campagne	Gouvix
Superficie (ha)	902	1165	780	329
Flanc du synclinal	Sud	Sud	Nord	Nord
Date d'octroi	1900	1921	1904	1896
Date d'arrêt des travaux d'exploitation	1989	Travaux de recherche principalement. Terminaison occidentale des exploitations de Barbery et de Gouvix	Travaux de recherche uniquement	1968
Date de renonciation	1999	1992	1992	1993
Dernier titulaire	Société des Mines de Soumont (SMS)			
Communes concernées par le périmètre	Barbery, Fontaine-le-Pin, Grainville-Langannerie, Moulines, Saint-Germain-le-Vasson	Barbery, Boulon, Bretteville-sur-Laize, Saint-Laurent-de-Condol	Bretteville-le-Rabet, Estrées-la-Campagne, Grainville-Langannerie, Oully-le-Tesson, Urville	Barbery, Bretteville-sur-Laize, Gouvix, Urville

Concession	Perrières	Soumont	Urville
Superficie (ha)	1460	854	255
Flanc du synclinal	Sud	Sud	Nord
Date d'octroi	1901	1902	1896
Date d'arrêt des travaux d'exploitation	Travaux de recherche principalement. Terminaison orientale de l'exploitation de Soumont	1989	1968
Date de renonciation	1992	1999	1993
Dernier titulaire	Société des Mines de Soumont (SMS)		
Communes concernées par le périmètre	Epaney, Olendon, Ouilley-le-Tesson, Perrières, Rouvres, Sassy, Soumont-Saint-Quentin	Estrées-la-Campagne, Fontaine-le-Pin, Grainville-Langannerie, Ouilley-le-Tesson, Potigny, Saint-Germain-le-Vasson, Soumont-Saint-Quentin	Bretteville-le-Rabet, Gouvix, Urville

Tableau 2 : principales caractéristiques des concessions du synclinal minier de Soumont

3.2 GEOLOGIE

Le minerai de fer anciennement exploité à Soumont par la Société des Mines de Soumont s'intègre dans le bassin ferrifère de l'Ouest de la France constitué du bassin de Normandie (région Caen-Domfront) et du bassin d'Anjou-Bretagne (région Angers-Rennes et Segré).

Le minerai de fer, d'âge silurien, se situe dans un massif dont le mur et le toit sont constitués par des schistes et grès. Ce massif primaire est plissé en un synclinal orienté approximativement est-ouest, atteignant une profondeur de l'ordre de 1000 m, et aux flancs redressés (généralement 30° à 35°, mais pouvant atteindre localement 60° pour le flanc sud, 50° à 70° pour le flanc nord). Ce synclinal est recouvert en discordance par une série à dominante calcaire du Jurassique inférieur et moyen, dont l'épaisseur varie de 0 à 50 m. Deux grandes familles de failles subverticales, respectivement de direction 60° N et 160° N et de faible rejet, découpent le massif. Ces accidents sont généralement espacés, ce qui a permis l'exploitation de panneaux réguliers et de longueur conséquente sur le flanc sud (plusieurs centaines de mètres). Sur le flanc nord, la fracturation est plus marquée aux abords de la vallée de la Laize : de ce fait, le gisement dans ce secteur fut peu ou pas exploité.

La couche du minerai de fer présente une puissance de 3 à 6 m. Sur le flanc nord, au sein de cette couche, un banc intercalaire moins riche en minerai a été bien différencié, au point de ne pas l'extraire au début de l'exploitation.

3.3 EXPLOITATION

Le minerai de fer du bassin normand est connu depuis plusieurs siècles. Son affleurement, à proximité des vallées (Laize, Laizon), semble avoir été le siège d'exploitations locales dès le Moyen-Age. A ces endroits, le minerai était relativement altéré et facilement exploitable.

Mais c'est à la fin du XIX^{ème} siècle que l'exploitation souterraine commença de manière industrielle.

Sur le flanc sud, l'exploitation (mine de Soumont) fut essentiellement concentrée sur les concessions de Barbery et Soumont. L'exploitation du flanc nord (mines de Gouvix et Urville), beaucoup plus limitée mais tout aussi ancienne, fut, pour des raisons techniques (pas d'extension d'exploitation possible, vétusté de certaines installations), arrêtée en 1969. A partir de cette date, les travaux de fermeture démarrèrent sur ce flanc et la production se concentra essentiellement sur la mine de Soumont.

Les trente dernières années d'exploitation virent des productions annuelles de l'ordre de 1 à 1,5 million de tonnes, le minerai étant intégralement acheminé vers la Société Métallurgique de Normandie (SMN). La mine connut son apogée dans les années 1970-1980 mais la concurrence des minerais de fer mauritaniens et suédois amorça le déclin de l'exploitation jusqu'à sa fermeture, en août 1989. Dès l'année 1990 les premières infrastructures furent démantelées et le pompage d'exhaure arrêté. Au total, plus de 50 millions de tonnes de minerai de fer sur le flanc sud et plus de 2 millions de tonnes sur le flanc nord furent extraites depuis le début du siècle.

Les travaux miniers s'étendent d'est en ouest sur plus de 14 km pour le flanc sud et de 3 km pour le flanc nord, avec une profondeur maximale de l'ordre de 650 mètres (flanc sud). L'exploitation a été menée sur plusieurs panneaux accessibles par des galeries horizontales de niveau (au moins 10 pour le flanc sud, espacées, hormis les niveaux les plus superficiels, d'une hauteur de 75 m, 3 pour le flanc nord, espacées d'une hauteur de 30 m). Les galeries de niveaux les plus superficielles ont pu être localement surmontées de travaux anciens ainsi que de galeries ou traçages proches des « morts-terrains », c'est-à-dire du recouvrement jurassique. Il subsiste donc des travaux miniers à faible profondeur.

