

**Bassin houiller du Boulonnais (62)  
Concessions de Ferques et Hardinghen**

**Etude Préliminaire à l'élaboration d'un PPRM**

**Communes de Caffiers, Ferques, Fiennes, Hardinghen,  
Landrethun-le-Nord, Leubringhen, Leulinghen-Bernes,  
Marquise, Rety et Rinxent**

**DIFFUSION :**

Pôle Après-mine Est  
GEODERIS

P. HANOCQ (4 exemplaires + 1 reproductible)  
I. VUIDART  
R. HADADOU  
C. LAMBERT

**Annule et remplace le rapport E2007/547DE – 07NPC2120 du 28 février 2008  
sauf les cartes informatives et d'aléas (annexes 5 à 21) qui sont inchangées.**

**Réf : GEODERIS E2007/547DEbis – 09NPC2220**

**Date : 16/02/2009**

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	C. LAMBERT	I. VUIDART	R. HADADOU
Visa			

**Bassin houiller du Boulonnais (62)  
Concessions de Ferques et Hardinghen  
Etude Préliminaire à l'élaboration d'un PPRM  
Communes de Caffiers, Ferques, Fiennes, Hardinghen,  
Landrethun-le-Nord, Leubringhen, Leulinghen-Bernes, Marquise,  
Rety et Rinxent**

**SOMMAIRE**

<b>1.</b>	<b><i>Objet et contexte</i></b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b><i>Méthodologie</i></b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b><i>Situation et description des travaux</i></b> .....	<b>4</b>
<b>3.1.</b>	<b>Localisation</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2.</b>	<b>Géologie</b> .....	<b>4</b>
<b>3.3.</b>	<b>Travaux miniers</b> .....	<b>7</b>
3.3.1.	Ouvrages débouchant au jour .....	7
3.3.2.	Travaux souterrains .....	10
3.3.3.	Terrils .....	13
3.3.4.	Carreaux de fosse .....	14
3.3.5.	Gaz de mine - Echauffement .....	14
3.3.6.	Désordres en surface .....	15
<b>4.</b>	<b><i>Evaluation des aléas miniers</i></b> .....	<b>16</b>
<b>4.1.</b>	<b>Généralités</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2.</b>	<b>Aléas mouvements de terrain liés aux travaux souterrains</b> .....	<b>16</b>
4.2.1.	Aléa effondrement localisé lié aux anciens travaux situés à faible profondeur (moins de 50 m)..	16
4.2.2.	Aléa effondrement localisé par éboulement d'une galerie isolée .....	17
4.2.3.	Aléa effondrement localisé par rupture d'une tête de puits .....	19
4.2.4.	Aléa affaissement/tassement associé aux travaux souterrains.....	24
<b>4.3.</b>	<b>Aléas mouvements de terrain liés aux ouvrages de dépôts</b> .....	<b>24</b>
4.3.1.	Aléa glissement superficiel lié aux terrils .....	24
4.3.2.	Aléa tassement.....	25
<b>4.4.</b>	<b>Aléa lié aux échauffements et aux feux</b> .....	<b>26</b>
<b>4.5.</b>	<b>Aléa lié au gaz de mine</b> .....	<b>26</b>
<b>5.</b>	<b><i>Cartographie</i></b> .....	<b>28</b>
<b>5.1.</b>	<b>Méthode de dénomination</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2.</b>	<b>Cartographie de l'aléa effondrement localisé</b> .....	<b>28</b>
<b>5.3.</b>	<b>Cartographie de l'aléa glissement de terrain et tassement sur les terrils</b> .....	<b>31</b>
<b>5.4.</b>	<b>Cartographie de l'aléa émission de gaz de mine</b> .....	<b>31</b>
<b>6.</b>	<b><i>Conclusion</i></b> .....	<b>32</b>
<b>7.</b>	<b><i>Bibliographie</i></b> .....	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b><i>Liste des annexes</i></b> .....	<b>34</b>

**Mots clés** : Boulonnais, charbon, PPRM, aléa, mouvements de terrain, gaz de mine

**Personne ayant participé à l'étude** : C. MARION, technicien supérieur à GEODERIS EST

## **1. OBJET ET CONTEXTE**

---

Le bassin houiller du Boulonnais dans le Pas-de-Calais regroupe les concessions de Fiennes, Ferques et Hardinghen, ayant exploité de la houille du 17<sup>ème</sup> siècle jusqu'au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle.

La concession de Fiennes a été étudiée en 2007 et l'évaluation et la cartographie des aléas miniers sur cette concession sont synthétisées dans le rapport de GEODERIS référencé E2007-338DE\_bis [5].

A la demande de la DRIRE Nord Pas-de-Calais par l'intermédiaire du Pôle Après-mine Est et conformément au programme technique 2007, l'étude des aléas sur les concessions de Ferques et Hardinghen a été menée. Pour ce faire, GEODERIS a sollicité l'INERIS afin de participer à la réalisation la phase informative et l'évaluation de l'aléa sur ces concessions.

GEODERIS synthétise et cartographie dans ce document les principales caractéristiques des travaux miniers des concessions de Ferques et Hardinghen ainsi que les aléas attendus induits par les exploitations.

Le présent document s'accompagne de 17 cartes :

- une carte informative sur le bassin de Boulonnais au 1/10 000 avec des agrandissements sur les zones à forte densité d'ouvrages ;
- des cartes de l'aléa « effondrement localisé » au 1/10 000 sur chaque commune avec des zooms sur les secteurs concernés par cet aléa ;
- des cartes de l'aléa « tassement et glissement sur les ouvrages de dépôts » au 1/10 000 sur chaque commune avec des zooms sur les secteurs concernés par cet aléa ;
- des cartes de l'aléa « émission de gaz de mine » au 1/10 000 sur chaque commune avec des zooms sur les secteurs concernés par cet aléa.

Ces cartes reprennent les données et les résultats de l'analyse menée par GEODERIS sur la concession de Fiennes.

Le présent rapport référencé E2007/547DEbis – 09NPC2220 annule et remplace le rapport E2007/547DE – 07NPC2120 du 28 février 2008 : les pages 3, 21, 22, 23 et 30 ont été modifiées, ainsi que l'annexe 2. Toutefois les cartes informatives et d'aléas en annexes 5 à 21 sont inchangées et toujours référencées E2007/547DE -07NPC2120.

## **2. METHODOLOGIE**

---

La démarche mise en œuvre pour qualifier l'aléa s'inspire du Guide Méthodologique d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers de mai 2006 [3].

L'évaluation des aléas liés à la migration de gaz par les terrains de recouvrement a également été réalisée sur la base de la méthodologie développée par l'INERIS pour le compte de Charbonnages de France et déjà appliquée dans le cas particulier des concessions du Nord et du Pas-de-Calais [4].

### **3. SITUATION ET DESCRIPTION DES TRAVAUX**

#### **3.1. LOCALISATION**

Les concessions de houille concernées par cette étude sont centrées globalement sur les communes de Ferques et Hardingham, situées à 16 km environ au nord-est de Boulogne-sur-Mer et à 15 km au sud-sud-ouest de Calais. Elles se situent sur le territoire du département du Pas-de-Calais (62) et plus précisément, dans la contrée du Bas-Boulonnais.

Le site du bassin houiller du Bas-Boulonnais présente une topographie générale relativement monotone, peu accidentée, offrant une succession de collines et de vallons, comprise entre les cotes +30 m NGF et +125 m NGF. Le site est drainé par les rivières de la Crembreux et de la Slack qui confluent à Marquise et qui se jettent dans la Manche une dizaine de kilomètres plus à l'Ouest.

Le bassin du Boulonnais concerne trois concessions minières : Ferques, Fiennes et Hardingham. Seules les anciennes concessions de Charbonnages de France (CdF) sont étudiées dans le présent rapport : Hardingham au sud-est et Ferques au nord-ouest. Les caractéristiques administratives de ces deux concessions sont données dans le Tableau 1.

<b>Concession</b>	<b>Communes<sup>1</sup></b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Date d'institution</b>	<b>Abandon des travaux</b>	<b>Dernier exploitant</b>	<b>Date de renonciation</b>
Ferques	Ferques Leulinghen-Bernes Marquise Rinxent Leubringhen Landrethun-le-Nord Caffiers Fiennes	1364 puis 580 (1912) <sup>2</sup>	27/01/1837	1899	Houillères du Nord et du Pas-de-Calais – Charbonnages de France	20/04/2007
Hardingham	Hardingham Réty Ferques	2824 puis 1690 (1911) <sup>1</sup>	01/01/1800	1949	Houillères du Nord et du Pas-de-Calais – Charbonnages de France	20/04/2007

**Tableau 1 : principales caractéristiques des concessions de Ferques et Hardingham**

#### **3.2. GEOLOGIE**

Le bassin du Boulonnais est un îlot de terrain carbonifère situé à 45 km au nord-ouest de la grande formation houillère du Nord et du Pas-de-Calais. Il se présente sous la forme d'un anticlinal orienté ESE-ONO dont l'axe plonge vert l'ouest, limité au nord par la faille de Ferques. Par ailleurs, les failles d'Elinghen et de Locquinghen, transversales à la structure de l'anticlinal, sépare le bassin en 3 compartiments.

<sup>1</sup> Communes incluses, en totalité ou partiellement, dans les limites, anciennes ou actuelles, des concessions étudiées.

<sup>2</sup> Pour cette étude, nous avons considéré la superficie non réduite afin de prendre en compte tous les ouvrages débouchant en surface y compris ceux n'ayant pas été cités dans la procédure d'abandon (12 sur 26).

On peut distinguer 4 grands secteurs (Figure 1 et Tableau 4) :

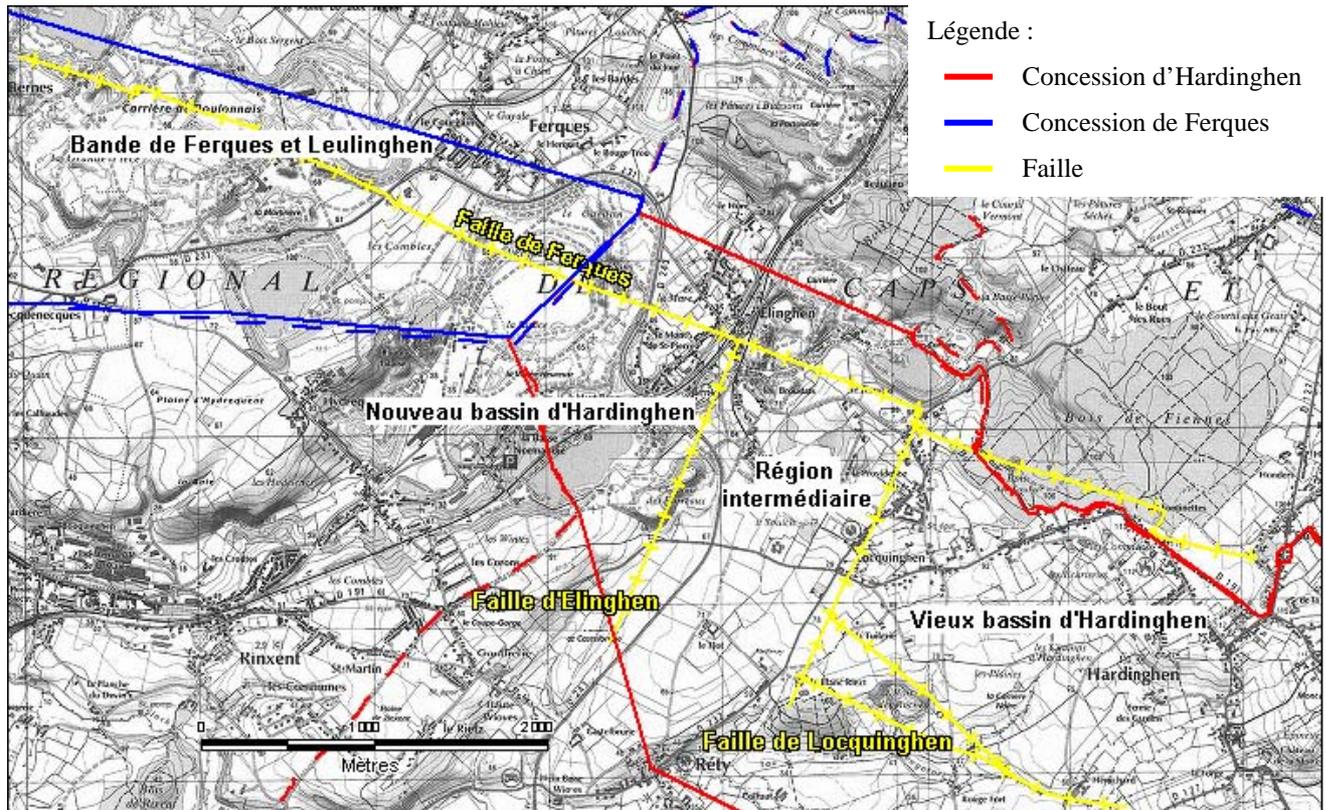
- l'ancien bassin d'Hardinghen : la partie orientale du gisement située à l'est de la faille de Locquinghen est qualifiée d'ancien bassin ou de vieux bassin. C'est sur ce secteur qu'ont été entrepris les premiers travaux du bassin à la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle. Ce bassin a été exploité depuis cette époque jusqu'en 1847. Ainsi, l'essentiel des puits ou avaleresses du Boulonnais s'y concentre et principalement ceux de la concession d'Hardinghen.  
Dans ce secteur, le calcaire carbonifère recouvre le terrain houiller à l'ouest (suite aux accidents chevauchants) sur une épaisseur peu importante tandis qu'à l'est, il est situé normalement au-dessous de ce terrain. Ailleurs, le Houiller est simplement recouvert par une faible épaisseur de terrain secondaire ;
- la région intermédiaire : la partie intermédiaire est située entre les failles de Locquinghen et d'Elinghen. Sur ce secteur, l'exploitation s'est poursuivie entre 1847 et 1880. Cette partie se caractérise par un effondrement des terrains du Primaire. Le Houiller est situé en dessous de ces terrains et est délimité au sud par la faille sud n°1. Il a été rencontré à 52 m de profondeur à la fosse du Souich (HP9) et à 177 m de profondeur à la fosse Providence (HP5) ;
- le nouveau bassin d'Hardinghen : la partie occidentale du gisement, située à l'ouest de la faille d'Elinghen, est qualifiée de nouveau bassin. C'est sur ce secteur que se concentre la dernière phase d'exploitation à partir de 1880 et jusqu'en 1949. Sur cette partie, en allant vers l'ouest, l'anticlinal serait prolongé au nord par un synclinal qui buterait sur la faille de Ferques. Les puits N°1 et N°2 d'Elinghen (HP1 et HP2) ont atteint respectivement le houiller à 282 m et 278 m de profondeur. Les terrains houillers sont recouverts par le calcaire carbonifère sur une épaisseur importante ;
- la bande de Ferques et de Leulinghen : cette zone comprend la concession de Ferques. Cette bande de Houiller repose sur le calcaire carbonifère et présente, à sa base, du grès des Plaines. Elle est présente au niveau des fosses Frémicourt (HP12 et HP13) et Leulinghen (FP2) et disparaît dans l'intervalle de ces deux fosses.

L'essentiel des travaux miniers du Boulonnais se trouve dans l'ancien bassin, à l'est de la faille de Locquinghen.

Le faisceau du houiller, composé d'une alternance de schistes, de grès, de calcaire marneux et de veines de houille, atteint une épaisseur de 200-300 m le long de la faille de Ferques. S'il existe 13 veines de houille, les principales (de haut en bas) sont les veines à Boulets (ou Marquise), à Cuerelles (ou à Curière ou à Rochettes), Maréchale, à Deux Laies (ou du Bois d'Aulnes), à Bouquettes et Inconnue.

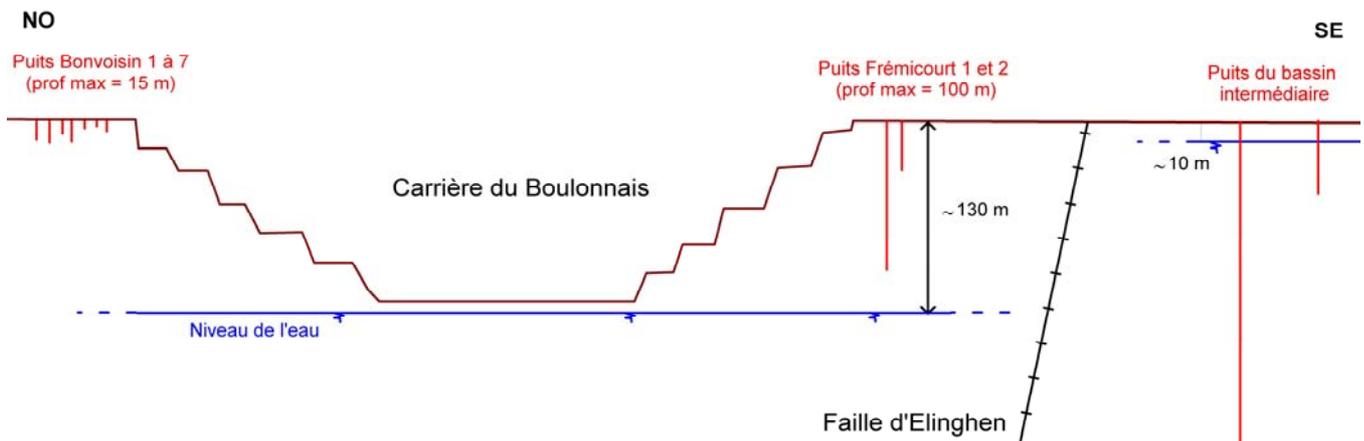
Si les terrains de recouvrement proches de la surface peuvent avoir été déconsolidés par altération, une estimation de l'épaisseur de la frange de terrains altérés de 5 m reste à notre sens majorante et sécuritaire.

D'après les archives, il semblerait que les sables wealdiens ne soient présents que localement, sur une faible épaisseur témoignant de la discontinuité de cette formation à cet endroit (lentilles). Une épaisseur maximale de 1,5 m est attendue, comme l'indiquent les sondages et coupes des puits ou avaleresses d'Hardinguen situés à proximité (puits Sud (HP45) : 0,33 m, Glaneuse n°1 (HP61) : 0,65 m, Nord (HP44) : 1,3 m et Bois d'Aulnes n°9 (HP92) : 1,5 m). D'après différentes données géologiques, l'horizon wealdien a des caractéristiques qui peuvent être argileuses (non bouillant) ou sableuses (potentiellement bouillant, faute d'information supplémentaire). Notons que pendant l'exploitation, il n'a été signalé aucune difficulté particulière lors des fonçages des puits ou avaleresses à l'exception du puits du Bois



**Figure 1 : séparation du bassin du Bas-Boulonnais en quatre secteurs**

Le niveau de la nappe dans la bande de Ferques et Hardinghen par rapport au bassin d'Hardinghen (vieux bassin, nouveau bassin et bassin intermédiaire) peut se schématiser de la façon suivante :



**Figure 2 : coupe schématique du niveau de l'eau dans le bassin intermédiaire et dans le secteur de Ferques (Carrière du Boulonnais)**

### **3.3. TRAVAUX MINIERS**

Le bassin du Boulonnais a été exploité pendant près de trois siècles et trois millions de tonnes de charbon en ont été extraites. Cependant, peu de traces demeurent de cette exploitation, fermée depuis plus de 50 ans.

La découverte de la houille affleurante serait attribuée à un cultivateur de Réty, vers 1600 qui labourait le sol. C'est probablement dans le bois des Roches et d'Hénichart, sur les communes de Réty et d'Hardinghen, qu'elle a eu lieu. L'histoire du bassin houiller du Boulonnais se divise ensuite en 3 périodes :

- la 1<sup>ère</sup> s'étend de l'époque des premières recherches jusqu'à 1837. Les exploitations assez modestes, qui enlèvent les parties supérieures du gisement, n'ont à surmonter que les difficultés d'épuisement ordinaires et sont relativement prospères ;
- la 2<sup>ème</sup>, de 1837 à 1900, est marquée par une lutte incessante contre des difficultés d'exhaure exceptionnelles (les puits s'approfondissent sous la nappe du calcaire carbonifère) et par les désastres financiers et échecs successifs de toutes les entreprises ayant tenté de reprendre l'exploitation ;
- la 3<sup>ème</sup>, de 1900 à 1950, est marquée par le relancement du bassin en raison de la forte demande en charbon qu'occasionnent les guerres.