Des sondages, puits et galeries de recherche ont été entrepris au début du siècle le long de l'emplacement supposé de la couche ferrifère à faible profondeur. Les gisements non prometteurs n'ont pas été exploités par la suite, ce qui est le cas d'une partie du flanc nord (concession d'Estrées-la-Campagne), et des terminaisons orientale et occidentale (concessions de Cinglais et de Perrières), du synclinal. Il est à noter toutefois que les travaux miniers de Soumont et de Gouvix ont débordé sur le territoire de ces deux dernières concessions.

Les méthodes d'exploitation ont évolué avec le temps et se sont adaptées à la profondeur, la puissance et le pendage de la couche. Ces méthodes sont dites partielles puisqu'elles ont tout consisté à éviter le foudroyage des terrains en laissant dans la couche exploitée des piliers et/ou stots de maintien de l'édifice minier. Les travaux les plus superficiels du flanc sud, correspondant aux extractions les plus anciennes, ont consisté en des dépilages anarchiques à partir des galeries de niveau. Puis, sur le flanc sud, s'est généralisée la méthode des « tailles montantes » consistant à abattre le minerai et à le racler latéralement en montant dans la couche dans des chambres assez larges séparées par des piliers. Les travaux les plus profonds de certains quartiers du flanc sud, où la couche était épaisse (près de 6 m) ont été exploités par traçage, puis dépilage (méthode des « tailles chassantes »), ou élargissage dans les secteurs les plus profonds. Dans les secteurs où le pendage de la couche était supérieur à 50°, fut employée la méthode des « chambres magasins », consistant en l'abattage du minerai de bas en haut, le matériau étant progressivement évacué par gravité au sein des galeries de niveau.

Les chambres du flanc nord ont été exploitées par tailles chassantes ou chambres-magasins, en fonction de l'activité et du rendement de la mine. La présence dans la couche d'un banc

intercalaire, d'épaisseur 1 à 2 m, et peu riche en minerai, a conduit avant 1936 à exploiter deux bancs séparés de 1,70 à 2,50 mètres d'épaisseur. Cette technique fut abandonnée après que deux effondrements se soient produits, attribuables à cette méthode d'exploitation.

La mine de Soumont (flanc sud) comprenait 22 accès aux travaux miniers (11 puits, 5 descenderies et 6 galeries), dont 14 destinés à l'exploitation (extraction ou acheminement du matériel et du personnel) et 8 permettant l'aéragé ou l'exhaure de la mine. Ces ouvrages concernent trois communes : Moulines, Saint-Germain-le-Vasson et Soumont-Saint-Quentin. Les mines de Gouvix et Urville (flanc nord) comprenaient au total 8 accès aux travaux miniers depuis la surface dont 5 puits, 2 travers-bancs et 1 plan incliné. L'accès au fond se faisait à partir des deux travers-bancs de la vallée de la Laize (entrées de Gouvix et d'Urville, sur les territoires des communes du même nom).

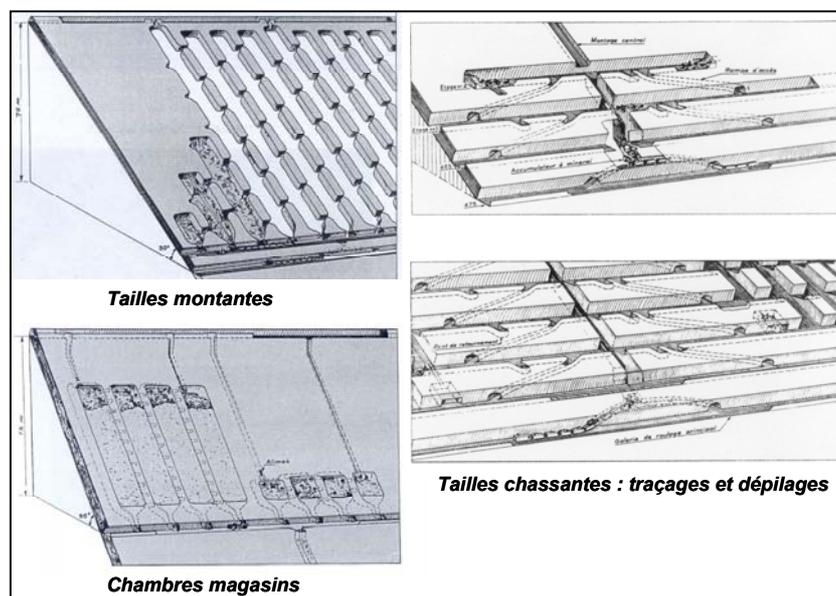


Figure 2 : les différentes méthodes d'exploitation du bassin de Soumont (d'après Perrotte et Lidou¹)

3.4 TOPOGRAPHIE ET OCCUPATION DU SOL

La morphologie du bassin est celle d'un plateau de faible déclivité, culminant à +190 m NGF, entaillé par les vallées de la Laize (+ 70 m NGF près du carreau d'Urville) et du Laizon, qui s'écoulent respectivement vers le Nord et le Nord-Est et recoupent l'emprise des travaux miniers.

L'occupation du sol au droit des anciennes exploitations minières est principalement la culture ou l'élevage. L'habitat est regroupé dans les bourgs ou suit les principales voies de communication. Les anciennes cité minières se sont édifiées à proximité des accès à la mine et des sites d'extraction. Par ailleurs, le plateau est, ou a été, localement exploité pour extraction du calcaire.

¹ Perrotte A., Lidou B., 1983. Diverses variantes de chambres avec piliers abandonnés dans la mine de fer de Soumont, Revue de l'Industrie Minérale – Les Techniques, février 1983.

Le principal axe de communication est la RN 158 reliant Caen à Falaise et recoupant les travaux miniers sur le territoire de la commune de Soumont.

4 METHODOLOGIE ET TRAVAUX EFFECTUES

4.1 DEROULEMENT DE L'ETUDE

L'étude des aléas « mouvement de terrain » s'est déroulée en 2003 (flanc sud) et 2004 (flancs sud et nord). Elle a consisté en :

- L'établissement de phases informatives avec la production de cartes informatives, correspondant au calage de l'ensemble des travaux miniers par rapport à l'orthophotoplan, mis à disposition par le Conseil Général du Calvados, au recensement et au géoréférencement des ouvrages débouchant au jour, au recensement des désordres liés à des mouvements de terrain. Ces phases informatives ont également permis de recueillir l'ensemble des informations nécessaires et suffisantes relativement à la mine, aux méthodes d'exploitation, aux travaux de fermeture des ouvrages débouchant au jour, aux ouvrages ou dépôts connexes à l'exploitation. L'ensemble de ces rapports distinguent le flanc sud et le flanc nord du synclinal.
- L'établissement d'une étude de modélisation des gisements pentés relatifs aux bassins ferrifères de l'Ouest. Certains mouvements de terrain, tels que l'affaissement (au sens minier du terme) ou l'effondrement généralisé, sont en effet bien connus pour les gisements horizontaux dits en plateures, mais moins aisés à appréhender dès lors que les gisements ont un pendage important. Afin de mieux caractériser l'intensité et l'éventualité de tels aléas, observés sur les bassins miniers de Soumont et, plus récemment, de la Ferrière-aux-Etangs (Orne), il a été convenu en accord avec la DRIRE de faire réaliser cette modélisation.
Cette étude, ainsi qu'une priorité accordée au bassin de May-sur-Orne où les risques résiduels se sont avérés plus importants, ont eu pour conséquence de reporter la remise de la carte d'aléas « mouvements de terrain » à la fin de l'année 2004.
- Une note de synthèse sur l'impact environnemental lié à l'activité minière, établie par GEODERIS.
- Enfin l'évaluation des aléas « mouvements de terrain », distinctement pour les flancs sud et nord du synclinal. A noter que les aléas liés aux puits et galeries de recherche de l'ensemble du synclinal minier ont été évalués dans le rapport relatif au flanc nord.

Date	Organisme émetteur et n° de rapport	Intitulé
Phase informative		
Janvier 2003	BRGM RP-52479-FR	Reconnaissance des ouvrages au jour des mines de fer de Soumont-Saint-Quentin (Calvados)
Juin 2003	INERIS DRS 03-44270/R01	Participation à l'élaboration de la phase informative du PPRM sur l'emprise des concessions de Cinglais, Barbéry, Soumont et Perrières
Août 2003	BRGM RP-52486-FR	Redressement et géoréférencement des plans miniers de Soumont et May-sur-Orne
Septembre 2003	GEODERIS 2100BNO3-NT10-BM-CV	Analyse du géoréférencement du plan minier de Soumont Saint-Quentin
Novembre 2003	BRGM RP-52685-FR	Mines de fer de Soumont-Saint-Quentin (Calvados). Phase informative (2 ^{ème} partie)
Avril 2004	BRGM RP-53243-FR	Concessions des mines de fer de Gouvix et d'Urville (Calvados). Eléments pour la réalisation de la carte informative. Rapport final.
Modélisation		
Décembre 2003	INERIS DRS 03-49161/R01	Bassins ferrifères de Normandie et d'Anjou-Bretagne. Phase préliminaire à la réalisation d'une modélisation numérique sur les gisements pentés des bassins ferrifères de Soumont, May-sur-Orne et Segré (Calvados et Maine-et-Loire)
Juin 2004	INERIS DRS 04-50864/RN01	Contribution à l'analyse des conditions d'effondrement des gisements pentés des bassins ferrifères de Soumont, May-sur-Orne et Segré (Calvados et Maine-et-Loire)
Hydrogéologie et impact environnemental		
Juin 2004	GEODERIS 4BNO-2100-R01-BM	Impact environnemental de l'activité minière dans le synclinal de Soumont-Saint-Quentin
Evaluation et cartographie de l'aléa		
Décembre 2004	INERIS DRS-04-44270/R02bis	Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain dans l'emprise des concessions de Cinglais, Barbéry, Soumont et Perrières (Calvados). Bassin ferrifère de Normandie
Décembre 2004	INERIS DRS-04-55973/R01	Evaluation et cartographie des aléas mouvements de terrain dans l'emprise des concessions de Estrées-la-Campagne, Gouvix et Urville (Calvados). Bassin ferrifère de Normandie

Tableau 3 : liste des documents techniques relatifs au synclinal minier de Soumont

4.2 RISQUE ET ALEA

L'aléa est un concept spécifique à la terminologie du risque 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 (ou de la prédisposition d'un site à en être affecté).

L'aléa est hiérarchisé selon les différentes configurations rencontrées. 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 « 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 trouvent des enjeux de surface (habitation, infrastructure, aire de concentration de personnes...).

5 RISQUES RESIDUELS SUR LE BASSIN DE SOUMONT

5.1 TERMES JURIDIQUES

Le décret en conseil d'Etat n° 2000-547 du 16 juin 2000 relatif à l'application des articles 94 et 95 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 risques pris en compte sont notamment les suivants : affaissements, effondrements, fontis, inondations, émanations de gaz dangereux, pollutions des sols ou des eaux, émissions de rayonnements ionisants.