#### **3.3.1. OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR**

Au total, ont été recensés :

- 26 puits ou avaleresses sur la concession de Ferques (dont 14 puits ou avaleresses dans le périmètre concerné par le dossier d'arrêt des travaux de Charbonnages de France). Parmi ces puits ou avaleresses (25 recensés dans le périmètre initial et 1 hors concession – puits de la Plaine de Canel), aucun n'est matérialisé et les recherches de terrain n'ont jamais abouti à la localisation certaine de l'un d'entre eux. En effet, 50% d'entre eux se situent dans l'emprise de carrières de calcaire et marbre (principalement les Carrières du Boulonnais), dans un contexte par conséquent difficilement accessible. D'après les plans retrouvés dans les archives et les coordonnées des ouvrages fournies par Charbonnages de France, ces derniers sont tous situés soit sous des zones de remblai (stérile) ou de dépôts temporaires, soit au niveau de zones exploitées en carrière. D'après le personnel des Carrières du Boulonnais, aucun de ces puits ou avaleresses n'a été identifié par leur soin lors de l'exploitation (exploitation à l'explosif). Seuls 5 n'ont pas été positionnés sur la carte informative par manque d'information ;
- 215 puits ou avaleresses et 2 entrées de galerie sur la concession d'Hardinghen. 21 de ces puits ou avaleresses et les 2 entrées ont été matérialisés à la suite de recherche sur le terrain et 73 ne sont pas reportés sur la carte informative par manque d'information.

La localisation de l'ensemble des ouvrages est présentée sur la carte informative en annexe 5. Le tableau en annexe 2 présente la liste des ouvrages débouchant en surface recensés sur les concessions de Ferques et Hardinghen ainsi que les informations disponibles concernant ces ouvrages.

Parmi les 217 ouvrages débouchant en surface sur la concession de Hardinghen, on a pu visualiser sur site, lors de la visite :

- la quasi totalité de ceux repérés par Charbonnages de France ;
- les 2 galeries d'infrastructure à proximité de la fosse Providence.

Un puits d'épuisement (puits n°3, HP3) et une tranchée couverte (HG3) ont été positionnés à proximité de la fosse d'Elinghen grâce aux indications retrouvées dans les archives et sont toujours visibles en surface (photographies 3, 4 et 5 en annexe 2). Le puits d'environ 2 m de diamètre est actuellement accessible, fermé par une dalle de béton amovible. C'est un puits d'eau qui servait à l'exhaure de la mine. La tranchée couverte, longue d'environ 45 m, fait partie des installations de surface du carreau de la fosse d'Elinghen. Elle est reliée à une cheminée et devait servir à la transformation du minerai. Ces deux ouvrages appartiennent au propriétaire de la parcelle et n'apparaissent pas dans la liste des ouvrages miniers fournie par CdF dans ses dossiers d'arrêt. Ils ne sont donc pas listés dans le tableau de l'annexe 2. Dans le cadre de cette étude, aucun aléa ne sera cartographié au droit du puits n°3 et de la tranchée couverte HG3 du carreau d'Elinghen.

Par ailleurs, lors de la visite sur le terrain, plusieurs indices ont été repérés à proximité des positions théoriques de puits ou avaleresses non matérialisés. Ces indices (petite dépression, monticule, effondrement...) ont été listés dans le Tableau 2. Ils ont été considérés, pour la plupart, et sans aucune certitude, comme des désordres liés à la présence de puits ou avaleresses (débourrage par exemple) et sont également repris dans le Tableau 6 relatif aux désordres. Les puits ou avaleresses proches de ces indices restent dans la catégorie « localisés » (et non « matérialisés »), leur position théorique est maintenue. Si cela s'avère nécessaire, ces indices pourront faire l'objet d'investigations complémentaires simples pour vérifier la présence et l'état du puits supposé.

N°	Coordonnées de l'indice en Lambert II étendu		Type d'indice	Nom de la fosse ou du puits situé(e) à proximité	Coordonnées de l'indice en Lambert II étendu		Photo <sup>3</sup>
	X	Y			X	Y	
HD5	562143.7	2645071.1	petite dépression	Hénichart 1 (HA9)	562133.6	2645096.8	8
HD13	562233.5	2645106.3	petite dépression	Hénichart 2 (HP111)	562249.1	2645085.6	12
HD4	562194.5	2645155.8	petite dépression	Hénichart 3 (HP109)	562241.3	2645149.7	
HD7	562323	2646681.3	dépression et monticule	Saint Louis 1 (HP43)	562318.3	2646649.4	9
HD9	562370.4	2646572.6	dépression et monticule	Saint Louis 2.1 (HP46)	562381.3	2646556.3	
HD8	562331.7	2646648.1	dépression et monticule	Nord (HP44)	562289.9	2646643.5	10
HD10	562448.9	2646494.9	dépression et monticule	Limite de Réty (HP47)	562443.5	2646508.8	
HD11	561587.6	2645496.6	effondrement	Bois des Roches 3 (HA7)	561710.2	2645447.5	11
HP113 supp	562275.7	2645058.6	probablement ouvert mais rempli de branchage en surface	Sans Culotte 1 (HP113)	562342.8	2645070.4	7
HD12	562261.3	2645080.8	dépression et monticule	Sans Culotte 2	562342.5	2645071.5	

**Tableau 2 : liste des indices de la présence de puits ou avaleresses reconnus lors de la visite sur le terrain**

Pour les ouvrages non matérialisés sur les deux concessions, à défaut de repère sur le terrain, il existe une base de données fournie par CdF localisant les ouvrages en surface dont l'incertitude de position a été estimée par leurs soins à 60 m. Cependant cette base de données

<sup>3</sup> Voir en annexe 2.

a paru incomplète. En effet, 17 ouvrages (puits et avaleresses) présents sur le plan d'Olry au 1/10 000 n'étaient pas dans la base de CdF. Ainsi le plan d'Olry au 1/10 000 a été recalé afin de géoréférencer les puits ou avaleresses manquants. Tous les autres ouvrages présents sur le plan ont été calés en même temps. Ce nouveau calage donne des résultats plus satisfaisants dans la mesure où on obtient une amélioration sensible de la correspondance entre les coordonnées GPS des puits ou avaleresses matérialisés et leurs nouvelles coordonnées théoriques. L'écart moyen mesuré est diminué de presque moitié, comme l'indique le Tableau 3.

Nom de la fosse	Différence entre positions du GPS et les puits ou avaleresses recalés	Différence entre positions du GPS et les données CdF
Bois des Roches 4	4,2 m	20 m
Bois des Roches 5	10 m	14 m
Bois d'Aulnes 9	16,3	24,2 m
John	5,8 m	16 m
Glaneuse 1	25,1 m	49,6 m
Glaneuse 2	13,8 m	33,1 m
Rue des Maréchaux	20,3 m	37 m
Plaines 2	38 m	42 m
Providence	21,6 m	45,1 m
Quarante	14,7	32,4 m
Renaissance1	27,9 m	50,7 m
Souich	10,8	26,2
Sud	19 m	23 m
Verrerie Nord	10,7 m	10,1 m
Verrerie Sud	16 m	18 m
<i>Moyenne des écarts</i>	<i>15,9 m</i>	<i>27,6 m</i>

**Tableau 3 : écarts de précisions entre les coordonnées CdF et celles issues du nouveau calage INERIS**

Cette constatation a conduit à prendre en compte le nouveau calage d'Olry pour définir la position des ouvrages et pour ceux non présents sur la carte d'Olry au 1/10 000 de reprendre à la source les informations disponibles afin de positionner ces ouvrages.

Ainsi la localisation probable des ouvrages est donnée par quatre sources de données :

- un plan au 1/10 000, établi sous la direction d'Olry, localisant 91 des puits ou avaleresses existants sur les deux concessions ;
- un plan au 1/40 000, établi sous la direction d'Olry, localisant une dizaine de puits ou avaleresses de plus que le plan au 1/10 000 (principalement sur la concession de Ferques) ;
- des coordonnées des puits ou avaleresses relevées à l'aide d'un dGPS de type Pro XRS par CdF lors des travaux de mise en sécurité. D'après CdF, cet appareil était vérifié toutes les années et aurait une précision de l'ordre du mètre. 9 puits ou avaleresses sont concernés par ce cas de figure ;
- des informations de localisation mentionnées dans le dossier d'arrêt des travaux et dans les archives ;
- des coordonnées indiquées par CdF. D'après les responsables actuels, ces valeurs proviendraient de l'interprétation du même plan d'Olry, complétées par des données

d'archives et d'une étude réalisée par le cabinet Minelis en 2004. En effet, certains puits ou avaleresses ne sont pas localisés par le plan d'Olry au 1/10 000, mais le sont par CdF.

Au total 165 ouvrages, dont 144 sur la concession d'Hardinghen, 20 sur celle de Ferques et 1 hors concession sont localisés ou matérialisés et ont été positionnés sur la carte informative (annexe 5). L'incertitude de localisation qui leur est attribuée est discutée en annexe 1. La carte informative fait également apparaître le puits n°3, puits d'eau, (HP3) et l'entrée nord de la tranchée couverte du carreau d'Elinghen (HG3) et l'indice de présence de puits « HP113supp » à proximité du puits Sans Culotte 1 (HP113).

Les plans disponibles ont été scannés. Les travaux de géoréférencement ont été réalisés sous MAPINFO 7.8. Les levés, effectués au GPS, des ouvrages débouchant en surface, encore visibles en surface ont constitué des points de calage des plans des travaux miniers. A défaut d'ouvrages visibles en nombre suffisant pour caler les plans, ce sont les repères topographiques de la BD TOPO ou des photos aériennes (routes, carrefours, anciens bâtiments...) qui ont été utilisés comme points de référence.

### **3.3.2. TRAVAUX SOUTERRAINS**

Les principales caractéristiques des exploitations du bassin du Boulonnais sont synthétisées dans le Tableau 4. La profondeur des veines varie en fonction de la zone d'exploitation du bassin :

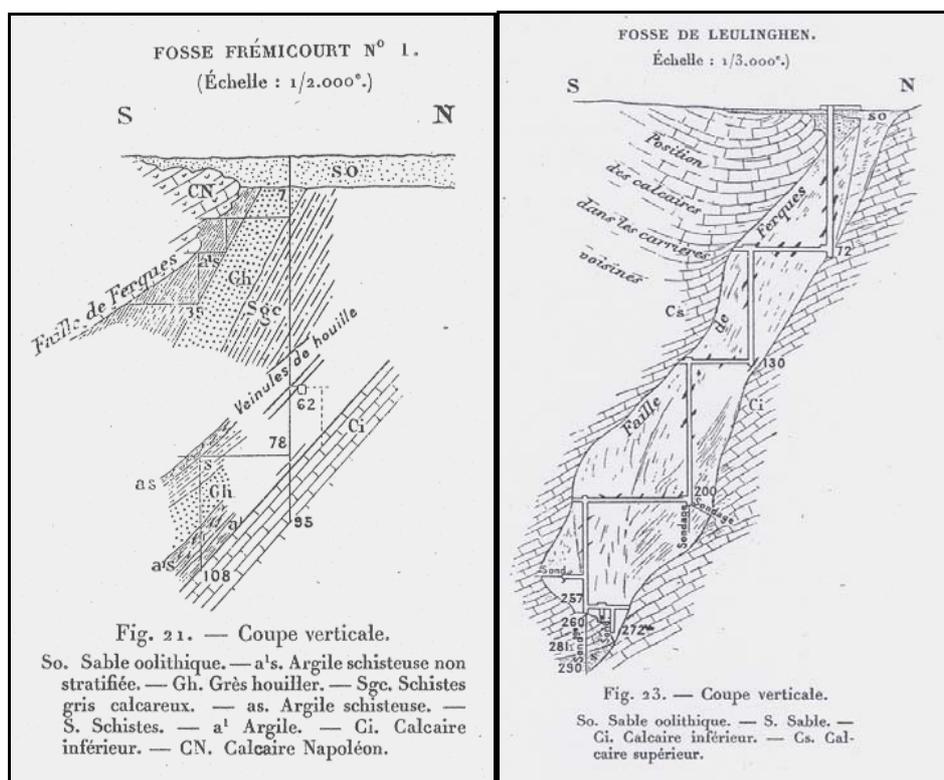
- dans l'ancien bassin, pour la plus grande partie de l'exploitation, les veines de houille se trouvent à moins de 50 m de la surface. En effet, compte tenu des profondeurs des différentes veines rencontrées dans les puits ou avaleresses, de la pente moyenne de ces veines et de leur distance respective, des courbes d'isoprofondeur (50 m) pour les différentes veines ont pu être tracées approximativement pour la limite nord. Pour la limite sud c'est la faille du sud n°2 qui délimite la présence du houiller à moins de 50 m. Dans tous ces secteurs où une veine de houille est suspectée être présente à moins de 50 m profondeur, il est envisageable que des travaux aient eu lieu.

Seulement 5 plans des travaux ont été retrouvés pour l'ancienne exploitation située dans cette zone (perte des archives à cette époque suite à un incendie). Mais, par ailleurs, certaines archives mentionnent, par fosse, le nombre de puits, de galeries et la longueur totale que cela représentait. Ces différents éléments indiquent que la méthode d'exploitation était semblable pour chaque puits. La distance maximum entre les travaux les plus excentrés et le puits qui les dessert est de 60 m au plus. En outre, aucun puits n'est éloigné de son plus proche voisin de plus de 120 m dans cette zone. Ces deux considérations vont dans le même sens : il n'y a pas de travaux dans ce secteur à une distance supérieure à 60 m d'un puits. L'emprise des travaux sera donc supposée être la réunion de disques de rayon 60 m centré autour des puits ;

- dans le bassin intermédiaire, le terrain houiller se trouve à plus de 50 m de profondeur pour toute la zone. Compte tenu de la profondeur assez importante des travaux (supérieure à 50 m) et donc de leur faible conséquence en terme d'aléa minier, seuls les travaux avérés ont été cartographiés (autour des puits Souich (HP9), Providence (HP5) et Renaissance 1 (HP8)) ;
- dans le nouveau bassin, seule la fosse Elinghen (HP1, HP2 et HP3) fut exploitée et il existe un plan général des travaux de cette fosse où le houiller se trouve à plus de 270 m. Une galerie de roulage a été détectée à faible profondeur et traitée lors de la mise en sécurité par CdF de ces puits ;

- dans la bande de Ferques et de Leulinghen (Figure 3, concession de Ferques), parmi le nombre restreint de puits d'exploitation (5 sur 25), le puits Frémicourt 1 (FP12) présente une seule galerie de travaux située à moins de 50 m de profondeur et les puits Bonvoisin 1 à 3 (FP5, FP6 et FP7) ont exploité un amas de charbon impur entre 3 et 10 m de profondeur. Il s'agit sûrement d'un grattage autour du puits sans creusement de galerie.

L'emprise des travaux a été reportée sur la carte informative (annexe 5).



**Figure 3 : coupe schématique des fosses Frémicourt 1 -FP12- et Leulinghen -FP2- (galeries horizontales reliées par des bures verticaux), d'après Olry**

Concession	Localisation	Terrain de recouvrement (de bas en haut)	Hydrogéologie	Pendage des couches	Couches exploitées	Epaisseur des couches exploitées	Période et méthode d'exploitation	Géométrie des travaux et ouvrages	Profondeur des travaux	Ouvrages débouchant au jour
Ferques	Au droit des carrières à ciel ouvert de calcaires et marbres	Calcaires carbonifères Calcaires et sables oolithiques Formations alluviales	Nappe rabattue pour l'exploitation de carrières (Figure 2)	40° à 90°	sous forme d'amas car broyées par la faille de Ferques	décimétrique à 2,8 m au max	De 1835 à ~1910 : puits prolongés par des bures communiquant entre eux par des galeries horizontales (Figure 3) petits chantiers par taille manuelle avec remblayage partiel	Puits d'exploitation de 5 à 95 m de profondeur (320 m max pour les puits de recherche ou avaleresses)	0 à 95 m	25 puits ou avaleresses + 1 puits hors concession
Hardinghen	Ancien bassin Partie nord et ouest	Calcaires carbonifères Formations alluviales	Aquifère du Cénomanien affleurant (niveau d'eau mesuré à 10 m de profondeur entre 1999 et 2006 par CdF, Figure 2)	< 25°	les veines à Boulets (ou Marquise) à Cuernelles (ou à Curière ou à Rochettes) Maréchale à Deux Laies (ou du Bois d'Aulnes) à Bouquettes Inconnue	0,3 à 2,7 m	de 1672 à 1847 : puits prolongés par des bures communiquant entre eux par des galeries horizontales (Figure 3) chantiers par taille remblayée manuellement	puits de faible profondeur (< 60 m) puits ronds ou rectangulaires de diamètre inférieur à 2 m largeur moy galerie = 2 m hauteur max galerie = 2,5 m	0 à 50 m	215 puits ou avaleresses et 2 entrées de galerie
	Ancien bassin Partie sud et est	Craies marseuses du Cénomanien Marnes et argiles de Gault Sables et argiles du Wealdien					de 1847 à 1880 : ?	diamètre des puits compris entre 1,2 et 4 m		
	Bassin intermédiaire	Calcaires carbonifères Argiles et marnes gris bleu du Callovo-Oxfordien Calcaires oolithiques de la formation Bathonienne					de 1880 à 1949 : tailles chassantes et tailles rabattantes avec remblayage complet	2 puits de 3,5 m et 4,25 m de diamètre et de plus de 400 m de profondeur	> 270 m (sauf galerie de roulage)	
	Nouveau bassin (fosse d'Elinghen)	Calcaires carbonifères								

**Tableau 4 : caractéristiques des exploitations sur les concessions de Ferques et Hardinghen**

### 3.3.3. TERRILS

L'inspection de terrain a permis de détecter :

- 14 petits terrils sur la concession d'Hardinghen dont les caractéristiques sont détaillées dans le Tableau 5 ;
- aucun terril sur la concession de Ferques. La majeure partie des puits ou avalereses de la concession est située dans l'enceinte de carrières où les terrains ont été remaniés. Les dépôts visibles notamment au niveau des fosses de Ferques (FP15 et FP16), Bonvoisin (FP4 à FP9) et de l'avaleresse La Hayette (FP14) sont des dépôts de stock ou de stériles issus de l'exploitation des Carrières du Boulonnais.

Systématiquement localisés à proximité de puits d'extraction, les dépôts sont issus du creusement des ouvrages miniers ainsi que des stériles provenant de l'exploitation. De petites dimensions, la plupart d'entre eux a une hauteur inférieure ou égale à 4 m, excepté les terrils du Sud (HT8), de la Glaneuse (HT13) et de Providence (HT4) qui se distinguent des autres avec une hauteur supérieure à 6 m.

Aucun désordre géotechnique particulier n'a été observé lors de la visite de terrain à l'exception d'une érosion de peau pour ceux dont la hauteur est supérieure à 6 m. Un couvert végétal recouvre la plupart de ces dépôts de manière continue.

Numéro	Nom de la fosse ou du puits situé à proximité	Hauteur estimée	Pente des talus	Remarques
HT1	Elinghen	1,5 à 2 m	30° à 40°	Avec HT2 et HT3, ils constituaient probablement un seul terril lors de l'exploitation
HT2	Elinghen	2 à 3 m	60°	Idem HT1
HT3	Elinghen	3 à 4 m	60° à 80°	Idem HT1
HT4	Providence	> 6 m	30° à 45°	Présence de bâtiments
HT5	Renaissance	2 à 4 m	20° à 35°	
HT6	Souich	3 m	25° à 35°	Contour incertain
HT7	Nord	2 à 3m	10° à 20°	Idem HT11
HT8	Sud	3 à 7 m	30° à 45°	Idem HT11
HT9	Bois de Saulx	3 m	25°	
HT10	Bois de Saulx	3 m	25°	
HT11	Limite de Réty	2 m	25°	Pouvant avoir servi de dépôt de munition
HT12	Privilège	2 à 3 m	20°	
HT13	La Glaneuse	3 à 6 m	30° à 40°	
HT14	Blondin	1m	5°	Présence de terrain plus noir à la surface de cette butte

**Tableau 5 : caractéristiques des différents terrils retrouvés sur la concession d'Hardinghen**

L'emprise de ces dépôts est reproduite sur la carte informative (annexe 5). Notons qu'il n'est pas exclu de retrouver de façon disséminée des matériaux provenant de l'exploitation minière sans qu'il ne soit possible d'en faire l'inventaire complet. Nous pouvons citer notamment plusieurs dépôts ou amas à proximité des puits Hénichart (HA9, HP111, HP109, HP116) ou au niveau du bois de Fiennes.

### **3.3.4. CARREAUX DE FOSSE**

Il ne subsiste aucune installation de surface visible au niveau de la concession de Ferques.