5.2 RISQUES LIES AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN

Les rapports des annexes A et B décrivent plus précisément la pertinence et l'évaluation des aléas « mouvement de terrain ». Le présent chapitre s'attache à en proposer une synthèse.

Les risques qui ont été retenus sur le bassin minier de Soumont sont ceux liés à des affaissements et des effondrements localisés.

L'absence d'évènements sur l'ensemble des bassins ferrifères de l'ouest de la France, la dissymétrie du recouvrement des travaux miniers souterrains liée au pendage de la couche, l'absence de travaux trop défruités à faible profondeur sont autant d'éléments qui ont permis d'écarter le phénomène d'effondrement généralisé (rupture brutale du recouvrement au droit d'un quartier par ruine de ses piliers ou stots de maintien), tel que constaté sur certains gisements en plateaux lorrains ou certaines carrières souterraines.

5.2.1 L'AFFAISSEMENT

La présence de cuvettes d'affaissement sur le bassin minier de Soumont, ainsi que les résultats de l'étude de modélisation des gisements pentés, ont permis de retenir et évaluer l'**affaissement**.



Photographie 1 : cuvette d'affaissement de Bray-en-Cinglais (Soumont flanc sud)

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'effondrement de vides miniers. Les désordres en surface, dont le caractère est généralement lent, progressif et souple, prennent la forme d'une dépression topographique qui présente une allure de cuvette, sans rupture cassante importante (des fractures ouvertes sont possibles dans la zone en extension, située sur la bordure de l'affaissement).

Les exploitations en couche pentée se caractérisent par une dissymétrie de la cuvette d'affaissement en fonction du pendage. L'existence d'un pendage influe, en effet, directement sur les valeurs des angles d'influence en amont et en aval.

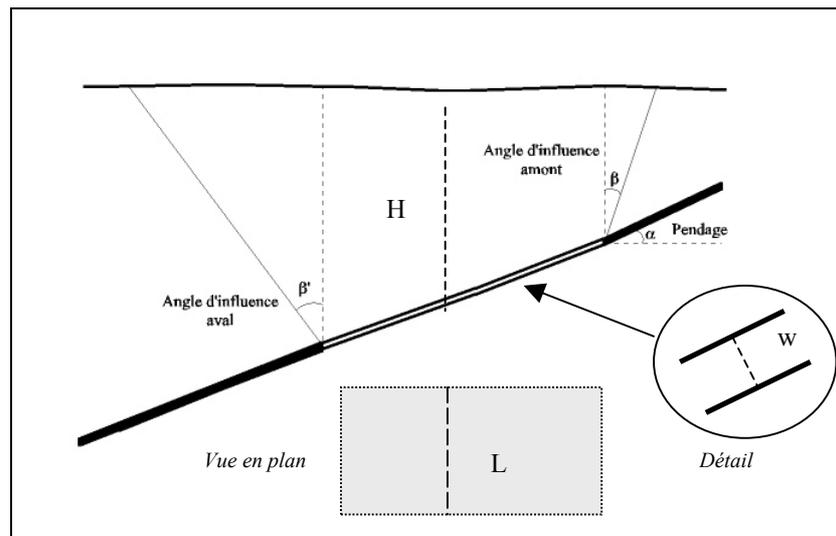


Figure 3 : dissymétrie des angles d'influence amont et aval en gisement penté

Quand la profondeur d'exploitation devient importante, l'influence de l'angle aval se traduit généralement par une large extension de la cuvette d'affaissement mais, en contrepartie, par des amplitudes de pente des terrains et des déformations horizontales plus faibles.

En revanche, du côté amont, l'angle d'influence est plus réduit, mais les déformations et les pentes augmentent sensiblement.

Les phénomènes d'affaissement d'exploitations partielles (c'est-à-dire laissant des piliers ou des stots de maintien de l'édifice minier souterrain) telles que celles de Soumont, peuvent se produire plusieurs années ou décennies après la fermeture des travaux.

Les caractéristiques qui permettent de qualifier l'intensité de l'aléa sont celles qui peuvent occasionner les dégâts les plus dommageables pour les biens : ce sont généralement les déformations différentielles horizontales et les mouvements de mise en pente du sol.

La stabilité des stots, dalles ou piliers laissés en place pour assurer la tenue des épontes du gisement gouverne la prédisposition d'une exploitation pentée à subir des affaissements en surface. La présence ou le recensement d'anciennes cuvettes d'affaissement contribuent souvent à augmenter la prédisposition qu'un site puisse subir, à l'avenir, d'autres phénomènes sensiblement similaires.

Les principaux facteurs susceptibles d’influencer l’intensité de l’aléa et la prédisposition à pouvoir en être affecté sont le pendage des couches exploitées, la géométrie, l’ouverture et la profondeur des travaux miniers, la méthode d’exploitation, la nature du recouvrement, la topographie de surface, etc.

Sur le bassin minier de Soumont, l’aléa affaissement a été évalué d’un **niveau faible à moyen** pour les configurations de travaux suivantes :

- couche non verticale ou non subverticale ;
- largeur L du panneau ou du quartier exploité supérieure ou égale à la profondeur moyenne (prise en milieu de panneau - H) de celui-ci ;
- profondeur de la base du panneau inférieure à 300 m ;
- configurations de pendage, taux de défrèvement et ouverture exploitée (w) de la couche, issues des résultats de la modélisation et résumées dans le tableau suivant.

Si le <i>pendage</i> de la couche est le processus d’affaissement est considéré pertinent si le <i>taux de défrèvement</i> de l’exploitation est pour une <i>ouverture</i> exploitée ...
Compris entre 30° et 45°	Supérieur à 70 %	Supérieure à 5 m
	Supérieur à 80 %	Supérieure à 3 m
Compris entre 45° et 55°	Supérieur à 80 %	Supérieure à 5 m
	Supérieur à 90 %	Supérieure à 3 m
Supérieur à 55°	Supérieur à 90 %	Supérieure à 4 m

Tableau 4 : affaissement - critères de pendage, taux de défrèvement, et ouverture de la couche exploitée

Ce niveau se justifie en considérant :

- une **prédisposition faible à moyenne**. Trois affaissements ont été constatés à la surface en 1961, 1965 et 1966. l’éventualité qu’un tel phénomène se reproduise est donc non nulle. La qualification de faible ou moyen a été attribuée au cas par cas selon que le panneau ou quartier se situe dans ou en limite des critères de pertinence évoqués ci-dessus ;
- une **intensité faible à moyenne**, en fonction des valeurs attendues de déformation et de mise en pente en surface, selon l’ouverture exploitée et par analyse des affaissements constatés (déformation maximale de l’ordre de 10 mm/m et mise en pente maximale de 4 %).

Compte tenu de ces résultats, le flanc sud du synclinal est soumis en grande partie à l’aléa affaissement. Le flanc nord, plus penté et au taux de défrèvement plus réduit, n’est en revanche pas affecté par cet aléa.

5.2.2 L’EFFONDREMENT LOCALISE

L’**effondrement localisé** correspond à l’apparition en surface d’un cratère dont le diamètre et la profondeur influent sur la dangerosité du phénomène. Plusieurs mécanismes peuvent conduire à de tels désordres :

- ***l'effondrement localisé à l'aplomb de chantiers peu profonds***

Ce type de phénomène est consécutif à des éboulements plus ou moins importants des chantiers anciens, peu profonds, par rupture des structures souterraines (pilier, couche intercalaire, toit ou couronne).

Le stot de protection de la surface, constitué par un recouvrement de terrains primaires, surmontés ou non par la formation calcaire jurassique, peut se rompre progressivement avec la remontée d'une cloche d'éboulement.

Lorsque les terrains mobilisables de surface (roche altérée, sol, remblai) sont atteints, ce type de désordre provoque en surface un effondrement soudain de forme circulaire et relativement limité (fontis) ou de plus grande dimension (en forme de gouttière suivant la couche) ,en fonction du type de rupture initiale et de la configuration des travaux sous-jacents.

L'intensité du phénomène est en effet fonction du volume et de la configuration des ces vides peu profonds (puissance et pendage de la couche, développé –dans le sens du pendage– de l'exploitation, largeur de chantier). L'évaluation de l'éventualité qu'un tel phénomène puisse se manifester en surface est faite à partir de la fréquence des désordres apparus en surface, des configurations et de l'état des cavités souterraines, de la nature et l'épaisseur des terrains de recouvrement.



Photographie 2 : effondrement localisé d'intensité forte à Gouvix (flanc nord)

- ***la rupture de la tête de puits***

La rupture de la tête d'un puits ou d'une cheminée peut être assimilée à un effondrement localisé en terme de conséquences en surface alors qu'il est différent en terme de mécanismes originels. Un puits non sécurisé d'une manière pérenne peut, s'il est remblayé, débourrer et provoquer une rupture du revêtement et un effondrement des terrains environnants en surface généralement peu compétents. Un puits non remblayé, dont le revêtement ou un mode de fermeture insuffisant rompt, provoque le même type de désordres.

- ***l'éboulement du toit d'une galerie isolée***

Ce type de mécanisme peut provoquer l'apparition soudaine en surface d'un entonnoir de quelques mètres de rayon et quelques mètres de profondeur. Les dimensions de cet entonnoir dépendent de l'importance du vide et de la nature des terrains qui le séparent de la surface. Le fontis correspond à une dégradation progressive de la voûte d'une galerie ou de travaux peu profonds qui remonte peu à peu dans le recouvrement et peut atteindre la surface.

• *résultats de l'étude d'aléa*

Sur le bassin minier de Soumont, l'aléa effondrement localisé est évalué, lorsqu'il est retenu, d'un **niveau faible à fort**, selon les mécanismes initiateurs et les configurations de travaux ou de recouvrement. Les justifications sont résumées dans le tableau suivant. Nous invitons le lecteur à consulter les annexes A et B pour plus de détail ou de précision.

Phénomène	Intensité	Prédisposition ou éventualité	Aléa retenu
Rupture du toit de chantiers peu profonds	Forte (cratères pouvant localement dépasser 10 m de diamètre en surface). - ouverture importante de la couche exploitée (supérieure à 5 m) ; - travaux moyennement à fortement pentés ; - dimensions des anciens fontis du flanc nord (de l'ordre de 20 m de diamètre).	Faible à élevée , en fonction du mode d'exploitation (une seule ou deux couches exploitées) et de l'épaisseur du calcaire résistant recouvrant les chantiers miniers, jouant le rôle de voûte. Faible à moyenne pour le flanc sud. Moyenne à élevée pour le flanc nord.	Faible à fort
Rupture de tête de puits d'exploitation	Moyenne (cratères de dimensions plus réduites)	Les puits d'exploitation ont été remblayés ou obturés à la fermeture des travaux miniers. L'éventualité d'un effondrement n'en est toutefois pas nulle : elle est fonction de la qualité et de la pérennité de ces travaux de fermeture. Elle a été qualifiée de faible à moyenne (puits remblayés mais mobilisation possible du remblai, obturations non pérennes).	Moyen
Eboulement du toit d'une galerie isolée	Moyenne (cratères de dimensions plus réduites)	Moyenne pour des hauteurs de recouvrement inférieures à 30 m. Au-delà de cette valeur, la galerie et la cloche de fontis s'autocomblent par foisonnement des éboulis, et la surface n'est pas atteinte par l'instabilité.	Moyen