D'après le dossier de demande de renonciation d'Hardinghen, le carreau de chaque fosse comprenait, outre les puits, les installations de surface nécessaires à l'exploitation, c'est à dire :

- les locaux de service et de l'administration de la fosse ;
- les treuils ou machines d'extraction et chevalement ;
- les ventilateurs reliés à certains puits de retour d'air ;
- un lavoir (à la seule fosse d'Elinghen (HP1 et HP2), concession d'Hardinghen).

Des indices de ces infrastructures (cheminée, tranchée couverte HG3...) sont visibles sur la dernière fosse exploitée (fosse Elinghen). Partout ailleurs, il ne subsiste aucune installation de surface. Seules quelques briques dispersées dans la végétation aux alentours des emplacements supposés des fosses rappellent ces anciens carreaux.

### **3.3.5. GAZ DE MINE - ECHAUFFEMENT**

Les archives évoquent plusieurs incidents de faible ampleur liés au dégagement de grisou sur la concession d'Hardinghen, aucun sur la concession de Ferques. Le gisement peut être considéré comme faiblement grisouteux. Par ailleurs, certaines parties du gisement contenaient de fortes proportions de CO<sub>2</sub>.

Dans la concession d'Hardinghen, le grisou était trouvé dans les tailles isolées ou dans les zones voisines des vieux travaux, toujours en quantité relativement faible, puisque les lampes à feu nu étaient encore utilisées dans les puits les plus récents de Renaissance (HP8) et Providence (HP5). Les veines exploitées et la méthode d'exploitation étant similaires entre les concessions de Ferques et d'Hardinghen, ces informations sont estimées pertinentes pour la concession de Ferques

Concernant le bassin du Boulonnais, Olry décrit une houille contenant 33 à 38 % de matières volatiles, qui s'échauffe et est sujette à s'enflammer. Il est évoqué la présence de matières bitumineuses et de pyrite de fer, élément favorisant l'auto-combustion. Olry décrit un incendie à la fosse Providence (HP5) en 1882 dans une veine et de nombreux petits échauffements sont mentionnés dans les archives dont notamment le 26 mars 1926 dans une descenderie de la fosse Elinghen. A cet effet, des mesures ont été prises :

- de nombreux barrages ont ainsi été créés avec embouage puis mise en place d'un remblai d'argile ;
- dans la fosse d'Elinghen, pour éviter les échauffements, la méthode d'exploitation par panneau indépendant a été adoptée avec, pour chaque panneau, une entrée et une sortie d'air.

Notons que l'ennoyage de tous les travaux de la concession d'Hardinghen est achevé depuis plusieurs décennies et aucun incident relatif au gaz de mine n'a jamais été relevé à l'aplomb de l'exploitation pendant et depuis l'ennoyage. Pour la concession de Ferques, les travaux ne sont pas ennoyés puisque les carrières pompent actuellement l'eau du site. Ainsi le niveau d'eau n'est pas stabilisé (Figure 2). La prédisposition du site à subir des phénomènes de remontée de gaz de mine est donc plus importante que pour la concession d'Hardinghen.

### 3.3.6. DESORDRES EN SURFACE

Sur la concession de Ferques, aucun désordre n'est répertorié sur le terrain, dans les archives et les communes n'en ont recensé aucun auprès de leurs administrés. Cependant l'exploitation actuelle (carrière de calcaire principalement) au niveau des anciennes fosses est de nature à masquer tout désordre passé éventuel.

Sur la concession de d'Hardinghen, 14 désordres<sup>4</sup> ont été répertoriés dont 11 ont été reconnus lors de la visite du site (Tableau 6). Il s'agit principalement de débouillage de puits ou d'effondrement en tête de puits mais aussi d'affaissement ou de fissures probablement dus au tassement de remblais, à un défaut de remblais ou encore à un éventuel débouillage des remblais au niveau des galeries.

N°	Nom de la fosse ou du puits situé(e) à proximité	Type de désordre	Coordonnées en Lambert II étendu		Diamètre en m	Profondeur en m	Remarques	Photo <sup>5</sup>
			X	Y				
HD1	Brunet	Effondrement de la tête de puits	561665.5	2646790.4	8	5	signalé en 1938, information issue des archives	-
HD1bis	Sud	Effondrement de la tête de puits	562347.9	2646569.6	10	NC	signalé en 1997, information issue des archives	-
HD2	Souich	Effondrement localisé	561123.37	2646371.78	4	1,0	mis en évidence sur le terrain	
HD3	Renaissance	Fontis au droit d'une galerie	561325.58	2646668.51			mis en évidence par CdF lors de la mise en sécurité de la galerie	
HD4	Hénichart 3	Affaissement	562194.46	2645155.76	10	0,5	mis en évidence sur le terrain, origine minière supposée <sup>6</sup>	
HD5	Hénichart 1	Affaissement	562143.7	2645071.09	15	1,5	mis en évidence sur le terrain, origine minière supposée <sup>6</sup>	8
HD6	Providence	Tassement du terril	561421.01	2646796.36	Sans objet	Sans objet	information provenant d'un habitant, fissures au niveau du bâti	
HD7	Saint Louis 1	Débouillage	562323	2646681.3	3	2,2	mis en évidence sur le terrain	9
HD8	Nord	Débouillage	562331.71	2646648.09	2	1,5	mis en évidence sur le terrain	10
HD9	Saint Louis 2.1	Débouillage	562370.4	2646572.6	3	1,5	mis en évidence sur le terrain	
HD10	Limite de Réty	Débouillage	562448.91	2646494.92	1	0,4	mis en évidence sur le terrain	
HD11	Bois des Roches	Débouillage	561587.59	2645496.58	4	2,5	mis en évidence sur le terrain	11
HD12	Sans Culotte 2	Débouillage	562261.3	2645080.8	3	1,8	mis en évidence sur le terrain	
HD13	Hénichart 2	Débouillage	562233.53	2645106.25	3	1,2	mis en évidence sur le terrain	12

**Tableau 6 : liste des désordres connus en surface sur les deux concessions étudiées**

<sup>4</sup> Les désordres repérés, compte tenu de leur position et de leur géométrie, ont été considérés, pour la majeure partie d'entre eux (8 sur 11) comme des débouillages ou des effondrements de tête de puits. Les 2 autres ont été considérés comme des désordres liés à la présence de travaux en profondeur (HD4 et HD5).

<sup>5</sup> Voir en annexe 2.

<sup>6</sup> Il s'agit de zones affaissées dans un secteur à forte densité de puits où nous n'avons aucune certitude concernant l'existence de travaux en profondeur. Ces affaissements pourraient être dus à des fouilles locales des habitants, le site étant parsemé de nombreuses carrières de calcaire.

## **4. EVALUATION DES ALEAS MINIERES**

### **4.1. GENERALITES**

L'analyse menée lors de la phase informative a permis d'identifier un certain nombre d'aléas potentiels. Ces aléas sont directement liés aux caractéristiques du gisement, aux méthodes d'exploitation mises en œuvre et aux traitements opérés pour leur mise en sécurité.

Les aléas potentiels identifiés peuvent être regroupés de la façon suivante :

- effondrement localisé dans les anciens travaux situés à faible profondeur (moins de 50 m) ;
- effondrement localisé par rupture de la tête d'un puits ou d'une avaleresse insuffisamment traité ;
- tassement, glissement ou échauffement sur les ouvrages de dépôts ;
- émission de gaz de mine, échauffement ou feu dans les chantiers les plus proches de la surface.

La description des phénomènes et la quantification des aléas sont présentées en annexe 4.

### **4.2. ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN LIES AUX TRAVAUX SOUTERRAINS**

#### **4.2.1. ALEA EFFONDREMENT LOCALISE LIE AUX ANCIENS TRAVAUX SITUES A FAIBLE PROFONDEUR (MOINS DE 50 M)**

La phase informative a montré que des travaux situés à moins de 50 m de profondeur étaient susceptibles d'avoir été réalisés. La présence de vides situés à faible profondeur est susceptible d'engendrer l'apparition en surface d'effondrements localisés appelés fontis.

Afin d'évaluer si un phénomène de fontis pouvait se produire, des simulations de remontées de fontis ont été réalisées pour calculer la hauteur de montée de voûte. Le logiciel, mis au point par l'INERIS, qui a été utilisé pour ces calculs repose sur le principe de déplacement volumique.

Une étude de sensibilité a été réalisée en faisant varier les paramètres tels que les dimensions des galeries, le taux de foisonnement (pour tenir compte de la variation des terrains). La hauteur d'auto-comblement ainsi obtenue est égale à une trentaine de mètres pour une galerie isolée<sup>7</sup>. Ces valeurs, comparées à la hauteur des terrains de recouvrement des travaux miniers, permettent d'évaluer si le fontis peut déboucher en surface ou pas.

L'expérience montre que, pour de tels travaux, les effondrements localisés en surface sont, le plus souvent, inférieurs à 5 m de diamètre. L'intensité du phénomène est proportionnelle au diamètre de l'effondrement attendu et donc à l'épaisseur des terrains de recouvrement. L'analyse des données disponibles a montré que l'épaisseur des terrains superficiels peu cohérents n'excédait pas 5 m. Ce diamètre peut être ensuite limité par le volume des vides disponibles. Avec des largeurs de galerie variant entre 1,5 m et 3 m et une ouverture maximale de 2,5 m, la dimension du fontis en surface restera dans tous les cas inférieure à 10 m de diamètre. Ces dimensions correspondent à celles des désordres observés sur le terrain

<sup>7</sup> Les calculs ont été effectués avec un coefficient de foisonnement estimé à 1,35 et un angle de talus variant de 30° à 35° pour des vides de largeur moyenne de 2 m et de hauteur maximale de 2,5 m.

et mentionnées dans les archives. D'après les critères de classes mentionnés en annexe 4, l'intensité du phénomène attendu sera modérée.

D'après la recherche d'archives et les visites effectuées sur le site, aucun effondrement de type « fontis » n'a été recensé à l'aplomb des travaux des concessions de Ferques et Hardinghamen.

L'essentiel des travaux miniers a été réalisé sur la concession d'Hardinghamen par des méthodes d'exploitation dites totales, avec remblayage, ce qui rend peu probable la présence de vides et ainsi l'initiation d'un effondrement localisé. Pour la concession de Ferques, il n'y a pas eu de zones de travaux proprement dites. Il s'agit principalement de galeries probablement partiellement remblayées. Le cas de la concession de Ferques sera donc pris en compte dans le paragraphe suivant (§4.2.2). Compte tenu de ces observations, la prédisposition est jugée peu sensible pour tous les travaux situés à moins de 30 m de profondeur et négligeable au-delà.

L'aléa effondrement localisé est donc présent au droit de travaux souterrains situés à faible profondeur, cependant compte tenu de l'existence peu probable de vides en profondeur, il est possible que le phénomène se manifeste en surface seulement par du tassement.

Le croisement de l'intensité et de la prédisposition amène à retenir un aléa faible au droit de l'ensemble des travaux miniers susceptibles d'être localisées à moins de 30 m de profondeur.

L'aléa effondrement localisé a été évalué et cartographié mais il n'est pas exclu que le phénomène se manifeste en surface par un tassement compte tenu de l'incertitude sur les vides résiduels.

Dans l'ancien bassin d'Hardinghamen, les travaux ont été réalisés à proximité des puits avec au maximum 60 m d'extension latérale. Cette configuration d'exploitation engendre une cartographie de cet aléa limitée à une zone restreinte autour des puits puisque nous pouvons affirmer que même si des veines de charbon sont présentes à moins de 50 m de profondeur aucun travaux n'a pu être réalisé à plus de 60 m d'un puits.

Pour les travaux situés à proximité de la faille de Locquinghen (délimitation entre le Houiller situé à moins de 50 m de profondeur et celui situé à plus de 50 m), une marge de 100 m a été cartographiée à l'ouest pour prendre en compte l'incertitude de localisation de la faille (incertitudes intrinsèques et de calage des cartes géologiques de Guignes et Marquise au 1/50 000). Cette marge a localement été diminuée en fonction des données disponibles sur la profondeur du Houiller au droit des puits ou avaleresses.

#### **4.2.2. ALEA EFFONDREMENT LOCALISE PAR EBOULEMENT D'UNE GALERIE ISOLEE**

Comme pour l'effondrement localisé attendu au droit des travaux peu profonds, l'intensité du phénomène redouté en surface pour les galeries isolées sera jugée modérée.

Plusieurs facteurs de prédisposition permettent classiquement d'estimer la probabilité d'occurrence d'apparition en surface d'un fontis : la fréquence des désordres, la nature des terrains de recouvrement et la profondeur des travaux.

Concernant la fréquence, d'après la recherche d'archives et les observations de terrains, au moins deux désordres de type effondrements localisés (HD2 et HD3) ont eu lieu. Il s'agit d'effondrements survenus au droit de galeries non remblayées situées à moins de 30 m de

profondeur. Ces galeries ont été mises en évidence par CdF lors des campagnes de mise en sécurité et remblayées avec cassage de la voûte (annexe 3 : traitement des puits HP8 et HP9).

Compte tenu de ces informations, la prédisposition est jugée sensible pour les galeries situées à moins de 30 m de profondeur. Au-delà de 30 m de profondeur, la prédisposition est jugée négligeable.

Pour les galeries de surface mises en évidence par CdF, remblayées avec cassage de la voûte, l'aléa est qualifié de nul.

Concernant les galeries, nous avons peu de plans ou d'informations permettant de les localiser précisément. Ainsi pour l'évaluation de l'aléa, une distinction est faite entre les galeries dont la localisation est connue précisément (galeries digitalisées sur la carte informative) et celles dont l'existence est avérée ou supposée mais dont la localisation n'est pas connue précisément. On jugera que la sensibilité d'apparition d'un effondrement localisé au droit d'une galerie isolée supposée est moindre (peu sensible) que celle d'une galerie isolée connue avec précision (sensible) :

- un aléa moyen est ainsi retenu au droit des galeries connues à moins de 30 m de profondeur (Tableau 7). Deux fosses sur le vieux bassin d'Hardinghen, les 2 entrées de galeries et les travaux des puits Bonvoisin sont concernées. Il s'agit des fosses Plaines 1 et 2 (HP98 et HP99), des entrées de galeries HG1 et HG2 et des galeries autour des puits FP3 à FP9) où des galeries sont présentes à moins de 30 m de profondeur sur les communes de Rety, Hardinghen et Leulinghen-Bernes ;
- un aléa effondrement localisé de niveau faible a été cartographié à l'aplomb des galeries susceptibles d'être localisées à moins de 30 m de profondeur. Il s'agit des zones de travaux supposés principalement autour des puits du vieux bassin (contours bleus sur la carte informative).

Un aléa moyen a été tracé au droit de la descenderie Christian (FiG1) sur la concession de Fiennes [5] sur la commune de Fiennes.

Commune	Nom zone alea	Nom des galeries	Type alea	Intensité	Prédisposition	Niveau alea
Leulinghen-Bernes	AF2	Galeries autour des puits Bonvoisin FP3 à FP9	Effondrement localisé	modérée	sensible	moyen
Rety	AF26	Galeries 1 et 2 (HG1 et HG2)	Effondrement localisé	modérée	sensible	moyen
Hardinghen	AF42	Galeries du puits Plaine 2 (HP99)	Effondrement localisé	modérée	sensible	moyen
Rety	AF43	Galeries du puits Plaine 1 (HP98)	Effondrement localisé	modérée	sensible	moyen
Fiennes	AF57	Descenderie Christian (FiG1)	Effondrement localisé	modérée	sensible	moyen

**Tableau 7 : liste des aléas effondrement localisé de niveau moyen liés à des galeries connues et peu profondes sur le bassin du Boulonnais**

### 4.2.3. ALEA EFFONDREMENT LOCALISE PAR RUPTURE D'UNE TETE DE PUIITS

Au total, on recense 241 puits ou avaleresses sur le territoire des deux concessions étudiées (215 sur Hardingen, 25 sur Ferques et 1 Hors concession). Tous les puits ou avaleresses sont a priori remblayés et 21 d'entre eux ont été mis en sécurité (remblayage et bouchon de béton) par Charbonnages de France entre 1999 et 2006 (annexe 3).

Les effondrements localisés de puits ou avaleresses non sécurisés ou insuffisamment bien traités relèvent de deux mécanismes distincts : le débouillage des remblais et/ou la rupture de la tête d'ouvrage.

Deux phénomènes peuvent résulter d'une instabilité affectant une ancienne tête de puits ou avaleresse :

- le premier résulte de l'effondrement de la surface du sol situé à l'aplomb direct de l'ancien ouvrage. Deux raisons peuvent générer cette rupture :
  - l'effondrement de la structure mise en place en tête d'un puits ou avaleresse vide ou partiellement remblayé (plancher en bois, voûte en briques, dalle, bouchon...). L'effondrement du puits Sud en 1997 illustre le risque d'effondrement après la rupture du plancher ;
  - le débouillage d'un puits ou d'une avaleresse remblayé.
- le second phénomène est une aggravation du premier et peut l'accompagner, notamment dans le cas du débouillage d'un très vieux puits ou d'une très vieille avaleresse. Il concerne la rupture possible des terrains environnant la tête de puits qui s'écoulent dans le puits après l'effondrement de tout ou partie du revêtement de l'ouvrage. Concernant ce phénomène, l'ancienneté et l'état de dégradation du revêtement du puits ainsi que la présence et l'épaisseur de terrains sans cohésion en sub-surface constituent autant de facteurs favorables au développement d'un effondrement qui peut, parfois, déborder très largement de l'emprise stricte du puits ou d'une avaleresse.

La prédisposition est fonction de différents facteurs dont entre autres, les conditions hydrologiques du site, le type de remblayage, la nature du revêtement et des terrains de recouvrement.

Ainsi pour les zones où le niveau d'eau est stabilisé, la prédisposition est jugée comme :

- négligeable pour les 17 puits ou avaleresses (sur 21 au total en annexe 3) qui ont été traités par Charbonnages de France de manière pérenne selon les règles actuelles. En effet, parmi ces 17 puits ou avaleresses, 4 ont été traités par la mise en place d'un bouchon de béton auto-portant dans des terrains possédant de bonnes caractéristiques mécaniques. Pour les autres ouvrages dont le terrain encaissant est de moins bonne résistance mécanique, un bouchon type « bouchon de campagne » a été réalisé ;
- peu sensible pour les puits ou avaleresses dont la profondeur est réduite (< 60 m de profondeur<sup>8</sup>), pour les 3 puits (Verrerie Nord – HP28 - Verrerie Sud – HP29 - et Glaneuse 1 extraction – HP61) dont le traitement n'a pas été réalisé de manière pérenne (bouchon de béton cylindrique intégralement non positionné au sein de terrains compétents) et pour le puits Plaine 2 (HP99) simplement dallé (annexe 3) ;

<sup>8</sup> Si on peut suspecter un défaut de remblayage au niveau des puits profonds. Ceux n'ayant pas une profondeur supérieure à 60 m sont probablement mieux remblayés, du fait de leur faible profondeur.

- sensible pour les puits ou avaleresses plus profonds où nous pouvons penser que le remblayage n'a été que partiel (sur plancher par exemple) et où les vides occasionnés par le tassement du remblai sont plus importants.

Pour les zones où le niveau d'eau n'est pas stabilisé (à proximité des carrières au niveau de la concession de Ferques), la prédisposition est jugée comme sensible. Nous avons cependant déclassé en peu sensible, la prédisposition de l'ancien puits de recherche nommé Ferques 2 (FP15) a priori remblayé et situé dans une zone recouverte de tas stériles de carrière. Toutefois si le tas de stérile est terrassé, la prédisposition sera alors réévaluée en moyen.

Les terrains superficiels sont constitués de matériaux déconsolidés qui constituent une couverture de qualité médiocre jusqu'à une profondeur maximale estimée à 5 m. Le rayon des effondrements auxquels on peut s'attendre a été estimé inférieur à 10 m, sur la base des événements des puits Sud (HP45), Brunet (HP7) et des désordres repérés sur le terrain comme HD7, HD8, HD9, HD10 et HD12 où des cratères assimilables à des effondrements localisés d'un diamètre de 1 m à 10 m environ se sont produits (Tableau 6). L'intensité a été qualifiée de modérée pour l'ensemble des puits ou avaleresses.

Par conséquent, nous retiendrons les niveaux d'aléa présentés dans le Tableau 8.

Un aléa effondrement localisé a également été cartographié sur les travaux à faible profondeur et les puits ou avaleresses de la concession de Fiennes [5].

L'aléa effondrement localisé de niveau moyen lié aux travaux et aux ouvrages débouchant en surface affecte près de 60 maisons, une trentaine de bâtiments à caractère industriel, agricole ou commercial et 3 routes départementales.