Tableau 5 : niveau de l'aléa « effondrement localisé » sur le bassin de Soumont

Les **puits et galeries de recherche** ont été positionnés sur des plans d'archives mais n'ont pas été retrouvés sur le terrain. Aucun désordre n'a été mentionné ou observé dans leur périmètre. Ces ouvrages ont des caractéristiques volumétriques beaucoup plus limitées que les débouchés au jour des exploitations. Il est par ailleurs fort probable que les puits aient été remblayés, sans qu'aucun document ne le confirme. L'aléa « effondrement localisé » lié à ces ouvrages a été évalué d'un niveau faible (faible ou moyenne intensité, éventualité d'apparition de désordres très faible à faible).

5.3 RISQUE D'INONDATION

A l'issue de l'exploitation du minerai, les pompages d'exhaure ont été arrêtés. Les niveaux d'eau sont remontés pour atteindre leurs points d'émergence. Ceux-ci sont au nombre de trois : deux sur le flanc sud et un sur le flanc nord (fig. 4).

Sur le flanc nord, l'émergence est constituée par l'ancienne galerie de Gouvix. Celle-ci a été équipée pour permettre le prélèvement en continu d'une centaine de litres par seconde (moyenne calculée sur la période 1998 à 2003) destinée à l'alimentation en eau potable d'un Syndicat AEP de la Laize. Le débit excédentaire s'écoule par gravité dans la rivière la Laize.

Sur le flanc sud, il existe un écoulement pérenne au niveau de l'ancienne descenderie du Livet. L'eau est rejetée directement dans la Laize. Le débit est de l'ordre d'une cinquantaine

de litres par seconde (estimation à partir de 10 mois de mesure à la fin du remplissage du réservoir minier). La seconde, qui ne s'écoule qu'en période de très hautes eaux de nappe, se situe au niveau de l'ancienne galerie de Saint-Quentin et se jette dans le Laizon.

Sous réserve d'un entretien régulier de ces exutoires (absence de colmatage des drains) l'aléa inondation lié aux travaux miniers est évalué d'un niveau nul.

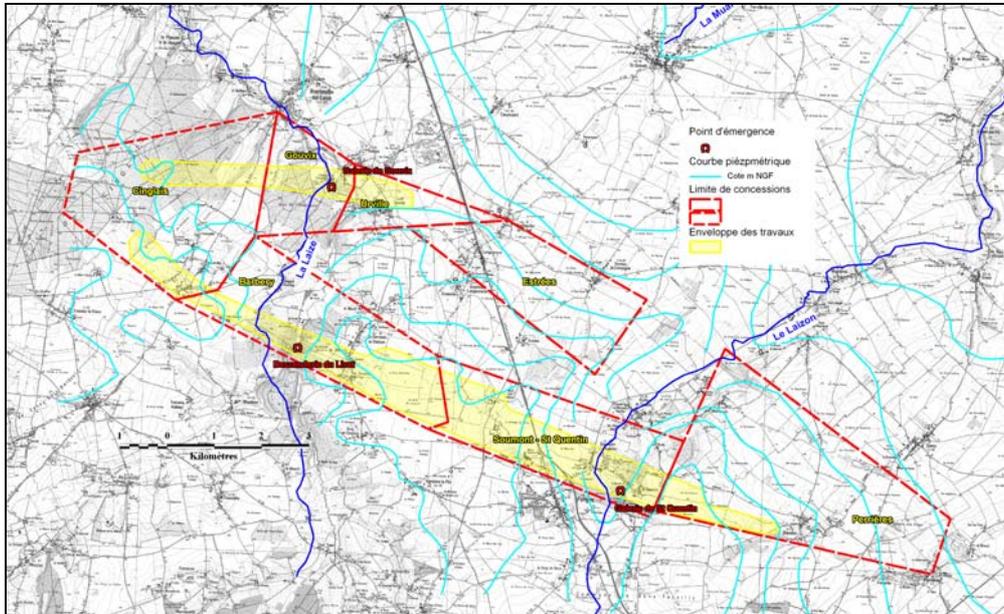


Figure 4: carte de localisation des points d'émergence dans le synclinal de Soumont – Urville.

5.4 RISQUE LIÉ À L'ÉMANATION DE GAZ

La présence de gaz dans des anciens travaux miniers peut être le fait :

- d'une concentration en gaz dans les formations encaissantes qui se libère dans les cavités du fait de la détente des terrains liée à l'exploitation ;
- de la décomposition ou de l'altération d'ouvrages, matériels ou produits qui sont restés au sein de ces travaux.

Ce gaz peut migrer vers la surface par l'intermédiaire des terrains de recouvrement lorsqu'ils sont fracturés ou par les conduits préférentiels que sont les ouvrages débouchant au jour. L'émanation à la surface peut se produire durant l'exploitation, mais également durant la phase d'envoyage des vides après la fin des travaux, les gaz migrant vers la surface par effet piston. Après stabilisation hydrique, le risque d'émanation de gaz, pour peu que sa concentration résiduelle dans les vieux travaux soit importante, résulte essentiellement :

- du transport de gaz dissous dans les eaux profondes au contact des anciens travaux, qui peut être relargué en surface par la colonne du puits ;
- de la mise en communication des vieux travaux avec l'atmosphère extérieure (débouillage de puits, réalisation d'ouvrages atteignant ces travaux).