L'aléa effondrement localisé de niveau faible lié aux travaux et aux ouvrages débouchant en surface affecte de très nombreuses habitations de la commune d'Hardinghen et du hameau de Locquinghen sur la commune de Rety, une vingtaine de bâtiments à caractère industriel, agricole ou commercial et 3 routes départementales.

Nom de l'ouvrage	Identifiant	Commune	Coordonnées en lambert II étendu		Intensité	Prédisposition	Aléa	Rayon zone d'aléa (m) *
			X	Y				
BAINGHEN (DE)	FP10	LEUBRINGHEN	558930.1	2650822.1	modérée	peu sensible	faible	65
BOIS SERGENT	FP11	FERQUES	558486.0	2649202.4	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 1	FP6	LEULINGHEN	557091.9	2649037.7	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 2	FP5	LEULINGHEN	557086.2	2649035.2	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 3	FP7	LEULINGHEN	557109.8	2649027.3	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 4	FP8	LEULINGHEN	557137.3	2649014.3	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 5	FP9	LEULINGHEN	557198.5	2648991.6	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 6	FP4	LEULINGHEN	557047.2	2649044.3	modérée	sensible	moyen	105
BONVOISIN 7	FP3	LEULINGHEN	556881.3	2648996.5	modérée	sensible	moyen	105
CAFFIERS (DE)	FP19	CAFFIERS	562305.6	2649803.9	modérée	sensible	moyen	65
FERQUES N°1 (DE)	FP16	RINXENT	558078.3	2647533.2	modérée	sensible	moyen	65
FERQUES N°2 (DE)	FP15	RINXENT	558067.4	2647647.6	modérée	peu sensible	faible	65
FREMICOURT N°1	FP12	FERQUES	558199.8	2648611.2	modérée	sensible	moyen	105
FREMICOURT N°2	FP13	FERQUES	558337.8	2648554.7	modérée	sensible	moyen	105
HAYETTE (DE LA)	FP14	FERQUES	558686.2	2648394.4	modérée	sensible	moyen	105
LANDRETHUN N°1-1 (DE)	FA2	LANDRETHUN LE NORD	560660.6	2650044.9	modérée	sensible	moyen	105
LANDRETHUN N°1-2 (DE)	FA1	LANDRETHUN LE NORD	560591.7	2650179.2	modérée	peu sensible	faible	65
LANDRETHUN N°2 (DE)	FP17	LANDRETHUN LE NORD	560636.9	2649778.4	modérée	peu sensible	faible	65
LANDRETHUN N°3 (DE)	FP18	LANDRETHUN LE NORD	560636.1	2650625.3	modérée	peu sensible	faible	105
LEULINGHEN (DE)	FP2	LEULINGHEN	557170.0	2649009.9	modérée	sensible	moyen	65
BOIS DE FIENNES	FiA1	FIENNES	562221.8	2647008.6	modérée	peu sensible	faible	40
BOULONNAISE	FiP7	FIENNES	562627.1	2646647.6	modérée	sensible	moyen	40
COMMUNE (DE LA)	FiA4	FIENNES	563226.6	2646455.1	modérée	peu sensible	faible	40
DE LA MACHINE	FiA5	FIENNES	563361.9	2646470.5	modérée	peu sensible	faible	105
DE LA MACHINE AERAGE	FiA5bis	FIENNES	563361.9	2646470.5	modérée	peu sensible	faible	105
ESPOIR	FiP6	FIENNES	562515.8	2646657.9	modérée	peu sensible	faible	105
ESPOIR N°1	FiP2	FIENNES	562394.9	2646766.2	modérée	peu sensible	faible	40
ESPOIR N°2	FiP1	FIENNES	562360.5	2646772.8	modérée	sensible	moyen	40
FORT ROUGE (DU)	FiP9	FIENNES	562801.6	2646658.6	modérée	peu sensible	faible	65
HURIE (LA)	FiP8	FIENNES	562722.2	2646557.5	modérée	peu sensible	faible	40
LIMITES SUR FIENNES (DES)	FiP5	FIENNES	562455.1	2646555.7	modérée	peu sensible	faible	40
SAINTE-BARBE	FiA2	FIENNES	562212.8	2646894.8	modérée	sensible	moyen	40
SANS-PAREILLE	FiP4	FIENNES	562440.0	2646708.5	modérée	peu sensible	faible	40
SANS-PAREILLE AERAGE	FiP3	FIENNES	562426.2	2646717.3	modérée	peu sensible	faible	40
SEGARD	FiP10	FIENNES	562983.3	2646530.5	modérée	peu sensible	faible	40
VIEILLE GARDE	FiA3	FIENNES	563111.6	2646563.5	modérée	sensible	moyen	40
ALIMENTAIRE	HP10	HARDINGHEN	561149.1	2646358.2	modérée	peu sensible	faible	16
AN (DE L')	HP17	RETY LOCQUINGHEN	561656.9	2646466.4	modérée	négligeable	négligeable	0
BACQUET 1	HP19	RETY LOCQUINGHEN	561751.5	2646445.9	modérée	peu sensible	faible	40
BACQUET 2	HP19bis	RETY LOCQUINGHEN	561751.5	2646445.9	modérée	peu sensible	faible	60
BELLEVUE 1	HP75	RETY	561378.6	2646087.5	modérée	peu sensible	faible	40
BELLEVUE 2	HP76	RETY	561388.8	2646114.3	modérée	peu sensible	faible	40
BELLEVUE 3	HP74	RETY	561364.8	2646113.6	modérée	peu sensible	faible	40
BLONDIN	HP65	HARDINGHEN	562827.1	2646333.7	modérée	sensible	moyen	40
BOIS D'AULNES N°11 (DU)	HP93	RETY	562078.2	2646015.8	modérée	sensible	moyen	40
BOIS D'AULNES N°12-1 (DU)	HP90	RETY	561925.7	2646150.8	modérée	peu sensible	faible	40
BOIS D'AULNES N°12-2 (DU)	HP90bis	RETY	561986.1	2646163.0	modérée	peu sensible	faible	60
BOIS D'AULNES N°9-1 (DU)	HP92	RETY	562032.9	2646178.6	modérée	négligeable	négligeable	0
BOIS D'AULNES N°9-2 (DU)	HP92bis	RETY	562032.9	2646178.6	modérée	peu sensible	faible	30
BOIS DE SAULX N°1-1 (DU)	HP34	RETY	562099.5	2646523.1	modérée	peu sensible	faible	40
BOIS DE SAULX N°1-2 (DU)	HP42	RETY	562290.4	2646467.3	modérée	sensible	moyen	60
BOIS DE SAULX N°2 (DU)	HP41	RETY	562259.3	2646458.6	modérée	négligeable	négligeable	0
BOIS DES ROCHES N°1 (DU)	HA8	RETY	561826.1	2645422.8	modérée	peu sensible	faible	40
BOIS DES ROCHES N°2 (DU)	HP105	RETY	561847.9	2645452.9	modérée	peu sensible	faible	40
BOIS DES ROCHES N°3 (DU)	HA7	RETY	561710.2	2645447.5	modérée	peu sensible	faible	40
BOIS DES ROCHES N°4 (DU)	HP104	RETY	561732.9	2645478.3	modérée	négligeable	négligeable	0
BOIS DES ROCHES N°5 (DU)	HP103	RETY	561749.5	2645505.4	modérée	négligeable	négligeable	0
BOIS DES ROCHES N°6 (DU)	HP106	RETY	561660.3	2645298.5	modérée	peu sensible	faible	40
BOUCHET	HP114	HARDINGHEN	562236.6	2645028.2	modérée	peu sensible	faible	40
BRUNET	HP7	RETY LOCQUINGHEN	561665.5	2646790.4	modérée	peu sensible	faible	40
CASTEL BRUNE	HP101	RETY	560236.2	2645233.9	modérée	sensible	moyen	105
CAVREL DE TAGNY 1 (DU)	HA3	RETY	561188.2	2645913.3	modérée	peu sensible	faible	40
CAVREL DE TAGNY 2 (DU)	HA5	RETY	561214.9	2645892.6	modérée	peu sensible	faible	40
CAVREL DE TAGNY 3 (DU)	HA4	RETY	561233.6	2645912.0	modérée	peu sensible	faible	40
CELISSE	HP68	HARDINGHEN	562878.1	2646225.2	modérée	sensible	moyen	40
CHEMIN (DU)	HP91	RETY	562012.6	2646215.3	modérée	peu sensible	faible	40
CLAUDE DOAILLES	HP67	HARDINGHEN	562883.4	2646280.7	modérée	peu sensible	faible	40
COMMUNAL	HP72	HARDINGHEN	563402.9	2646116.9	modérée	sensible	moyen	105
CONCESSION 1	HP64	HARDINGHEN	562831.2	2646353.3	modérée	peu sensible	faible	40
CONCESSION 2	HP64bis	HARDINGHEN	562829.6	2646349.2	modérée	sensible	moyen	60
COURTIL-QUEHEN (DU)	HP107	RETY	562034.3	2645305.8	modérée	peu sensible	faible	40
COURTIL-ROHART (DU)	HP108	HARDINGHEN	562135.3	2645316.7	modérée	peu sensible	faible	40
DELATTRE COMBLE	HP25	RETY	561873.4	2646424.3	modérée	peu sensible	faible	40
DELATTRE PIED	HP24	RETY	561885.0	2646418.6	modérée	peu sensible	faible	60

Nom de l'ouvrage	Identifiant	Commune	Coordonnées en lambert II étendu		Intensité	Prédisposition	Aléa	Rayon zone d'aléa (m) *
			X	Y				
DENIS	HA2	RETY	561998.2	2646653.8	modérée	peu sensible	faible	40
DESEILLES	HP79	RETY	561611.5	2646214.0	modérée	peu sensible	faible	40
DEULIN 1	HP53	HARDINGHEN	562626.0	2646404.1	modérée	peu sensible	faible	40
DEULIN 2	HP53bis	HARDINGHEN	562625.5	2646398.1	modérée	peu sensible	faible	60
DHIEUX 1	HP15	RETY LOCQUINGHEN	561592.3	2646417.4	modérée	peu sensible	faible	40
DHIEUX 2	HP15bis	RETY LOCQUINGHEN	561592.3	2646417.4	modérée	peu sensible	faible	60
EAU COURTE N°1 (DE L')	HA12	HARDINGHEN	563919.0	2643954.2	modérée	peu sensible	faible	40
EAU COURTE N°2 (DE L')	HA11	HARDINGHEN	563996.0	2644255.7	modérée	peu sensible	faible	40
ECARTERIES (DES)	HP59	HARDINGHEN	562774.6	2646284.0	modérée	peu sensible	faible	40
ELINGHEN 1	HP1	FERQUES	560247.4	2647508.4	modérée	négligeable	négligeable	0
ELINGHEN 2	HP2	FERQUES	560280.7	2647530.8	modérée	négligeable	négligeable	0
ESPIERROTS (DES)	HP22	RETY	561685.4	2646287.9	modérée	peu sensible	faible	40
FEDERATION	HP18	RETY LOCQUINGHEN	561755.7	2646498.4	modérée	peu sensible	faible	40
FOUHEN	HP119	HARDINGHEN	564711.3	2646664.0	modérée	sensible	moyen	105
FOURINIÈRE (DE LA)	HP58	HARDINGHEN	562728.0	2646336.9	modérée	peu sensible	faible	40
GADEBLÉ	HP71	HARDINGHEN	563093.6	2646230.4	modérée	peu sensible	faible	40
GILLET	HP100	HARDINGHEN	563130.1	2645458.8	modérée	peu sensible	faible	40
GLANEUSE N°1	HP61	HARDINGHEN	562841.3	2646435.5	modérée	peu sensible	faible	8
GLANEUSE N°1 aérage	HP62	HARDINGHEN	562855.4	2646422.7	modérée	négligeable	négligeable	0
GLANEUSE N°2	HP14	RETY LOCQUINGHEN	561534.9	2646547.9	modérée	négligeable	négligeable	0
GOUVERNEUR (DU)	HP27	RETY	561976.3	2646325.2	modérée	peu sensible	faible	40
HENICHART N°1	HA9	HARDINGHEN	562133.6	2645096.9	modérée	peu sensible	faible	40
HENICHART N°2	HP111	HARDINGHEN	562249.1	2645085.6	modérée	peu sensible	faible	40
HENICHART N°3	HP109	HARDINGHEN	562241.3	2645149.7	modérée	peu sensible	faible	40
HENICHART N°4	HP116	HARDINGHEN	562435.6	2644972.1	modérée	peu sensible	faible	40
HIART N°1-1	HP95	RETY	561747.9	2645684.0	modérée	peu sensible	faible	40
HIART N°2-1	HP49	RETY	562433.9	2646283.8	modérée	peu sensible	faible	40
HIART N°2-2	HP49bis	RETY	562436.7	2646282.9	modérée	peu sensible	faible	60
HIBON	HP48	RETY	562403.1	2646424.7	modérée	sensible	moyen	40
JASSET	HP69	HARDINGHEN	562989.9	2646277.4	modérée	sensible	moyen	40
JOHN	HP31	RETY	562029.8	2646447.3	modérée	négligeable	négligeable	0
LAMARRE N°1	HP82	RETY	561689.2	2646091.3	modérée	peu sensible	faible	60
LAMARRE N°2	HP78	RETY	561570.9	2646081.1	modérée	peu sensible	faible	40
LEFEVRE	HP21	RETY	561663.1	2646383.8	modérée	peu sensible	faible	40
LEPRINCE	HP66	HARDINGHEN	562855.5	2646312.0	modérée	peu sensible	faible	40
LIMITES SUR RETY 1 (DES)	HP47	RETY	562443.5	2646508.8	modérée	peu sensible	faible	40
LIONS (A)	HP26	RETY	561959.4	2646339.1	modérée	peu sensible	faible	40
LOCQUINGHEN	HP20	RETY LOCQUINGHEN	561749.1	2646418.0	modérée	peu sensible	faible	40
MARQUISIENNE	HP50	RETY	562517.0	2646306.3	modérée	sensible	moyen	40
MATHON	HP39	RETY	562248.0	2646323.6	modérée	peu sensible	faible	40
MOTTE (DE LA)	HP73	HARDINGHEN	564599.9	2646434.9	modérée	sensible	moyen	105
MOUQUETTE	HP89	RETY	561902.4	2647160.4	modérée	peu sensible	faible	40
NOIRBERNES N°1 (DE)	HP115	RETY	562254.3	2644932.6	modérée	sensible	moyen	40
NOIRBERNES N°2 (DE)	HP117	RETY	562610.6	2644855.5	modérée	sensible	moyen	40
NORD (DU)	HP44	RETY	562289.9	2646643.5	modérée	sensible	moyen	40
PATRIOTE 1	HP81	RETY	561684.1	2646136.0	modérée	peu sensible	faible	40
PATRIOTE 2	HP81bis	RETY	561680.1	2646130.9	modérée	peu sensible	faible	60
PATURE A BRIQUES	HP37	RETY	562195.5	2646294.0	modérée	peu sensible	faible	40
PATURE GRASSE 1	HP13	RETY LOCQUINGHEN	561472.9	2646295.0	modérée	peu sensible	faible	40
PATURE LEFEVRE	HP86	RETY	561829.9	2646208.3	modérée	peu sensible	faible	40
PETITE-SOCIÉTÉ 1	HP56	HARDINGHEN	562669.7	2646279.0	modérée	peu sensible	faible	40
PLAINES N°1 (DES)	HP98	RETY	562413.1	2645594.0	modérée	peu sensible	faible	40
PLAINES N°2 (DES)	HP99	HARDINGHEN	562701.3	2645570.2	modérée	peu sensible	faible	10
PLAYE	HP84	RETY	561746.5	2646197.4	modérée	peu sensible	faible	40
PRE VAUCHEL 1	HP40	RETY	562290.6	2646356.3	modérée	peu sensible	faible	40
PRE VAUCHEL 2	HP40bis	RETY	562292.5	2646359.3	modérée	peu sensible	faible	45
PRIVILEGE (DU)	HP51	RETY	562576.4	2646272.2	modérée	peu sensible	faible	40
PRIVILEGE (DU)	HP51bis	RETY	562580.8	2646272.0	modérée	peu sensible	faible	60
PRIVILEGE DE RETY (DU)	HP33	RETY	562085.9	2646579.0	modérée	peu sensible	faible	40
PROPRIÉTÉ	HP83	RETY	561702.7	2646237.7	modérée	peu sensible	faible	40
PROVIDENCE	HP5	RETY LOCQUINGHEN	561414.3	2646947.1	modérée	négligeable	négligeable	0
QUARANTE 1 (DES)	HP11	RETY LOCQUINGHEN	561358.3	2646316.8	modérée	négligeable	négligeable	0
QUARANTE 2 (DES)	HP11bis	RETY LOCQUINGHEN	561355.4	2646311.7	modérée	négligeable	négligeable	0
RENAISSANCE N°1	HP8	RETY LOCQUINGHEN	561310.1	2646641.5	modérée	négligeable	négligeable	0
RENAISSANCE N°2	HP6	RETY LOCQUINGHEN	561394.7	2646863.0	modérée	peu sensible	faible	40
REPERCHOIR (DU)	HP63	HARDINGHEN	562932.3	2646431.8	modérée	peu sensible	faible	40
RIEZ-BROUTTA 1 (DU)	HA1	RETY	560828.1	2647039.1	modérée	peu sensible	faible	40
RIEZ-MARQUIN (DU)	HP54	HARDINGHEN	562647.5	2646479.2	modérée	sensible	moyen	40
ROCHER (DU)	HP32	RETY	562061.5	2646529.9	modérée	peu sensible	faible	40
ROCHETTES (DES)	HP16	RETY LOCQUINGHEN	561662.8	2646523.5	modérée	peu sensible	faible	40

Nom de l'ouvrage	Identifiant	Commune	Coordonnées en lambert II étendu		Intensité	Prédisposition	Aléa	Rayon zone d'aléa (m) *
			X	Y				
ROCHETTES (DES)	HP16bis	RETY LOCQUINGHEN	561660.3	2646524.7	modérée	peu sensible	faible	60
ROUTIERE N°1 (LA)	HP57	HARDINGHEN	562680.6	2646311.2	modérée	peu sensible	faible	40
ROUTIERE N°2 (LA)	HP52	HARDINGHEN	562621.1	2646358.7	modérée	peu sensible	faible	40
RUE DES MARECHAUX (DE LA)	HA10	HARDINGHEN	563280.8	2645490.5	modérée	négligeable	négligeable	0
SAINTE-MARGUERITE N°1	HP55	HARDINGHEN	562637.4	2646202.8	modérée	peu sensible	faible	40
SAINT-ETIENNE 1	HP38	RETY	562252.5	2646280.8	modérée	peu sensible	faible	40
SAINT-ETIENNE 2	HP38bis	RETY	562248.5	2646282.7	modérée	peu sensible	faible	60
SAINT-IGNACE 1	HP35	RETY	562138.7	2646389.6	modérée	sensible	moyen	40
SAINT-LAMBERT	HP110	RETY	561999.0	2645123.1	modérée	peu sensible	faible	40
SAINT-LOUIS N°1	HP43	RETY	562318.3	2646649.4	modérée	peu sensible	faible	40
SAINT-LOUIS N°2-1	HP46	RETY	562381.3	2646556.3	modérée	peu sensible	faible	40
SAINT-LOUIS N°2-2	HP46bis	RETY	562381.3	2646556.3	modérée	peu sensible	faible	60
SANS-CULOTTES 1 (DES)	HP113	HARDINGHEN	562342.8	2645070.4	modérée	peu sensible	faible	40
SANS-CULOTTES 2 (DES)	HP112	HARDINGHEN	562342.5	2645071.5	modérée	peu sensible	faible	60
SART	HP12	RETY LOCQUINGHEN	561472.2	2646362.8	modérée	sensible	moyen	40
SARTS (DES)	HP60	HARDINGHEN	562780.4	2646413.7	modérée	peu sensible	faible	40
SOUICH (DU)	HP9	RETY LOCQUINGHEN	561151.9	2646376.7	modérée	négligeable	négligeable	0
SUD (DU)	HP45	RETY	562347.9	2646569.6	modérée	négligeable	négligeable	0
SUZETTE	HA6	RETY	561969.7	2645765.7	modérée	peu sensible	faible	40
TAVERNE 1	HP88	RETY	561843.4	2646174.2	modérée	peu sensible	faible	40
TAVERNE 2	HP87	RETY	561844.5	2646196.6	modérée	peu sensible	faible	60
TAVERNE 3	HP85	RETY	561844.5	2646216.6	modérée	peu sensible	faible	60
TRIQUET 1	HP80	RETY	561645.8	2646144.8	modérée	peu sensible	faible	40
TUILERIE N°1 (DE LA)	HP97	RETY	561894.6	2645673.5	modérée	peu sensible	faible	40
TUILERIE N°2 (DE LA)	HP96	RETY	561824.4	2645669.3	modérée	peu sensible	faible	40
TUILERIE N°3 (DE LA)	HP94	RETY	561691.2	2645838.5	modérée	peu sensible	faible	40
VALLEE (DE LA)	HP118	RETY	562286.1	2644011.9	modérée	sensible	moyen	105
VERGER BLONDIN 1 (DU)	HP70	HARDINGHEN	563082.5	2646367.2	modérée	peu sensible	faible	40
VERRERIE NORD (DE LA)	HP28	RETY	562022.7	2646346.0	modérée	peu sensible	faible	12
VERRERIE SUD (DE LA)	HP29	RETY	562045.1	2646274.3	modérée	peu sensible	faible	10
VERRERIES (DES)	HP36	RETY	562176.8	2646357.3	modérée	peu sensible	faible	40
VIEILLE MAISON	HP23	RETY LOCQUINGHEN	561787.2	2646352.3	modérée	peu sensible	faible	40
VIEUX ROCHER (DU)	HP30	RETY	562064.8	2646382.2	modérée	peu sensible	faible	40
WARNIER	HP77	RETY	561491.6	2646083.5	modérée	peu sensible	faible	40
PLAINE DU CANEL	FP1	MARQUISE	556061.0	2647738.2	modérée	sensible	moyen	105

\* le rayon de la zone d'aléa prend en compte l'incertitude de positionnement de l'ouvrage explicitée dans les tableaux de l'annexe 2.

**Tableau 8 : évaluation de l'aléa effondrement localisé lié à des puits ou avalereses sur le bassin du Boulonnais**

#### **4.2.4. ALEA AFFAISSEMENT/TASSEMENT ASSOCIE AUX TRAVAUX SOUTERRAINS**

L'affaissement correspond au mouvement souple et progressif des terrains de surface induit par l'éboulement des travaux souterrains.

L'aléa affaissement progressif n'a pas été retenu comme un aléa possible au droit des secteurs exploités par tailles, car :

- les tailles ont été exploitées, il y a plus de 50 ans voir 100 ans et les affaissements progressifs se produisent généralement dans les quelques années qui suivent l'arrêt de l'exploitation ;
- l'extension horizontale des travaux est réduite (inférieure à 100 m en général pour les travaux à faible profondeur) ;
- pour le cas de la reprise d'affaissement, les conditions hydrauliques (niveaux d'eau dans les travaux) sont majoritairement stables et les éventuelles surcharges de surface pouvant affecter principalement les travaux à faible profondeur relèveront plutôt du phénomène de tassement.

L'aléa tassement concerne généralement les travaux situés à faible profondeur. Elle correspond à une épaisseur de terrain dans laquelle des effondrements localisés (ou fontis) sont susceptibles d'avoir été autocomblés et donc d'entraîner un phénomène de tassement en surface sans qu'ils ne soient apparus jusqu'au jour. L'ordre de grandeur des tassements attendus est de quelques centimètres. Il s'agit donc d'un phénomène d'intensité limitée. Un aléa tassement de niveau faible est retenu pour mémoire à l'aplomb des travaux situés à moins de 50 m de profondeur sur les concessions de Ferques et Hardinghen, dont la finalité est de prévenir ces sites de toute utilisation ou aménagement inadapté, voire préjudiciable à leur tenue, sans prendre de mesures élémentaires de prévention. Cet aléa se superposant à l'aléa effondrement localisé dont l'effet est plus prononcé, il ne sera pas représenté graphiquement.

#### **4.3. ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAIN LIES AUX OUVRAGES DE DEPOTS**

14 terrils ont été répertoriés sur la concession d'Hardinghen, de dimensions généralement modestes (hauteur inférieure à 10 m). Ils sont, pour la plupart, végétalisés et présentent des pentes faibles (inférieure à 45°). Cependant, l'inspection du site a révélé des pentes assez raides (supérieure à 50°) et peu végétalisées pour deux d'entre eux (HT2 et HT3) situés au quartier Elinghen. On ne peut donc pas exclure des phénomènes de glissements superficiels pour ces deux terrils.

De manière générale, deux types de phénomène peuvent être redoutés sur ce type de dépôt :

##### **4.3.1. ALEA GLISSEMENT SUPERFICIEL LIE AUX TERRILS**

Compte tenu des dimensions et de la géométrie des ouvrages, seuls les deux terrils HT2 et HT3 situés au quartier Elinghen sont susceptibles d'être concernés par le phénomène de glissement superficiel contrairement aux autres terrils. Néanmoins, les volumes susceptibles d'être mis en jeu restent très faibles. L'intensité sera donc qualifiée de limitée. Le terril est fortement végétalisé, ce qui limite le phénomène d'érosion et donc les glissements. La prédisposition est qualifiée de peu sensible. Au final, il est retenu un aléa glissement de niveau faible pour les deux terrils HT2 et HT3 situés au quartier Elinghen (Tableau 9).

Un aléa glissement de terrain a également été cartographié sur le terril de l'Espoir (FiT1) sur la concession de Fiennes [5].

Aucun enjeu ne se trouve à l'aplomb des zones d'aléa glissement de terrain ainsi définies.

Commune	Nom zone alea	Ouvrages concernés	Nom de la fosse ou du puits le plus proche	Type alea	Intensité	Prédisposition	Alea	Cartographie = emprise du terril +
Ferques	AGL1	terrils HT2 et HT3	Elinghen	Glissement	limitée	peu sensible	faible	10 m
Fiennes	AGL2	terril FiT1	Espoir	Glissement	limitée	peu sensible	faible	10 m

**Tableau 9 : liste des aléas glissement superficiel sur le bassin du Boulonnais**

### 4.3.2. ALEA TASSEMENT

Compte tenu de l'épaisseur plutôt moyenne voire faible des dépôts, de la nature des composants et de l'âge des dépôts, on peut raisonnablement qualifier la prédisposition du site au phénomène de tassement de peu sensible à sensible. La sensibilité naturelle des ouvrages de dépôts aux phénomènes de tassements est liée à leur hétérogénéité. Elle conduit à leur attribuer un aléa « tassement » faible (Tableau 10) dont la finalité est de prévenir ces sites de toute utilisation ou aménagement inadapté, voire préjudiciable à leur tenue, sans prendre de mesures élémentaires de prévention.

Commune	Nom zone alea	Ouvrages concernés	Nom de la fosse ou du puits le plus proche	Type alea	Intensité	Prédisposition	Alea	Cartographie = emprise du terril +
Ferques	AT1	terrils HT1-HT2-HT3	Elinghen	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Rety	AT4	terril HT6	Souich	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Rety	AT5	terril HT5	Renaissance	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Rety	AT6	terril HT4	Providence	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Rety	AT7	terril HT10	Bois de Saulx	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Rety	AT8	terril HT9	Bois de Saulx	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Rety	AT9	terril HT8	Sud	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Rety	AT10	terril HT7	Nord	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Rety	AT11	terril HT11	Limite de Rety	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Hardinghen	AT12	terril HT12	Privilège	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Hardinghen	AT13	terril HT13	La Glaneuse	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Hardinghen	AT14	terril HT14	Blondin	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Fiennes	AT15	terril FiT1	Espoir	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Fiennes	AT16	terril FiT2	Sans Pareille	Tassement	limitée	sensible	faible	3 m
Fiennes	AT17	terril FiT4	Boulonnaise	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Fiennes	AT18	terril FiT6	Fort Rouge	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Fiennes	AT19	terril FiT5	La Hurie	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Fiennes	AT20	terril FiT3	Limites (des)	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m
Fiennes	AT21	terril FiT7	La Machine	Tassement	limitée	peu sensible	faible	3 m

**Tableau 10 : liste des aléas tassement sur le bassin du Boulonnais**

Un aléa tassement a également été cartographié sur les 7 terrils de la concession de Fiennes [5].

L'aléa tassement de niveau faible affecte une dizaine de maisons du hameau de Locquinghen sur la commune de Retz et des voies communales.

#### **4.4. ALEA LIE AUX ECHAUFFEMENTS ET AUX FEUX**

La recherche d'archives ne révèle que quelques rares incendies durant l'exploitation suite à des phénomènes d'auto-échauffement de la houille. Par ailleurs, les observations semblent indiquer que les terrils contiennent très peu de matières combustibles. Bien qu'aucune information ne soit disponible sur la nature exacte des matériaux constituant ces ouvrages, l'âge ancien des terrils, leurs faibles dimensions et le fait qu'ils soient entièrement végétalisés amène à penser que l'aléa échauffement peut raisonnablement être écarté au droit des terrils. Il en est de même pour les travaux qui sont en majorité ennoyés.

#### **4.5. ALEA LIE AU GAZ DE MINE**

Le phénomène redouté correspond à une remontée, en surface, de gaz de mine susceptible de présenter des dangers pour les personnes et plus exceptionnellement pour les biens.

Ce type de phénomène est envisageable compte tenu des points suivants :

- d'après les archives, la mine est caractérisée « faiblement grisouteuse » avec cependant des proportions de CO<sub>2</sub> pouvant être importantes ;
- le niveau de la nappe avoisine les 10 m de profondeur sur le vieux bassin et le bassin intermédiaire du Boulonnais ;
- il existe des travaux, à faible profondeur (< 15 m), non ennoyés sur la concession de Ferques à cause du pompage de la nappe dans les carrières du Boulonnais ;
- dans la concession de Ferques, les travaux sont majoritairement situés à moins de 50 m de profondeur. Les terrains de recouvrement sont constitués de calcaire marneux probablement fracturé (présence de la faille de Ferques à proximité) et localement de sable. Ainsi, compte tenu de la faible épaisseur des terrains et de leur perméabilité, la remontée du gaz est susceptible de s'opérer à travers la « fracturation » du recouvrement ;
- les détails du remblayage des ouvrages débouchant en surface ne sont pas connus.

Pour la concession d'Hardinghen, les travaux sont situés à plus de 270 m de profondeur dans le nouveau bassin et entre 70 et 180 m dans le bassin intermédiaire. Pour l'ancien bassin, où les travaux sont situés à faible profondeur, la zone est ennoyée et les terrains de recouvrement présentent une perméabilité faible (argile, marne et calcaire sain). Ainsi, pour l'ensemble de la concession d'Hardinghen, la remontée des gaz à travers les terrains de recouvrement semble peu envisageable.

A la vue de l'ensemble de ces éléments, la prédisposition à l'émission de gaz de mine a été qualifiée de :

- sensible pour la concession de Ferques au droit des zones de travaux et de galeries non ennoyées. Seuls les travaux des puits Leulinghen, Bonvoisin 1 à 6 et Frémicourt 1 sont concernés ;

- très peu sensible à négligeable pour celle d'Hardinghen et le reste des ouvrages et travaux de Ferques<sup>9</sup>.

En l'absence d'émission avérée de gaz de mine et d'éléments quantitatifs dans la phase informative, une classe d'intensité limitée sera retenue pour les zones de la concession de Ferques où les travaux ne sont pas envoyés. Dans le contexte du Boulonnais, la composition du gaz de mine attendu sera principalement du CO<sub>2</sub> et de l'air désoxygéné, les mines du Boulonnais n'étant que faiblement grisouteuse.

Une classe d'intensité très limitée à négligeable pour le reste de la concession de Ferques et pour toute la concession d'Hardinghen.

Sur la concession de Ferques, un aléa faible sera retenu pour l'émission du gaz de mine résultant du croisement entre une prédisposition sensible et une intensité limitée du phénomène attendu. La zone d'aléa faible correspond à la zone où un pompage est actuellement réalisé (carrières du Boulonnais). C'est durant la phase de remontée de la nappe suite à l'arrêt du pompage (arrêt définitif, défaillance...) que le débit d'émission de gaz de mine en surface est susceptible d'augmenter temporairement.

On notera, par ailleurs, que les ouvrages de communication entre le fond et la surface, tels que les puits, cheminés d'aéragé, failles et galeries, constituent, de manière privilégiée, des possibilités de remontée de gaz vers la surface. Ce sont autant de points sensibles s'ils sont restés ouverts ou s'ils n'ont pas été correctement obturés.

Les ouvrages reliés à des travaux non envoyés sur la concession de Ferques correspondent à des puits en principe remblayés :

- pour le cas des puits de Leulinghen (FP2) et Bonvoisin 1 à 6 (FP4 à FP9) : ils ne sont pas visibles sur le terrain (dans l'emprise des carrières) et sont recouverts par des dépôts de stériles issus de l'exploitation de la carrière ;
- pour le cas du puits de Frémicourt 1 (FP12) : il n'est pas visible sur le terrain et se situerait au droit des installations de surface de la carrière.

Cette situation laisse supposer une possible circulation (faible à très faible) du gaz. Ces ouvrages ont été cartographiés comme des sources d'émission potentielle dont l'aléa est qualifié de faible (Tableau 11).

Aucun aléa ne sera retenu pour l'émission de gaz de mine sur les exploitations et ouvrages de la concession d'Hardinghen et des travaux et ouvrages envoyés de la concession de Ferques. Néanmoins, on conservera pour ces zones sans aléa, l'information sur l'existence du phénomène dans le cas où des forages exceptionnels futurs seraient réalisés.

Aucun aléa de type émission de gaz de mine n'a été retenu sur la concession de Fiennes car tous les travaux sont envoyés [5].

L'aléa gaz de mine de niveau faible affecte une quinzaine de bâtiments de la Carrière du Boulonnais.

---

<sup>9</sup> Même si certains travaux de l'ancien bassin d'Hardinghen sont susceptibles d'être situés entre 10 et 20 m de profondeur, ces travaux ne sont pas considérés comme des réservoirs de gaz. En effet, compte tenu de leur faible profondeur, on peut supposer qu'ils ont déjà « dégazés » de manière naturelle au travers des terrains de recouvrement.

Commune	Nom zone alea	Ouvrages concernés	Type alea	Intensité	Prédisposition	Niveau alea	Rayon aléa
Ferques	AG2	puits et travaux autour de FP12	Emission de gaz de mine (CO <sub>2</sub> , air désoxygéné...)	limitée	sensible	faible	100 m
Leulinghen-Bernes	AG1	puits et travaux autour de FP4-FP5-FP6-FP7-FP8-FP9	Emission de gaz de mine (CO <sub>2</sub> , air désoxygéné...)	limitée	sensible	faible	100 m

**Tableau 11 : liste des aléas émission de gaz de mine sur le bassin du Boulonnais**

## **5. CARTOGRAPHIE**

### **5.1. METHODE DE DENOMINATION**

Les orifices et terrils ont été nommés de la manière suivante (**n** étant un chiffre arbitrairement choisi et **C** le nom de la concession défini comme dans le tableau ci-dessous) :

- **CPn** pour les cheminées et puits;
- **CGn** pour les descenderies et entrées de galerie;
- **CAn** pour les avaleresses ;
- **CTn** pour les terrils ;
- **CDn** pour les désordres.

Concession	C
Fiennes	Fi
Hardinghen	H
Ferques	F

**Tableau 12 : dénomination des orifices et terrils**

Les zones d'aléa ont été nommées de la manière suivante (**m** étant un chiffre arbitrairement choisi) :

- **AFm** pour les zones d'aléa effondrement localisé ;
- **AGLm** pour les zones d'aléa glissement de terrain ;
- **ATm** pour les zones d'aléa tassement ;
- **AGm** pour les zones d'aléa émission de gaz de mine.

### **5.2. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA EFFONDREMENT LOCALISE**

Pour les galeries isolées comme pour les zones de travaux situés à faible profondeur, le zonage de l'aléa effondrement localisé se limite aux zones situées à moins de 30 m de profondeur, au contour desquelles nous avons ajouté une marge d'influence, d'une valeur de 5 m correspondant à l'extension latérale apparaissant en surface (déterminée par un angle d'influence de 45° tracé à la base des terrains peu cohérents de surface dont nous estimons l'épaisseur maximale à 5 m). L'incertitude de position des galeries et zones de travaux est déjà comprise dans le tracé de la zone.

Les désordres attendus en surface de type effondrement localisé au droit des puits ou avaleresses correspondent à des effondrements circulaires coniques similaires à un fontis de diamètre très variable. Compte tenu de la nature du phénomène redouté, le zonage de l'aléa est circulaire, centré sur l'axe du puits ou de l'avaleresse. Il doit englober :

- l'emprise de l'ouvrage ;
- un rayon supplémentaire de 5 m correspondant à l'extension latérale du cône d'effondrement (déterminée par un angle d'influence tracé à la base des terrains peu cohérents de surface, dont l'épaisseur a été estimée à 5 m) ;
- un rayon supplémentaire d'incertitude de positionnement relative à chaque ouvrage.

Les cartes de l'aléa « effondrement localisé » lié aux travaux miniers sont données, par commune, à l'échelle du 1/10 000 avec des zooms, en annexes 6 à 15.

Les Tableau 7, Tableau 8 et Tableau 13 synthétisent la cartographie de l'aléa effondrement localisé au droit des puits ou avaleresses, des galeries et des travaux.

Commune	Nom zone alea	Ouvrages concernés	Type alea	Niveau alea
Marquise	AF1	FP1	Effondrement localisé	Moyen
Leulinghen-Bernes	AF2	FP9-FP8-FP7-FP6-FP5-FP4-FP2-FP3	Effondrement localisé	Moyen
Rinxent	AF3	FP16	Effondrement localisé	Moyen
Rinxent	AF4	FP15	Effondrement localisé	Faible
Ferques	AF5	FP12-FP13	Effondrement localisé	Moyen
Ferques	AF6	travauxFP12	Effondrement localisé	Faible
Ferques	AF7	FP11	Effondrement localisé	Moyen
Leubringhen	AF8	FP10	Effondrement localisé	Faible
Ferques	AF9	FP14	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF10	HP101	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF11	HP117	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF12	travauxHP117	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF14	HA1	Effondrement localisé	Faible
Landrethun-le-Nord	AF15	FP17	Effondrement localisé	Faible
Landrethun-le-Nord	AF16	FA2	Effondrement localisé	Moyen
Landrethun-le-Nord	AF17	FA1	Effondrement localisé	Faible
Landrethun-le-Nord	AF18	FP18	Effondrement localisé	Faible
Caffiers	AF19	FP19	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF20	HP6	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF21	HP10	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF22	HA3-HA4-HA5	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF23	HP95-HP96-HP97	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF24	HP7	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF25	HP93	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF27	HP42	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF28	HP106	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF29	HP12	Effondrement localisé	Moyen

Commune	Nom zone alea	Ouvrages concernés	Type alea	Niveau alea
Rety	AF30	HP13-HP15-HP15bis-HP16-HP16bis-HP17-HP18-HP19-HP19bis-HP20-HP21-HP22-HP29-HP28-HP27-HP26-HP31-HP30-HP32-HP33-HP34-HP36-HP37-HP38-HP38bis-HP40-HP40bis-HP43-HP45-HP46-HP46bis-HP47-HP49-HP49bis-HP51-HP51bis-HP52-HP53-HP53bis-HP56-HP57-HP58-HP59-HP61-HP60-HP63-HP64-HP64bis-HP66-HP67-HP70-HP71-HA2-HP23-HP25-HP24-HP85-HP86-HP87-HP88-HP89-HP90-HP90bis-HP92-HP92bis-HP91-HP83-HP84-HP79-HP80-HP81-HP81bis-HP82-HP78-HP77-HP76-HP77-FiP2-FiP3-FiP4-FiP5-FiP6-FiP8-FiP9-FiP10-FiA4-FiA5-FiA5bis	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF31	HP94	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF32	HP105-travauxHP103-travauxHP104-HA7-HA8	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF33	HA6	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF34	HP110	Effondrement localisé	Faible
Hardinghen	AF35	travauxHP115-HP116-HP114-HP113-HP111-HP112-HP109-HA9	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF36	HP107-HP108	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF37	HP118	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF38	HP115	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF39	HP64bis-HP65	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF40	HP44	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF41	HP65	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF42	HP99+travaux	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF43	HP98+travaux	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF44	HP69	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF45	HP54	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF46	HP68	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF47	HA12	Effondrement localisé	Faible
Hardinghen	AF48	HA11	Effondrement localisé	Faible
Hardinghen	AF49	HP100	Effondrement localisé	Faible
Hardinghen	AF50	HP73	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF51	HP119	Effondrement localisé	Moyen
Hardinghen	AF52	HP72	Effondrement localisé	Moyen
Fiennes	AF53	FiA3	Effondrement localisé	Moyen
Fiennes	AF54	FiP7	Effondrement localisé	Moyen
Fiennes	AF55	FiP1	Effondrement localisé	Moyen
Fiennes	AF56	FiA2	Effondrement localisé	Moyen
Fiennes	AF58	FiA1	Effondrement localisé	Faible
Rety	AF59	HP35	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF60	HP50	Effondrement localisé	Moyen
Rety	AF61	HP48	Effondrement localisé	Moyen

**Tableau 13 : liste des zones d'aléa effondrement localisé liées à des puits ou avaleresses et des travaux peu profonds sur le bassin du Boulonnais**

### **5.3. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA GLISSEMENT DE TERRAIN ET TASSEMENT SUR LES TERRILS**

La zone d'aléa glissement est définie sur les flancs du terril (par défaut l'emprise du terril<sup>10</sup>) accrue d'une marge d'incertitude de positionnement (correspondant à l'incertitude de relevé au GPS des contours du terril) et d'une marge d'influence en pied estimée d'après les volumes de matériaux mis en jeu et la hauteur des terrils. Une marge forfaitaire de 10 m a ainsi été retenue pour l'aléa glissement lié aux terrils HT2 et HT3 situés au quartier Elinghen.