Dans le cas présent, le gisement est très faiblement producteur de gaz (éventuellement CO² ou CO, absence de méthane car gisement non houiller). Le niveau de la nappe est stabilisé à une profondeur de plusieurs dizaines de mètres sous la surface. Les travaux les plus superficiels ne sont pas ennoyés, mais la communication entre les cavités et l'atmosphère s'opère par les ouvrages débouchant au jour et les fontis et fouilles présents sur la zone d'étude.

On peut donc considérer que l'aléa « émanation de gaz de mine » est **négligeable à nul** sur ce bassin minier.

Pour ce qui concerne le radon, on ne dispose actuellement que des données communales disponibles sur le site Internet de l'IRSN. Ces mesures d'activité volumique ont été recueillies depuis 1992 et ont été synthétisées dans un bilan au 01/01/2000.

La carte du Calvados fait apparaître une valeur d'activité très faible (inférieure à 50 Bq/m³) ou non mesurée pour les communes du bassin minier.

Toutefois, en l'absence d'autre information (localisation du point de mesure, époque (saison) de la mesure, autres points de mesures de confirmation), il convient de procéder à des mesures dans certains ouvrages débouchant au jour pour préciser l'éventuel niveau d'aléa radon lié à l'activité minière.

5.5 RISQUE DE POLLUTION DES SOLS ET DES EAUX

Les travaux de la phase informative n'ont pas mis en évidence la présence de stérile ou de résidus de traitement sur la concession, ni trouvé d'information relative à la pollution accidentelle des sols. (Le minerai était traité à Caen à l'usine de la SMN).

On considère donc que **l'aléa pollution des sols est de niveau nul**.

La qualité des eaux souterraines de l'aquifère du Primaire n'est connue que par les données recueillies au niveau des points d'émergence.

Pour le flanc nord, les analyses réalisées dans le cadre de l'eau destinée à l'alimentation montrent des concentrations élevées en manganèse. Un traitement a été prévu au niveau de la station de pompage mais il ne semble pas être utilisé, le simple aérage de l'eau permettant d'obtenir des concentrations acceptables pour la distribution.

Pour le flanc sud, on constate des concentrations importantes (supérieures aux concentrations maximales admissibles pour l'eau potable) en sulfates et manganèse au niveau de l'émergence du Livet. Cependant ces eaux sont rejetées directement dans le milieu naturel et on ne constate aucun impact sur la qualité de l'eau de la Laize en aval. On ne dispose d'aucune donnée sur la qualité de l'exhaure temporaire au niveau de la galerie de Saint-Quentin. Cependant on ne note aucun impact en aval du rejet dans le milieu récepteur du Laizon.

L'aléa pollution des eaux est donc de niveau négligeable.

5.6 RISQUE LIÉ À DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Les données en notre possession sur le minerai extrait et la nature géologique des terrains permettent de dire que le risque lié à des rayonnements ionisants dus à l'activité minière est **nul à négligeable**.

6 RISQUES RESIDUELS SUR LE BASSIN DE SOUMONT

6.1 INCERTITUDE RESIDUELLE

L'incertitude cartographique résiduelle considérée est la conjonction de :

- l'erreur de positionnement des géomètres de la mine durant l'exploitation (plans de mine) ;
- l'incertitude de calage des plans miniers (à l'échelle de 1/2 500) par rapport à l'orthophotoplan ;
- l'incertitude du tracé des travaux superficiels sur les plans de mine.

Pour l'établissement de la carte d'aléas « mouvement de terrain », cette incertitude a été prise égale à 10 m, en tout point et selon toute direction, sauf pour les ouvrages débouchant au jour confirmés sur le terrain. Cette incertitude peut être éventuellement précisée au cas par cas par une reconnaissance spécifique permettant un meilleur calage des travaux miniers.

6.2 MODALITES DE CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

Les modalités de construction des cartes d'aléas tiennent compte d'une marge d'incertitude, telle que définie ci-avant, et d'une marge dite d'influence correspondant aux terrains influencés en surface, si le phénomène se produit.

Pour ce qui concerne l'effondrement localisé, l'épaisseur de ces terrains mobilisables, ainsi que l'angle d'influence, ont été évalués forfaitairement en fonction de la connaissance géologique générale du site, des désordres constatés et des reconnaissances particulières menées. Cette épaisseur a été évaluée de 10 m pour le flanc sud et de 20 m pour le flanc nord, en raison de la nature des terrains de recouvrement. Ce volume d'influence peut être éventuellement précisé au cas par cas par une reconnaissance spécifique.

La figure 4 indique les modalités de construction pour l'aléa « effondrement localisé » relatif à la rupture au sein de chantiers miniers peu profonds et de têtes de puits.

Pour la cartographie de l'aléa « affaissement », les angles d'influence ont été évalués par rétroanalyse des événements de Soumont et comparaison avec d'autres bassins miniers pentés. Ils sont les suivants :

- angle d'influence amont : 30°, pris à partir de la limite des panneaux supérieurs ;
- angle d'influence aval : 45°, pris à partir d'une profondeur de panneau de 300 m, environ.

L'incertitude cartographique a été intégrée dans ces angles d'influence.