Les zones d'aléa tassement correspondent aux emprises des terrils accrues d'une marge d'incertitude de position d'environ 3 m (correspondant à la précision du GPS).

Les cartes des aléas « mouvements de terrain » liés aux ouvrages de dépôts sont données, par commune, à l'échelle du 1/10 000 avec zooms, en annexes 16 à 19.

Les Tableau 9 et Tableau 10 synthétisent la cartographie des aléas tassement et glissement de terrain au droit des terrils du bassin de Boulonnais.

### **5.4. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA EMISSION DE GAZ DE MINE**

La zone d'aléa émission de gaz de mine correspond aux zones de travaux non envoyées et à leurs « drains préférentiels » débouchant en surface (puits ou faille de Ferques) situés sur la concession de Ferques à laquelle on ajoute une marge d'incertitude correspondant à l'incertitude de localisation des ouvrages et/ou travaux.

Les cartes de l'aléa « émission de gaz de mine » lié aux travaux miniers sont données, par commune, à l'échelle du 1/10 000 avec zooms, en annexes 20 à 21.

Le Tableau 11 synthétise la cartographie de l'aléa émission de gaz de mine au droit des puits et des travaux du bassin de Boulonnais.

---

<sup>10</sup> : Lorsqu'on ne peut identifier clairement les flancs du terril. Ce choix conduit à accroître légèrement la zone d'aléa en intégrant éventuellement la partie tabulaire de certains ouvrages.

## 6. CONCLUSION

---

Sur les concessions de Ferques et Hardinghen situées dans le bassin du Boulonnais (62), un gisement de charbon a été exploité à partir du milieu du XVII<sup>ème</sup> siècle et jusqu'au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle. La profondeur des travaux souterrains a évolué avec les techniques et le temps. Ainsi les travaux les plus anciens, principalement situés à l'est de la concession d'Hardinghen sont peu profonds (moins de 50 m de profondeur). Plus à l'ouest, les travaux s'approfondissent en même temps que le gisement jusqu'à atteindre plus de 270 m de profondeur.

L'ensemble des documents disponibles (archives écrites, plans) et les résultats des investigations de terrain ont été synthétisés et une carte informative indiquant l'essentiel des informations nécessaires à l'évaluation de l'aléa a été établie.

Dans la phase d'identification des aléas, quatre phénomènes d'aléas mouvements de terrain ont été retenus sur le site :

- l'effondrement localisé ayant pour origine soit la rupture du toit des zones exploitées, soit la rupture des têtes de puits ou avalereses suite au tassement des remblais ou au débouillage des remblais, ou soit l'éboulement des galeries isolées ;
- le tassement des terrils ;
- le glissement superficiel au droit des talus de certains terrils dont la pente est importante ;
- l'émission de gaz de mine (CO<sub>2</sub>, air désoxygéné...) au droit de la concession de Ferques où les travaux sont non ennoyés et où un pompage temporaire a lieu dans le secteur voisin (carrière du Boulonnais).

L'aléa effondrement localisé a été qualifié de faible ou moyen en fonction des caractéristiques des ouvrages et des travaux. L'ensemble des autres types d'aléa a été qualifié de faible.

Les aléas échauffement, feux et affaissement ont été écartés.

Une cartographie pour chaque type d'aléa minier, intégrant les résultats de l'étude des aléas miniers sur la concession de Fiennes, a été établie pour chaque commune du Bassin du Boulonnais.

L'aléa effondrement localisé lié aux travaux et aux ouvrages débouchant en surface affecte de très nombreuses habitations de la commune d'Hardinghen et du hameau de Locquinghen sur la commune de Rety, des bâtiments à caractère industriel, agricole ou commercial et 3 routes départementales.

L'aléa tassement affecte une dizaine de maisons du hameau de Locquinghen sur la commune de Rety et des voies communales.

Aucun enjeu ne se trouve à l'aplomb des zones d'aléa glissement de terrain.

L'aléa gaz de mine affecte une quinzaine de bâtiments de la Carrière du Boulonnais.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

---

- [1]. NOTTURNO L. - Bassin dit du Boulonnais (Pas de Calais) – Concessions de Ferques et Hardingham – Contribution à la réalisation d’un Plan de Prévention des Risques Miniers Analyse – Phase informative - *Rapport INERIS-DRS-07-88199-06919A du 31 août 2007.*
- [2]. NOTTURNO L. - Bassin dit du Boulonnais (Pas de Calais) – Concessions de Ferques et Hardingham – Contribution à la réalisation d’un Plan de Prévention des Risques Miniers Analyse – Phase d’évaluation des aléas - *Rapport INERIS-DRS-07-88199-10697A du 31 octobre 2007.*
- [3]. Ouvrage collectif résultant des contributions de divers organismes : INERIS, BRGM, GEODERIS, ENSMP, CSTB – L’élaboration des Plans de Prévention des Risques Miniers. Guide méthodologique. Volet technique relatif à l’évaluation de l’aléa. Les risques mouvements de terrain, d’inondations et d’émissions de gaz de mine – *Rapport INERIS DRS-06-51198/R01 du 4 mai 2006 pour le Ministère de l’Economie, des Finances et de l’Industrie et Ministère de l’Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer.*
- [4]. POKRYSZKA Z. – Emissions de gaz de mine vers la surface dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Approche méthodologique pour l’évaluation des risques et la définition des moyens de prévention – *Rapport INERIS DRS-02-20815/R09 du 23 mai 2002.*
- [5]. VUIDART I. – Concession de Fiennes (62) – Etude préliminaire à l’élaboration d’un PPRM – Communes de Fiennes et Hardingham – *Rapport GEODERIS E2007-338DE\_bis – 07NPC2120 du 1<sup>er</sup> octobre 2007.*
- [6]. VUIDART I. – Avis sur le dossier de demande de renonciation à la concession de houille d’Hardingham – *Rapport GEODERIS E2006-472DE – 06NPC5000 du 22 décembre 2006.*
- [7]. VUIDART I. – Avis sur le dossier de demande de renonciation à la concession de houille de Ferques – *Rapport GEODERIS E2006-474DE – 06NPC5000 du 22 décembre 2006.*

## 8. LISTE DES ANNEXES

---

Annexe	Intitulé	Nb pages
0	Glossaire	5
1	Incertitudes de localisation et de cartographie sur les concessions de Ferques et Hardingham	6
2	Inventaires et caractéristiques des ouvrages miniers débouchant en surface des concessions de Ferques et Hardingham (avec photographies)	1A4 + 10 A3
3	Liste des ouvrages traités par Charbonnages de France	1
4	Description des différents phénomènes susceptibles d'être rencontrés sur les concessions de Ferques et Hardingham et qualification de l'aléa (extrait du guide PPRM)	17
5	Carte informative sur les concessions de Fiennes, Ferques et Hardingham au 1/10 000 et zoom au 1/5 000	1 A0
6 à 15	Par commune - Cartes de l'aléa effondrement localisé sur les concessions de Fiennes, Ferques et Hardingham au 1/10 000 avec zooms	9 A1 + 1 A2
16 à 19	Par commune - Cartes des aléas glissement de terrain superficiel et tassement liés aux ouvrages de dépôt sur les concessions de Fiennes, Ferques et Hardingham au 1/10 000 avec zooms	4 A1
20 à 21	Par commune - Cartes de l'aléa émission de gaz de mine sur les concessions de Fiennes, Ferques et Hardingham au 1/10 000 avec zooms	2 A1

## **Annexe 0 : Glossaire**

### **Accrochage**

Désigne toute recette dans un puits, à l'exception de la recette supérieure.

### **Affaissement progressif**

Type d'instabilité pouvant survenir au-dessus d'une exploitation par chambres et piliers ou par défilage. Il se traduit par la formation en surface d'une cuvette de quelques dizaines à quelques centaines de mètres de diamètre. Au centre de la cuvette les terrains descendent verticalement. Sur les bords, les terrains se mettent en pente avec un étirement sur les bords extérieurs (ouverture de fractures, fentes de tension) et un raccourcissement sur les bords intérieurs (apparition de bourrelets, fractures de compression...).

### **Aléa**

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 du phénomène redouté et de l'éventualité de la survenance.

Parmi les types d'aléa minier, on peut citer : l'affaissement, l'effondrement brutal, l'effondrement localisé, le tassement...

### **Angle d'influence**

Lorsque des désordres se produisent au niveau des travaux miniers, les effets se propagent vers la surface suivant un cône d'effet dont l'angle s'appelle l'angle d'influence.

### **Avaleresse**

Puits vertical dont les travaux de fonçage ont été arrêtés avant d'atteindre le terrain houiller et qui ne comporte aucun accrochage ou galerie proche de la surface.

### **BD Ortho**

La BD ORTHO est l'orthophotographie numérique standard. Elle utilise des prises de vues aériennes départementales. La précision de ce support cartographique est estimée à 3 m.

### **BD Topo**

La BD TOPO, pour Base de Données TOPOgraphiques, est une base de données plutôt qu'une représentation graphique (cartographie) du territoire. Les voies de circulation sont notamment représentées par leur axe, ce qui amoindrit la lisibilité (la voirie est habituellement mise en évidence).

La base de données offre une description exhaustive des thèmes qui la composent avec une précision métrique. L'exactitude des données en plan est comprise entre 1,5 m et 5 m. La base comprend notamment les voies de circulation ferrées et routières, les bâtiments, l'altimétrie, l'hydrographie...

### **Borne de surface**

Borne « physique » implantée au droit de puits matérialisés ou à proximité de la position supposée de puits localisé (photographie 1 en annexe 2).

**Bure**

Puits qui relie deux étages de la mine et qui ne débouche pas en surface.

**Chambres et piliers**

C'est une méthode d'exploitation minière qui consiste à réaliser un creusement entrecroisé délimitant de proche en proche, des massifs résiduels de plus en plus petit ; principe dont l'usage a consacré l'appellation de «méthode par chambres et piliers» correspondant respectivement aux tronçons de galeries et aux massifs résiduels. Elle laisse subsister des vides au fond.

**Chantier**

Désigne tout emplacement de la mine où s'effectue une opération d'exploitation.

**Concession**

Périmètre dans lequel un industriel est autorisé à rechercher et exploiter une ressource naturelle relevant du code minier (charbon, minerai de fer, bauxite, potasse, sel, etc.)

**Couche**

Dépôt sédimentaire de nature homogène. Selon sa composition (présence de métaux, de charbon...), elle peut être exploitée.

**Effondrement brutal**

Dans certains cas, la ruine de l'édifice minier ne se fait pas progressivement mais on observe l'effondrement en bloc de l'ensemble des terrains compris entre le fond et la surface. L'effondrement de la surface se produit alors de manière dynamique, en quelques secondes. Une forte secousse sismique est ressentie. Les bords de la zone affectée sont plus abrupts que dans le cas de la cuvette d'affaissement, des crevasses ouvertes y apparaissent. Pour qu'un effondrement brutal se produise, deux conditions au moins doivent être remplies :

- les travaux du fond doivent être très fragiles (fort taux de défrètement, piliers élancés) : ceci constitue le critère géométrique ;
- un banc épais et résistant doit exister dans le recouvrement. La rupture de ce banc qui protégeait les piliers du poids des terrains déclenche le processus d'effondrement. Ceci constitue le critère géologique.

**Effondrement localisé**

C'est l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension horizontale varie généralement de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre. Les dimensions de l'effondrement localisé dépendent de l'importance du vide et de la nature des terrains qui le séparent de la surface. Selon le mécanisme initiateur de l'effondrement localisé, on peut distinguer le fontis, l'effondrement de tête de puits, l'effondrement par rupture de piliers isolés...

**Enjeux**

Personnes, biens, activités, moyens, infrastructures, patrimoines, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène. Il peut s'agir par exemple d'une densité de population, d'un trafic autoroutier...

**Ennoyage**

Lorsque l'activité minière s'arrête définitivement dans les mines maintenues à sec par pompage, les travaux miniers sont progressivement noyés par les différentes arrivées d'eaux d'infiltrations qui étaient jusqu'alors pompées.

**Exhaure**

Lors de l'exploitation minière, les eaux d'infiltrations sont évacuées gravitairement ou collectées aux points les plus bas des travaux et rejetées à la surface. Ces rejets d'eaux s'appellent l'exhaure.

**Faille**

Cassure de terrain avec déplacement relatif des parties séparées. En pratique, ce terme désigne le plus souvent des accidents verticaux ou à pendage fort.

**Fendue ou descenderie**

Voie inclinée permettant l'accès au gisement depuis la surface.

**Fontis**

Effondrement localisé qui résulte de l'effondrement du toit d'une cavité souterraine peu profonde.

**Galeries de surface**

Galeries techniques à très faible profondeur, qui débouchent dans un puits.

**Gaz de mine**

Après l'arrêt de l'exploitation minière, les vides miniers, s'ils ne sont pas noyés en totalité, constituent un véritable réservoir souterrain plus ou moins confiné, dans lequel les gaz (qui sont dilués ou évacués par ventilation lors de l'exploitation) peuvent s'accumuler à des concentrations élevées. Le gaz de mine est généralement un mélange de gaz d'origines diverses, à des teneurs variables. Certains gaz sont contenus dans le gisement avant l'exploitation (grisou, dioxyde de carbone, radon), d'autres sont produits à partir d'une transformation chimique du gisement ou de certains éléments de la mine, pendant ou après l'exploitation (monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, sulfure d'hydrogène par exemple).

**Grisou**

Gaz constitué principalement de méthane se dégageant dans certaines mines en particulier de charbon et donnant avec l'air ambiant des mélanges explosifs lorsque sa teneur est comprise entre 5 % et 15 % environ.

**Intensité** qualification d'un phénomène, évaluée ou mesurée par ses paramètres physiques. Elle intervient dans l'évaluation de l'aléa. Par exemple, pour le phénomène « affaissement », il peut s'agir de l'amplitude verticale du mouvement ou de la déformation maximale. Pour le phénomène « effondrement ou glissement de terrain », il peut s'agir du volume de matériau remanié. Lorsqu'il n'est pas possible d'évaluer ces paramètres physiques, on peut alors recourir à des méthodes indirectes, basées sur l'importance de leurs conséquences potentielles en termes d'endommagement ou de dangerosité ou de l'importance des parades théoriquement nécessaires pour annuler le risque.

**Ouverture**

Dimension d'un chantier mesurée perpendiculairement aux parois.

**Panneau**

Volume minéralisé, limité latéralement, compris entre deux galeries principales. Un panneau constitue une unité d'exploitation desservie par une voie de base, une voie de tête et une ou plusieurs cheminées ou plans inclinés.

**Pendage**

Angle du plan moyen du gisement avec l'horizontale.

**Phénomène**

Manifestation en surface résultant d'une instabilité effective. Dans le cadre des mouvements de terrain, il peut s'agir de l'affaissement, de l'effondrement localisé (fontis), de l'effondrement en masse ou généralisé, du tassement, du glissement...ne pas confondre avec risque.

**Pilier**

Volume de minerai non abattu et participant au soutènement du chantier.

**Prédisposition**

Qualification d'un site à partir de l'évaluation et la pondération des paramètres favorables au déclenchement d'un mécanisme d'instabilité et à la survenance d'un phénomène pour une période de temps donnée.

**Puits**

Voie de pénétration dans le gisement, verticale, partant de la surface, comportant des accrochages, donnant accès à différents étages d'une mine et permettant de les desservir. Un puits assure normalement la totalité ou plusieurs des services suivant : extraction, circulation du personnel, transport du matériel, descente du remblai, aérage (entrée ou retour d'air), exhaure, etc.

Pour l'aérage des travaux, deux puits étaient foncés à proximité l'un de l'autre, l'un servait à l'entrée de l'air frais, l'autre au retour d'air. Pour renforcer l'aérage naturel, le puits de retour d'air était généralement raccordé à un ventilateur situé à la surface. Le puits d'entrée d'air était dévolu à l'extraction et au transport du personnel tandis que le puits de retour d'air servait à la descente du matériel.

Pour les études PPRM du Nord Pas-de-Calais, on distingue :

- **puits matérialisé** : puits qui a effectivement été retrouvé en surface et dont les coordonnées ont pu être relevées au GPS ;
- **puits localisé** : puits qui n'a pas été retrouvé sur le terrain mais dont les coordonnées sont connues (archives ou exploitant) et comportant une incertitude de positionnement ;
- **puits non localisé** : puits répertorié dans les archives qui n'a pas été retrouvé sur le terrain et qui n'a aucune coordonnée connue.

**Puits d'exhaure ou d'épuisement**

Puits dont le rôle consistait à évacuer l'eau pompée dans la mine.

**Recette**

Lieu où se trouvent les dispositifs assurant la manutention des produits et du matériel et la circulation du personnel aux abords du puits, à chaque niveau.

**Risque**

Exprime les dommages potentiels en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa. Combinaison des composantes d'un aléa (predisposition et intensité) par celles des enjeux et/ou de la vulnérabilité occasionnés au cours d'une période donnée sur un site donné.

**Taille**

Chantier d'exploitation.

**Taux de défrètement**

Rapport surfacique de la part de minerai abattu sur celui en place initialement. Il s'exprime en pourcentage.

**Titre Minier**

Désigne tout droit ou titre, de recherche (de prospection) ou d'exploitation délivré conformément au code minier 15. Le titre minier est accordé pour un type d'élément donné ainsi que pour une période donnée et sur un périmètre donné.

**Zone d'aléa**

Zone de surface où pourrait se produire les effets d'un aléa minier, par exemple une zone d'aléa mouvement de terrain de type « effondrement localisé » est liée à une rupture des travaux miniers sous-jacents.

## Annexe 1 : Incertitudes de localisation et de cartographie sur les concessions de Ferques et Hardinghen

### 1. INCERTITUDES DE LOCALISATION DES OUVRAGES DEBOUCHANT AU JOUR

Au total, 165 ouvrages<sup>1</sup> débouchant en surface (puits, avaleresses et entrées de galerie) ont été positionnés sur la carte informative sur les concessions de Ferques et Hardinghen. Le tableau suivant récapitule les sources d'informations disponibles qui ont permis de localiser les différents ouvrages :

Concession	Nombre d'ouvrages		Source de localisation
	Puits ou avaleresse	Entrée de galerie	
HARDINGHEN	142	2	GPS (INERIS ou CdF) plan d'Olry au 1/10 000 plan d'Olry au 1/40 000 archives CdF
FERQUES	20	0	plan d'Olry au 1/40 000 archives CdF + DADT archives Olry interprétation Minelis
HORS CONCESSION	1	0	archives CdF

**Tableau 1 : sources de localisation des différents ouvrages débouchant en surface**

Pour chaque ouvrage positionné, une incertitude de localisation a pu être évaluée suivant s'il a été retrouvé (ouvrage matérialisé) ou non (ouvrage localisé) :

- **pour les ouvrages matérialisés** dont nous avons les coordonnées dGPS relevées par nos soins sur le terrain, l'incertitude correspond à l'incertitude des données du dGPS après traitement. Même si les incertitudes de relevés sont inférieures à 0,7 m nous prendrons dans tous les cas comme valeur minimale 2 m correspondant à la position du relevé par rapport au centre de l'ouvrage. Pour les données GPS relevées par CdF, une incertitude de 5 m a été prise en compte du fait que nous ne savons pas exactement où le point a été relevé. Pour les ouvrages dont la localisation est supposée ou déportée l'incertitude a été déterminée au cas par cas. Elle est comprise entre 2 et 5 m ;
- **pour les puits ou avaleresses localisés d'après le plan d'Olry au 1/10 000** : nous avons mesuré, suite au calage du plan selon des points remarquables (croisement de chemin, de route, maison) présents sur le plan et sur la BDortho, la distance entre les points relevés sur le terrain au GPS et ceux présents sur le plan Olry calé. Il est important de noter que sur le plan d'Olry, l'épaisseur du point d'un ouvrage est de 8 m.

L'histogramme suivant présente le nombre d'ouvrages en fonction de ce  $\Delta$  (Figure 1).

<sup>1</sup> Ce total ne prend pas en compte le puits n°3 (puits d'eau) et l'entrée nord de la tranchée couverte du carreau d'Elinghen (HG3) et l'indice nommé HP113supp que l'on suppose être un puits.

La valeur de 37 m correspond à un point excentré sur le plan d’Olry (erreur importante sur les bords). Ainsi ce point n’est pas du tout représentatif et il ne sera pas pris en compte. C’est donc l’histogramme sans cette valeur biaisée qui va nous permettre de déterminer l’incertitude.

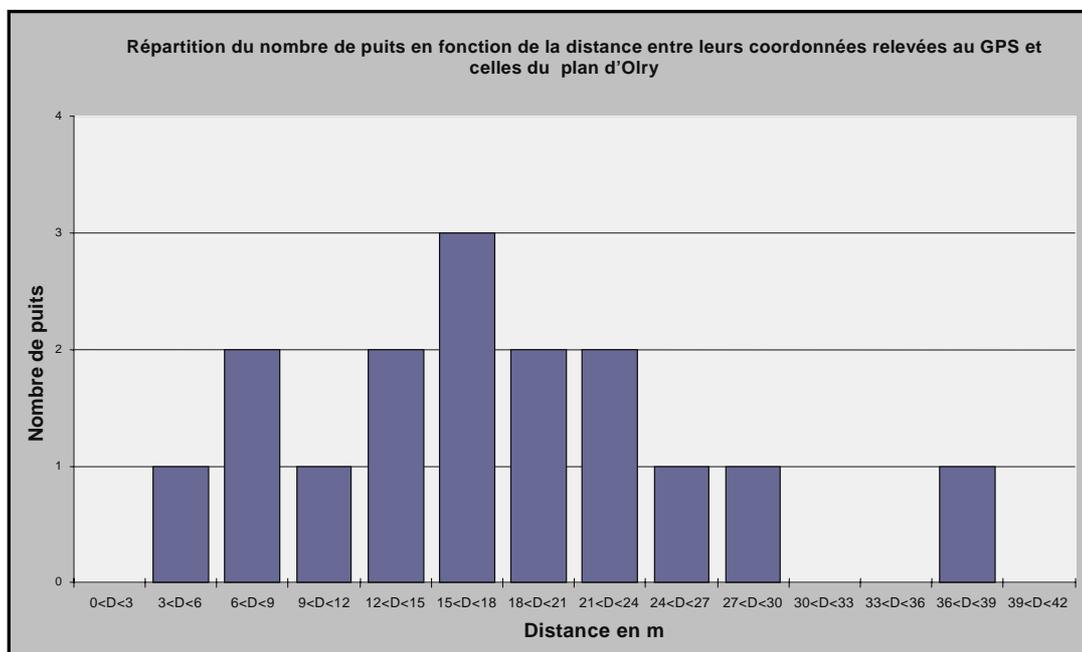


Figure 1 : histogramme de répartition du nombre de puits ou avaleresse en fonction du  $\Delta$

Compte tenu de la répartition obtenue, la valeur maximale d’incertitude est de 30 m. Cependant cette analyse est basée sur 15 ouvrages retrouvés sur les 91 présents sur le plan Olry. Nous ne pouvons donc pas exclure que certains ouvrages se trouvent en dehors du périmètre d’incertitude. Si nous estimons que la répartition est assimilable à une courbe dont la valeur moyenne est 17 m, nous pouvons estimer que l’incertitude maximale est de 35 m.

- pour les puits ou avaleresse localisés d’après le plan d’Olry au 1/40 000** (10 ouvrages sur Ferques) : nous avons calé ce plan selon des points remarquables (croisement de chemin, de route, maison) présents sur le plan et sur la BDortho. Il est important de noter que sur le plan d’Olry, l’épaisseur du point d’un ouvrage est de 60 m. La précision du plan au 1/40 000 ajoutée à celle du calage n’a pas permis d’obtenir une incertitude inférieure à 60 m. Pour certains ouvrages (Frémicourt 1 - FP12, Frémicourt 2 – FP13, La Hayette – FP14 et Landrethin 3 – FP18), elle a même été prise égale à 100 m. Cette valeur nous semble raisonnable compte tenu des localisations contradictoires issues des différentes sources de données (plan au 1/40000 et données d’archives) ;

- **pour les puits ou avaleresses issus des données d'archives d'Olry :**

Il s'agit de 10 puits de la concession de Ferques :

Nom du puits	Identifiant	Information disponible
Bonvoisin 1	FP6	Au nord de la faille de Ferques à équidistance entre le chemin de Ferques à Leulinghen et celui de Leulinghen à Bois Sergent
Bonvoisin 2	FP5	Au nord de la faille de Ferques à 6 m à l'ouest du 1 <sup>er</sup>
Bonvoisin 3	FP7	Au nord de la faille de Ferques à 24 m à l'est du 2 <sup>ème</sup>
Bonvoisin 4	FP8	Au nord de la faille de Ferques à 30 m à l'est du 3 <sup>ème</sup>
Bonvoisin 5	FP9	Au nord de la faille de Ferques à 62 m à l'est du 4 <sup>ème</sup>
Bonvoisin 6	FP4	Au nord de la faille de Ferques à 40 m à l'ouest du 2 <sup>ème</sup>
Leulinghen	FP2	Au 10 m au nord de la faille de Ferques et à 1100 m à l'ouest de Frémicourt 1
Frémicourt 1	FP12	Parcelle A 225
Frémicourt 2	FP13	A 150 m à l'est du premier
La Hayette	FP14	Parcelle A 269 au nord de la faille de Ferques. Actuellement parcelle B201

**Tableau 2 : informations disponibles issues des données d'archives d'Olry sur les puits de Ferques**

Pour ces 10 puits, l'incertitude de position sera prise égale à 100 m, forfaitairement.

- **pour les puits ou avaleresses localisés sur les archives de Charbonnages de France :**

Les origines des informations dont dispose CdF sont de 2 ordres :

- l'interprétation et le calage des plans par la société MINELIS lors de l'étude de mars 2004. Pour les puits ou avaleresses de la concession de Ferques, Bonvoisin 1 à 6 (FP4 à FP9), déjà mentionnés dans les archives (paragraphe ci-dessus), nous avons choisi de retenir la localisation de MINELIS. Aucune valeur d'incertitude n'est donnée dans leur analyse. Aussi, une zone forfaitaire de 100 m autour de la localisation supposée de ce groupe de puits a été cartographiée ;
- des interprétations d'archives pour des puits d'aéragé ou d'épuisement appartenant à des fosses dont les coordonnées du puits d'extraction sont connues. Comme la distance moyenne entre un puits d'extraction et son puits annexe (épuisement ou aéragé) est de l'ordre de 20 m dans le bassin du Boulonnais, l'incertitude de position relative aux puits d'aéragé ou d'épuisement a été estimée à 55 m (35 m + 20 m).

Remarque : CdF a fourni des coordonnées pour le puits Bonvoisin n°7 mais nous n'avons aucune information sur l'origine de ces données. Nous retiendrons, pour ce puits, une valeur forfaitaire de 100 m d'incertitude.

**En conclusion :**

L'incertitude sur la localisation des ouvrages débouchant en surface est décomposée globalement de la manière suivante :

Source de localisation		Incertitude (I)	Justification	Remarques
GPS		0,3 m < I < 5 m	Incertitude de relevé au dGPS	Détail des incertitudes du relevé dGPS dans le tableau des ouvrages en annexe 2
Plan d'Olry au 1/10 000		35 m	Histogramme de répartition	
Plan d'Olry au 1/40 000		60 à 100 m	Incertitude de calage et données contradictoires selon les sources	
Données présentes dans les archives d'Olry		100 m	Données contradictoires selon les sources	
Archives Charbonnages de France	Interprétation et calage des plans par la société Minelis	100 m	Données contradictoires selon les sources	
	Interprétation archives pour des puits d'épuisement ou d'aéragé ou un second puits d'extraction	55 m	35 m dus à l'incertitude sur la localisation du puits d'extraction de la fosse + 20 m correspondant à la distance moyenne entre un puits d'extraction et un puits annexe	Cette distance de 20 m est celle qui était appliquée généralement dans le bassin du Nord Pas-de-Calais et sur le bassin du Boulonnais pour les quelques cas où les différents puits de la fosse ont été positionnés sur un plan.

**Tableau 3 : récapitulatif des incertitudes sur la position des ouvrages**

Remarque : toutes ces incertitudes ne prennent pas en compte l'incertitude due à l'utilisation du fond topographique (BDortho = 3 m). Cette incertitude sera prise en compte dans la cartographie des aléas liés à ces ouvrages.

## **2. CARTOGRAPHIE**

---

### **2.1. SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE**

Les éléments reportés sur les cartes informative et d'aléas sont disponibles sous la forme d'un Système d'Informations Géographiques (SIG) sous MAPINFO 7.8, au système de coordonnées LAMBERT II CARTO, composé des couches cartographiques suivantes :

- la BD ORTHOPHOTOPLAN fournie par la DIREN du Nord Pas-de-Calais ;
- les limites des communes ;
- les limites des concessions ;
- les isobathes<sup>2</sup> des veines de charbon reconnues situées à 50 m de profondeur ;
- les failles ;
- les ouvrages débouchant en surface (puits ou avaleresses, descenderies ou cheminées) en précisant s'ils sont retrouvés ou non et fermés ou non ;
- les désordres au jour connus actuellement visibles ou répertoriés dans les archives (zones affaissées, effondrements ouverts ou remblayés) ;
- les terrils retrouvés sur le terrain ;
- les emprises des travaux d'exploitation connus et supposés ;
- les galeries d'infrastructures et installations de surface liées à la mine.

Les bases de données élaborées sous format Mapinfo (.tab) dans le cadre de ce rapport, se matérialisent par l'élaboration d'une table pour chaque aléa retenu (aléa effondrement localisé faible, aléa effondrement localisé moyen, aléa glissement faible, aléa tassement faible, aléa émission de gaz de mine faible et aléa émission de gaz de mine moyen).

Pour chacune des tables d'aléa ainsi créées, les zones cartographiées se voient attribuer 6 champs d'informations :

- nom du site ;
- commune ;
- nom de la zone d'aléa ;
- type d'aléa ;
- niveau d'aléa retenu ;
- ouvrage(s) débouchant en surface concerné(s) par l'aléa.

### **2.2. INCERTITUDE CARTOGRAPHIQUE**

L'incertitude de positionnement d'un élément minier lu sur une carte d'aléa est décomposable en :

- une incertitude relative au positionnement de l'ouvrage ou du secteur de travaux ;
- une incertitude propre au support cartographique utilisé.

---

<sup>2</sup> Courbe joignant les points d'une surface (veine de charbon) situés à une même profondeur sous le niveau du sol.

**2.2.1. INCERTITUDE DE POSITIONNEMENT RELATIVE AUX ELEMENTS  
MINIERS**

Les ouvrages repérés sur le terrain par GPS bénéficient d’une incertitude comprise entre 0,3 et 5 mètres. Ceux non repérés sur le terrain se voient attribuer une incertitude qui dépend de la source d’information qui a permis de les localiser (plans ou données d’archives). L’incertitude attribuée à chaque ouvrage est disponible en annexe 2.

Pour les zones de travaux, l’incertitude peut être décomposée globalement de la sorte :

- incertitude intrinsèque du plan (plans du géomètre minier, croquis...) : entre 5 et 20 m ;
- incertitude liée à la reproduction du plan (prise photographique du plan d’archive) : environ 10 m ;
- incertitude liée à l’opération de géoréférencement (incertitude de positionnement de l’ouvrage lié aux travaux).

Le tableau ci-dessous indique l’incertitude globale estimée pour chaque plan :

<b>Plan des travaux</b>	<b>Incertitude de géoréférencement</b>	<b>Incertitude globale</b>
Glaneuse 1	2 m	15 m
Elinghen	2 m	15 m
Souich	5 m	15 m
Blondin	35 m	50 m
Plaines 1	35 m	50 m
Plaines 2	3 m	15 m
Renaissance 1	5 m	15 m
Frémicourt 1	100 m	100 m
Leulinghen	100 m	100 m

**Tableau 4 : récapitulatif des incertitudes des secteurs de travaux**

Pour les travaux mentionnés dans les archives (longueur de galeries connue mais direction non précisée) et ceux supposés (puits d’extraction), les incertitudes sur l’information et la localisation du puits ont été prise en compte dans la détermination du rayon de la zone de travaux.

**2.2.2. INCERTITUDE DE POSITIONNEMENT PROPRE AU SUPPORT  
CARTOGRAPHIQUE**

Le support cartographique choisi pour représenter la surface est vecteur, en lui-même, d’une erreur de positionnement, indépendante de celle relative aux éléments miniers. Le support utilisé pour les concessions du bassin du Boulonnais est la BD ORTHO fournie par la DIREN du Nord Pas-de-Calais. La BD ORHTO garantit une précision de l’ordre de 3 m.

**Annexe 2 : Inventaires et caractéristiques des ouvrages  
miniers débouchant en surface des concessions de Ferques  
et Hardingen**

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°1-2 (DE)	FA1	560591.7	2650179.2	olry 1/40000 + archives CDF	non	60	Avaleresse	recherche		40	pendage presque vertical
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°1-1 (DE)	FA2	560660.6	2650044.9	archives CDF	non	100	Avaleresse	recherche		136	pendage presque vertical
LEUBRINGHEN	BAINGHEN (DE)	FP10	558930.1	2650822.1	olry 1/4000 + archives CDF	non	60	Puits			20	
FERQUES	BOIS SERGENT	FP11	558486.0	2649202.4	archives CDF	non	100	Puits			-	zone décaissée (carrière)
FERQUES	FREMICOURT N°1	FP12	558199.8	2648611.2	olry 1/40000 + archives Olry+DADT+contradiction	non	100	Puits	extraction		95	217 tonnes houille extraite, 40m de galerie dans toutes les directions depuis le puits
FERQUES	FREMICOURT N°2	FP13	558337.8	2648554.7	olry 1/40000 + archives Olry+DADT+contradiction	non	100	Puits	recherche		33	
FERQUES	HAYETTE (DE LA)	FP14	558686.2	2648394.4	olry 1/40000 + DADT + archives Olry+ contradiction	non	100	Puits	recherche		-	dans parcelle A 269
RINXENT	FERQUES N°2 (DE)	FP15	558067.4	2647647.6	olry 1/40000	non	60	Puits	recherche	4.88	319	recouvert par stériles de carrière
RINXENT	FERQUES N°1 (DE)	FP16	558078.3	2647533.2	olry 1/40000	non	60	Puits	recherche	4.88	117	
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°2 (DE)	FP17	560636.9	2649778.4	olry 1/40000 + archives CDF	non	60	Puits	recherche		49	pendage presque vertical
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°3 (DE)	FP18	560636.1	2650625.3	olry 1/40000 + archives CDF	non	100	Puits	recherche		54	pendage presque vertical
CAFFIERS	CAFFIERS (DE)	FP19	562305.6	2649803.9	olry 1/40000 + archives CDF	non	60	Puits	recherche		114	galeries de direction nord et sud
LEULINGHEN	LEULINGHEN (DE)	FP2	557170.0	2649009.9	olry 1/40000 + archives Olry+DADT	non	60	Puits	extraction		290	10 000 tonnes houille extraite 70°
LEULINGHEN	BONVOISIN 7	FP3	556881.3	2648996.5	archives CDF	non	100	Puits	recherche		-	
LEULINGHEN	BONVOISIN 6	FP4	557047.2	2649044.3	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	recherche		6	sous dépôt de stériles de carrière
LEULINGHEN	BONVOISIN 2	FP5	557086.2	2649035.2	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	extraction		10	sous dépôt de stériles de carrière
LEULINGHEN	BONVOISIN 1	FP6	557091.9	2649037.7	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	extraction		9	sous dépôt de stériles de carrière
LEULINGHEN	BONVOISIN 3	FP7	557109.8	2649027.3	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	extraction		12	sous dépôt de stériles de carrière
LEULINGHEN	BONVOISIN 4	FP8	557137.3	2649014.3	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	recherche		-	sous dépôt de stériles de carrière
LEULINGHEN	BONVOISIN 5	FP9	557198.5	264891.6	archives Olry+DADT+Minelis	non	100	Puits	recherche		5	sous dépôt de stériles de carrière
RINXENT	HYDREQUENT (D')		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°4-1 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		10	pendage presque vertical
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°4-2 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		12	pendage presque vertical
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°4-3 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		5	pendage presque vertical
LANDRETHUN LE NORD	LANDRETHUN N°4-4 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		6	pendage presque vertical

**Tableau A : Liste des ouvrages débouchant au jour sur la concession de Ferques**

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
MARQUISE	PLAINE DU CANEL	FP1	556061.0	2647738.2	archives CDF	non	100	puits			-	

**Tableau B : Liste des ouvrages débouchant au jour « hors concession »**

\* L'incertitude due au fond topographique n'est pas prise en compte dans cette évaluation.  
GEODERIS / E2007-547DEbis

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
HARDINGHEN	ALIMENTAIRE	HP10	561149.1	2646358.2	archives CDF (suite traitement de Puits Souich)	non	10	Puits	aéragé	2	12	retrouvé lors du traitement du puits de Souich mais pas de coordonnées précises
RETY LOCQUINGHEN	AN (DE L')	HP17	561656.9	2646466.4	DGPS CDF+cadastre	oui	3	Puits	extraction	2,5	102	6.80 mort terrain. Coordonnées choisies sur cadastre rapport ARCADIS (à vérifier sur site)
RETY LOCQUINGHEN	BACQUET 1	HP19	561751.5	2646445.9	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY LOCQUINGHEN	BACQUET 2	HP19bis	561751.5	2646445.9	par analogie avec Bacquet 1	non	55	Puits			-	supposé puits double de Bacquet 1
RETY	BAUDETS (DES)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
FERQUES ELINGHEN	BEAULIEU 1 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		20	
FERQUES ELINGHEN	BEAULIEU 2 (DE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		20	
RETY	BELLEVUE 1	HP75	561378.6	2646087.5	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	BELLEVUE 2	HP76	561388.8	2646114.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	BELLEVUE 3	HP74	561364.8	2646113.6	calage olry	non	35	Puits	recherche		60	
HARDINGHEN	BLONDIN	HP65	562827.1	2646333.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		107	
RETY	BOIS D'AULNES N°1 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				31	
RETY	BOIS D'AULNES N°10 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		8	présence de sable peut être bouillant
RETY	BOIS D'AULNES N°11 (DU)	HP93	562078.2	2646015.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		74	
RETY	BOIS D'AULNES N°12-1 (DU)	HP90	561925.7	2646150.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		18	
RETY	BOIS D'AULNES N°12-2 (DU)	HP90bis	561986.1	2646163.0	archives CDF+puits double	non	55	Puits	aéragé		30	supposé puits double de BOIS D'AULNES N°12-1 (DU)
RETY	BOIS D'AULNES N°2 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		12	arrêté terrain mouvant
RETY	BOIS D'AULNES N°3 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		30	
RETY	BOIS D'AULNES N°4 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet		recherche		22	
RETY	BOIS D'AULNES N°5 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		30	
RETY	BOIS D'AULNES N°6 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		27	
RETY	BOIS D'AULNES N°7 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet		recherche		29	
RETY	BOIS D'AULNES N°8 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet		extraction		24	travaux communiquent avec Pâtüre à Brique
RETY	BOIS D'AULNES N°9-1 (DU)	HP92	562032.9	2646178.6	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	1.7	30	
RETY	BOIS D'AULNES N°9-2 (DU)	HP92bis	562032.9	2646178.6	archives CDF+puits double	non	25	Puits	aéragé		27	supposé puits double de BOIS D'AULNES N°9-1 (DU)
RETY	BOIS DE SAULX N°1-1 (DU)	HP34	562099.5	2646523.1	calage olry	non	35	Puits	extraction		52	
RETY	BOIS DE SAULX N°1-2 (DU)	HP42	562290.4	2646467.3	archives CDF	non	55	Puits	aéragé		107	supposé puits double de BOIS DE SAULX N°1-2
RETY	BOIS DE SAULX N°2 (DU)	HP41	562259.3	2646458.6	DGPS	oui	0.3	Puits	extraction	2	105	
RETY	BOIS DES ROCHES N°1 (DU)	HA8	561826.1	2645422.8	calage olry	non	35	Avaleresse	extraction		27	
RETY	BOIS DES ROCHES N°2 (DU)	HP105	561847.9	2645452.9	calage olry	non	35	Puits	extraction		26	
RETY	BOIS DES ROCHES N°3 (DU)	HA7	561710.2	2645447.5	calage olry	non	35	Avaleresse	extraction		29	effondrement à proximité (HD11, photo 11)