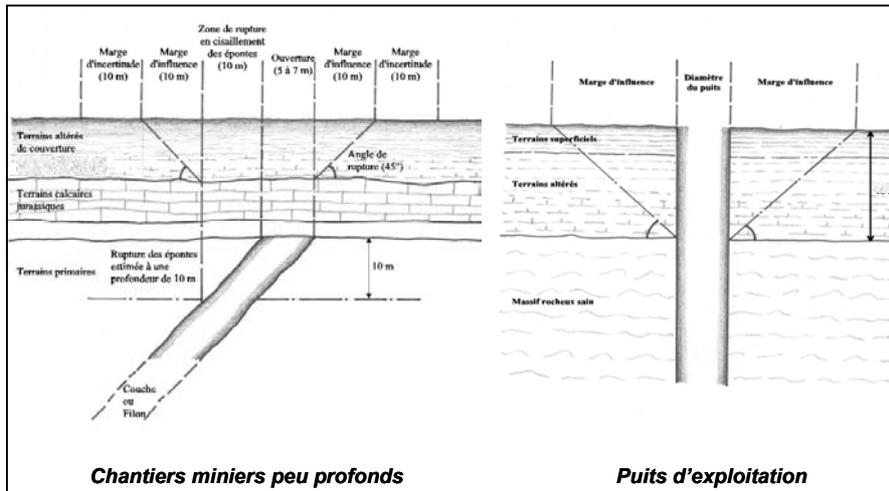


Figure 5 : modalités de construction cartographique de l'aléa « effondrement localisé »

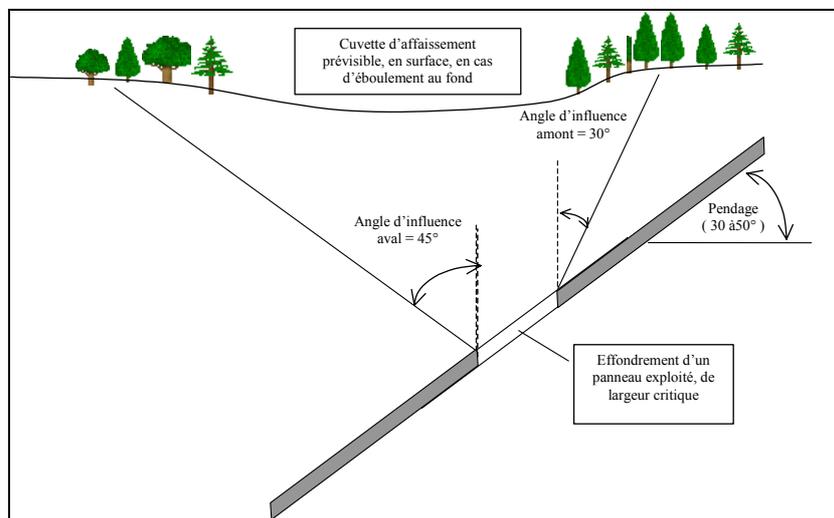


Figure 6 : aléa « affaissement » - représentation des angles d'influence amont et aval appliqués au bassin de Soumont

6.3 ZONES A RISQUE

Sont énumérées ci-après, par commune, les zones d'aléa effondrement localisé de niveau moyen où sont présents des enjeux de surface (au vu de l'orthophotoplan et de la carte topographique à 1/25 000 de l'IGN). Ces zones d'enjeux seront précisées ultérieurement.

- **Saint-Germain-le-Vasson**

Lieu-dit « La Fontaine » : trois bâtiments, probablement des habitations. Voie communale de desserte.

- **Soumont-Saint-Quentin**

Bretelle d'accès à la RN 158.

- **Urville**

Voies départementales. Carrefour de la RD 132 et de la RD 167.

7 SUITES DE L'ETUDE

7.1 PPRM

L'établissement du PPRM devra tenir compte des conclusions et évaluations de la présente étude.

La carte d'aléas reproduit l'emprise des travaux miniers, afin d'en garder mémoire. La présence de ces travaux devra être prise en compte au moyen d'une étude spécifique au cas où un ouvrage exceptionnel, sensible ou profond serait envisagé sur ou à proximité de leur emprise.

7.2 ANALYSE DU RISQUE

L'analyse du risque concerne les zones, citées au chapitre 6.3, où l'aléa « effondrement localisé » a été évalué de niveau moyen et où existent des enjeux à la date de rédaction de ce document.

Dans le cas présent, d'après les plans miniers, ces aléas correspondent à la présence de galeries ou traçages peu profonds, ainsi que d'un puits d'aérage. L'agencement précis et l'état de ces travaux miniers est à ce jour inconnu.

Dans le cadre d'une mise en sécurité des biens et personnes, il conviendra pour ces secteurs de préciser le risque par l'examen plus détaillé des enjeux et la réalisation d'une étude spécifique. GEODERIS établira en 2005 les modalités de cette étude.

7.3 ETAT ZERO ALTIMETRIQUE

Les enjeux de surface répertoriés sur les zones d'aléa affaissement sont principalement des maisons et pavillons, des voies de communication (communales à nationales), des établissements recevant du public et des zones industrielles. Des précisions seront apportées sur le type de bâti dans ces zones d'aléa.

L'intégrité structurelle de ces bâtiments ne sera pas affectée en cas de mouvements de terrain de ce type, qui seront donc sans danger pour les personnes.

Il est toutefois nécessaire d'établir un levé altimétrique des zones pouvant être affectées par le phénomène d'affaissement, afin d'avoir tous les éléments de décision en cas de désordre de surface et de dommage constaté sur une habitation. Cette opération consisterait à mettre en place un réseau de bases et de repères, et d'en faire un état zéro topographique, afin qu'en cas de survenance ultérieure de désordres sur les enjeux il puisse être établi de nouvelles mesures topographiques et une expertise fiable et argumentée sur l'origine minière ou non des dommages. GEODERIS établira début 2005 les modalités de ce levé.