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
RETY	BOIS DES ROCHES N°4 (DU)	HP104	561732.9	2645478.3	DGPS	oui	0.4	Puits	extraction	2.6	65	
RETY	BOIS DES ROCHES N°5 (DU)	HP103	561749.5	2645505.4	DGPS	oui	0.4	Puits	extraction	1.5	45	
RETY	BOIS DES ROCHES N°6 (DU)	HP106	561660.3	2645298.5	calage olry	non	35	Puits	extraction		20	galerie en direction du sud
RETY	BOIS LANNOY (DU)		non localisé			non	sans objet	Puits			7	
HARDINGHEN	BOUCHET	HP114	562236.6	2645028.2	calage olry	non	35	Puits	recherche		16	rejoint vieux travaux à 25 m prof
RETY LOCQUINGHEN	BRUNET	HP7	561665.5	2646790.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		47	
RETY	BRUNET 1 (ANCIENNE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	BRUNET 2 (ANCIENNE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	CASTEL BRUNE	HP101	560236.2	2645233.9	archives CDF	non	100	Puits			-	
RETY	CAVREL DE TAGNY 1 (DU)	HA3	561188.2	2645913.3	calage olry	non	35	Avaleresse	extraction		-	
RETY	CAVREL DE TAGNY 2 (DU)	HA5	561214.9	2645892.6	calage olry	non	35	Avaleresse	extraction		-	
RETY	CAVREL DE TAGNY 3 (DU)	HA4	561233.6	2645912.0	calage olry	non	35	Avaleresse	extraction		-	
HARDINGHEN	CELISSE	HP68	562878.1	2646225.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		79	veines maréchale
RETY	CHEMIN (DU)	HP91	562012.6	2646215.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		39	
HARDINGHEN	CLAUDE DOAILLES	HP67	562883.4	2646280.7	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
HARDINGHEN	COMMUNAL	HP72	563402.9	2646116.9	archives CDF	non	100	Puits	recherche		-	
HARDINGHEN	CONCESSION 1	HP64	562831.2	2646353.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		34	
HARDINGHEN	CONCESSION 2	HP64bis	562829.6	2646349.2	archives CDF+puits double	non	55	Puits	épuisement		91	supposé puits double de CONCESSION 1
	COQUEREL		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				6	
HARDINGHEN	COURTIL-GOUIN 1 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
HARDINGHEN	COURTIL-GOUIN 2 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
RETY	COURTIL-QUEHEN (DU)	HP107	562034.3	2645305.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		22	
HARDINGHEN	COURTIL-ROHART (DU)	HP108	562135.3	2645316.7	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
RETY	DELATTRE COMBLE	HP25	561873.4	2646424.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		51	
RETY	DELATTRE PIED	HP24	561885.0	2646418.6	archives CDF+puits double	non	55	Puits	aéragé		51	supposé puits double de DELATTRE COMBLE
RETY	DENIS	HA2	561998.2	2646653.8	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		10	
RETY	DESEILLES	HP79	561611.5	2646214.0	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
HARDINGHEN	DEULIN 1	HP53	562626.0	2646404.1	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	DEULIN 2	HP53bis	562625.5	2646398.1	archives CDF+puits double	non	55	Puits	aéragé		48	supposé puits de double DEULIN 1
RETY LOCQUINGHEN	DHIEUX 1	HP15	561592.3	2646417.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		45	
RETY LOCQUINGHEN	DHIEUX 2		561592.3	2646417.4	par analogie avec DHIEUX 1 (puits double supposé)	non	55	Puits			45	supposé puits de double DHIEUX 1
RETY	DUBUS		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
RETY	DUPONT		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	épuisement de la fosse John
HARDINGHEN	EAU COURTE N°1 (DE L')	HA12	563919.0	2643954.2	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		13	
HARDINGHEN	EAU COURTE N°2 (DE L')	HA11	563996.0	2644255.7	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		9	
HARDINGHEN	ECARTERIES (DES)	HP59	562774.6	2646284.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
FERQUES	ELINGHEN 1	HP1	560247.4	2647508.4	DGPS	oui	0.4	Puits	extraction	3.4	414	bétonnage galerie de surface+galerie a 46m traitement inconnu
FERQUES	ELINGHEN 2	HP2	560280.7	2647530.8	DGPS	oui	0.3	Puits	extraction	4.25	403	bétonnage galerie de surface
HARDINGHEN	EMEUTE		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
RETY	ESPIERROTS (DES)	HP22	561685.4	2646287.9	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
RETY LOCQUINGHEN	FEDERATION	HP18	561755.7	2646498.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		43	
HARDINGHEN	FOUHEN	HP119	564711.3	2644664.0	archives CDF	non	100	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	FOURDINIÈRE (DE LA)	HP58	562728.0	2646336.9	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	GADEBLÉD	HP71	563093.6	2646230.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		45	
RETY	Galerie 1	HG1	561423.9	2646788.2	DGPS	oui	0.7	entrée de galerie	Infrastructure	1.5 à 2	-	hauteur = 2 m, 0.2% de CO2 en avril 2008 à l'entrée (photo 2)
RETY	Galerie 2	HG2	561459.5	2646746.4	DGPS	oui	0.3	entrée de galerie	Infrastructure		-	visible en mars 2007 mais travaux de terrassement l'ont fait disparaître en avril 2008 (photo 6)
HARDINGHEN	GILLET	HP100	563130.8	2645458.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		32	
HARDINGHEN	GLANEUSE N°1	HP61	562841.3	2646435.5	DGPS	oui	0.5	Puits	extraction	1.6	100	borne en surface, travaux proche fosse Reperchoir (20 m )
HARDINGHEN	GLANEUSE N°1 aération	HP62	562855.4	2646422.7	DGPS	oui	0.5	Puits	aération	1.56	100	borne en surface
RETY LOCQUINGHEN	GLANEUSE N°2	HP14	561534.9	2646547.9	DGPS+deport	oui	2	Puits		1.54	44	borne en surface
RETY	GOVERNEUR (DU)	HP27	561976.3	2646325.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
	GRAND COURTIL (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		23	
HARDINGHEN	HENICHART N°1	HA9	562133.6	2645096.9	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		53	dépression à proximité (HD5, photo 8)
HARDINGHEN	HENICHART N°2	HP111	562249.1	2645085.6	calage olry	non	35	Puits	extraction		25	dépression à proximité (HD13, photo 12)
HARDINGHEN	HENICHART N°3	HP109	562241.3	2645149.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	dépression à proximité
HARDINGHEN	HENICHART N°4	HP116	562435.6	2644972.1	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	HIART (ANCIENNE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	HIART N°1-1	HP95	561747.9	2645684.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		49	
RETY	HIART N°1-2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				49	
RETY	HIART N°2-2	HP49bis	562436.7	2646282.9	calage olry+puits double	non	55	Puits	aération		56	supposé puits double de HIART 2-1
RETY	HIART N°2-1	HP49	562433.9	2646283.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		56	
RETY	HIBON	HP48	562403.1	2646424.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		85	11000 T extraites puits remblayé
HARDINGHEN	JASSET	HP69	562989.9	2646277.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		74	explosion grisou veine 2 laies
RETY	JOHN	HP31	562029.8	2646447.3	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	2	55	borne présente en surface
RETY	LAMARRE N°1	HP82	561689.2	2646091.3	archives CDF	non	55	Puits	extraction		-	supposé puits double de LAMARRE N°2
RETY	LAMARRE N°2	HP78	561570.9	2646081.1	calage olry	non	35	Puits	extraction		33	
RETY	LAMARRE N°3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
RETY	LEFEBVRE	HP21	561663.1	2646383.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		60	
HARDINGHEN	LEPRINCE	HP66	562855.5	2646312.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	LIMITES SUR RETY 1 (DES)	HP47	562443.5	2646508.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		38	dépression et monticule à proximité (HD10)
RETY	LIONS (A)	HP26	561959.4	2646339.1	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY LOCQUINGHEN	LOCQUINGHEN	HP20	561749.1	2646418.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		44	rejoint travaux fosse Bacquets
RETY	MACHINE A FEU (DE LA)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	MARQUISIEENNE	HP50	562517.0	2646306.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		68	comblée, rejoint travaux fosse privilège
RETY	MATHON	HP39	562248.0	2646323.6	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	MONT CORNET (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
HARDINGHEN	MONT PERDU (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
HARDINGHEN	MOTTE (DE LA)	HP73	564599.9	2646434.9	archives CDF	non	100	Puits			-	
RETY	MOUQUETTE	HP89	561902.4	2647160.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		18	rejoint travaux fosse chemin
RETY	NOIRBERNES N°1 (DE)	HP115	562254.3	2644932.6	calage olry	non	35	Puits	extraction		78	
RETY	NOIRBERNES N°2 (DE)	HP117	562610.6	2644855.5	calage olry	non	35	Puits	extraction		77	
RETY	NORD (DU)	HP44	562289.9	2646643.5	calage olry	non	35	Puits	Extraction		171	dépression et monticule à proximité (HD8, photo 10)
RETY	PATRIE 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				57	
RETY	PATRIE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	PATRIOTE 1	HP81	561684.1	2646136.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		38	
RETY	PATRIOTE 2	HP81bis	561680.1	2646130.9	archives CDF+puits double	non	55	Puits	extraction		38	supposé puits double de PATRIOTE 1
RETY	PATURE A BRIQUES	HP37	562195.5	2646294.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		61	travaux à 61m rencontre travaux Bois d'Aulnes
	PATURE A ROQUET		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	extraction		30	
	PATURE A ROQUET		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	aérage		-	
HARDINGHEN	PATURE DE LA FOLIE 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
HARDINGHEN	PATURE DE LA FOLIE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
HARDINGHEN	PATURE DE LA FOLIE 3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
RETY	PATURE DUBOIS		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		-	
RETY LOCQUINGHEN	PATURE GRASSE 1	HP13	561472.9	2646295.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY LOCQUINGHEN	PATURE GRASSE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	extraction		-	
RETY	PATURE LEFEBVRE	HP86	561829.9	2646208.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		18	
HARDINGHEN	PETITE-SOCIETE 1	HP56	562669.7	2646279.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		45	
HARDINGHEN	PETITE-SOCIETE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	extraction		54	
RETY	PLAINES N°1 (DES)	HP98	562413.1	2645594.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		30	situé dans carrière noir (ennoyé)
HARDINGHEN	PLAINES N°2 (DES)	HP99	562701.3	2645570.2	DGPS+déport	oui	3	Puits	extraction		33	puits à eau peut être galerie à 13 m et 20 m de profondeur
RETY	PLAYE	HP84	561746.5	2646197.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		19	
RETY LOCQUINGHEN	PRE MOYECQUE 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		24	fosse située dans le "pré Moyecque", région de la fosse Locquinghen

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
RETY LOCQUINGHEN	PRE MOYECQUE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		25	situé à 23 m a l'est du premier
RETY LOCQUINGHEN	PRE MOYECQUE 3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		23	situé à 6 m a l'est du second
RETY	PRE VAUCHEL 1	HP40	562290.6	2646356.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		37	5 m d'intervalle entre pre vauchel 1 et 2
RETY	PRE VAUCHEL 2	HP40bis	562292.5	2646359.3	archives CDF+puits double	non	40	Puits	extraction		37	5 m d'intervalle entre Pré Vauchel 1 et 2, supposé puits double de PRE VAUCHEL 1
RETY	PRIVILEGE (DU)	HP51bis	562580.8	2646272.0	archives CDF+puits double	non	55	Puits	aéragé		-	supposé puits double de PRIVILEGE (DU)
RETY	PRIVILEGE (DU)	HP51	562576.4	2646272.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		51	
RETY	PRIVILEGE DE RETY (DU)	HP33	562085.9	2646579.0	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	PROPRIETE	HP83	561702.7	2646237.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		35	
RETY LOCQUINGHEN	PROVIDENCE	HP5	561414.3	2646947.1	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	4	317	visible par une plaque 0.1x0.1m au sol communication avec renaissance 1 à 180m
RETY LOCQUINGHEN	QUARANTE 1 (DES)	HP11	561358.3	2646316.8	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	1.2	-	borne présente en surface
RETY LOCQUINGHEN	QUARANTE 2 (DES)	HP11bis	561355.4	2646311.7	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	1.3	-	borne présente en surface
RETY LOCQUINGHEN	RENAISSANCE N°1	HP8	561310.1	2646641.5	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	3	206	borne présente en surface
RETY LOCQUINGHEN	RENAISSANCE N°2	HP6	561394.7	2646863.0	calage olry	non	35	Puits	extraction	3	43	
HARDINGHEN	RENAUT		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
	REPERCHOIR (ANCIENNE) (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
HARDINGHEN	REPERCHOIR (DU)	HP63	562932.3	2646431.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		58	
RETY	RIEZ-BROUTTA 1 (DU)	HA1	560828.1	2647039.1	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		20	
RETY	RIEZ-BROUTTA 2 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			20	
RETY	RIEZ-BROUTTA 3 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			20	
HARDINGHEN	RIEZ-MARQUIN (DU)	HP54	562647.5	2646479.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	RINGOT		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	ROCHER (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	aéragé		-	
RETY	ROCHER (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	épuiement		0	
RETY	ROCHER (DU)	HP32	562061.5	2646529.9	calage olry	non	35	Puits	extraction		53	
	ROCHER (NOUVELLE) (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY LOCQUINGHEN	ROCHETTES (DES)	HP16bis	561660.3	2646524.7	archives CDF+puits double	non	55	Puits	épuiement		-	puits double de ROCHETTES (DES)
RETY LOCQUINGHEN	ROCHETTES (DES)	HP16	561662.8	2646523.5	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	ROUTIERE N°1 (LA)	HP57	562680.6	2646311.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	ROUTIERE N°2 (LA)	HP52	562621.1	2646358.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	RUE DES MARECHAUX (DE LA)	HA10	563280.8	2645490.5	DGPS CDF	oui	5	Avaleresse	recherche	1.5	37	borne présente en surface

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
	RUISSEAU 1 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				13	
	RUISSEAU 2 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
HARDINGHEN	SAINT-BERNARD		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
HARDINGHEN	SAINTE-MARGUERITE N°1	HP55	562637.4	2646202.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	SAINTE-MARGUERITE N°2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				30	
HARDINGHEN	SAINTE-MARGUERITE N°3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			26	
RETY	SAINT-ETIENNE 1	HP38	562252.5	2646280.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		33	
RETY	SAINT-ETIENNE 2	HP38bis	562248.5	2646282.7	archives CDF+puits double	non	55	Puits	extraction		29	supposé puits double de SAINT-ETIENNE 1
RETY	SAINT-IGNACE 1	HP35	562138.7	2646389.6	calage olry	non	35	Puits	extraction		81	
RETY	SAINT-IGNACE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits			81	
RETY LOCQUINGHEN	SAINT-JEAN DE LA PATURE GRASSE 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY LOCQUINGHEN	SAINT-JEAN DE LA PATURE GRASSE 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY LOCQUINGHEN	SAINT-JEAN DE LA PATURE GRASSE 3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				14	
RETY	SAINT-JEAN DE LA PATURE LEFEBVRE 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		-	
RETY	SAINT-JEAN DE LA PATURE LEFEBVRE 2		non localisé			non	sans objet	Puits	recherche		-	
RETY	SAINT-JEAN DE LA PATURE LEFEBVRE 3		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		-	
RETY	SAINT-JEAN DE LA PATURE LEFEBVRE 4		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	recherche		-	
	SAINT-JOSEPH 1		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		5	
	SAINT-JOSEPH 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		5	
RETY	SAINT-LAMBERT	HP110	561999.0	2645123.1	calage olry	non	35	Puits	recherche		35	
HARDINGHEN	SAINT-LAMBERT (ANCIENNE)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
RETY	SAINT-LOUIS N°1	HP43	562318.3	2646649.4	calage olry	non	35	Puits	extraction		32	dépression et monticule à proximité (HD7, photo 9)
RETY	SAINT-LOUIS N°2-2	HP46bis	562370.4	2646573.9	archives CDF+puits double	non	55	Puits	recherche		27	puits double de SAINT-LOUIS N°2-1
RETY	SAINT-LOUIS N°2-1	HP46	562381.3	2646556.3	calage Olry	non	35	Puits	extraction		52	dépression et monticule à proximité (HD9)
	SAINT-REMI		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		22	
	SAINT-VICTOR		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse	recherche		12	
HARDINGHEN	SANS-CULOTTES 1 (DES)	HP113	562342.8	2645070.4	calage Olry	non	35	Puits	extraction	1.5	20	à proximité, trou rempli de branchage en surface (HP113supp, photo 7)
HARDINGHEN	SANS-CULOTTES 2 (DES)	HP112	562342.5	2645071.5	calage Olry +puits double	non	55	Puits	extraction		20	puits double de Sans Culotte 1, dépression et monticule à proximité (HD12)
RETY LOCQUINGHEN	SART	HP12	561472.2	2646362.8	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	SARTS (DES)	HP60	562780.4	2646413.7	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	SORRIAUX		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Avaleresse			-	
RETY LOCQUINGHEN	SOUICH (DU)	HP9	561151.9	2646376.7	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	3	154	borne présente en surface
RETY	SUD (DU)	HP45	562347.9	2646569.6	DGPS	oui	0.3	Puits	extraction	1.3	190	borne présente en surface extraction veines Cuerelles maréchale et 2 laies (photo 1)
RETY	SUZETTE	HA6	561969.7	2645765.7	calage olry	non	35	Avaleresse	recherche		27	
RETY	TAVERNE 1	HP88	561843.4	2646174.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	

Commune	Nom ouvrage	Numéro identifiant	Coordonnées en Lambert II étendu		Source	Matérialisé	Incertitude de localisation* (m)	Type d'ouvrage	Rôle	Diamètre du puits ou largeur de galerie (m)	Profondeur (m)	Observations
			X	Y								
RETY	TAVERNE 2	HP87	561844.5	2646196.6	archives CDF	non	55	Puits	extraction		-	
RETY	TAVERNE 3	HP85	561844.5	2646216.6	archives CDF	non	55	Puits	extraction		-	
RETY	TRIQUET 1	HP80	561645.8	2646144.8	calage olry	non	35	Puits	recherche		25	
RETY	TRIQUET 2		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	extraction		17	
RETY	TUILERIE N°1 (DE LA)	HP97	561894.6	2645673.5	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
RETY	TUILERIE N°2 (DE LA)	HP96	561824.4	2645669.3	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
RETY	TUILERIE N°3 (DE LA)	HP94	561691.2	2645838.5	calage olry	non	35	Puits	recherche		-	
RETY	VALLEE (DE LA)	HP118	562286.1	2644011.9	archives CDF	non	100	Puits			-	
HARDINGHEN	VERGER BLONDIN (ANCIENNE) (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet				-	
HARDINGHEN	VERGER BLONDIN 1 (DU)	HP70	563082.5	2646367.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		50	
HARDINGHEN	VERGER BLONDIN 2 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	extraction		-	
HARDINGHEN	VERGER BLONDIN 3 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	épuisement		-	
HARDINGHEN	VERGER BLONDIN 4 (DU)		non localisé		base Access CdF	non	sans objet	Puits	aérage		42	
RETY	VERRERIE NORD (DE LA)	HP28	562022.7	2646346.0	DGPS CDF	oui	5	Puits	extraction	2.6	65	fermeture et remblayage 1886
RETY	VERRERIE SUD (DE LA)	HP29	562045.1	2646274.3	DGPS+déport	oui	3	Puits	extraction	2.6	45	fermeture et remblayage 1886
RETY	VERRERIES (DES)	HP36	562176.8	2646357.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		37	
RETY LOCQUINGHEN	VIEILLE MAISON	HP23	561787.2	2646352.3	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	VIEUX ROCHER (DU)	HP30	562064.8	2646382.2	calage olry	non	35	Puits	extraction		-	
RETY	WARNIER	HP77	561491.6	2646083.5	calage olry	non	35	Puits	extraction		17	travaux communiquant avec Lamarre 2

**Tableau C : Liste des ouvrages débouchant au jour sur la concession d'Hardinghen**



**Photographie 1 : Borne repérant le puits du Sud, concession d'Hardinghen**



**Photographie 2 : Galerie 1 (HG1) proche du puits Renaissance 2 (HP6), concession d'Hardinghen**



**Photographie 3 : Puits d'eau n°3 (HP3) du quartier d'Elinghen, concession d'Hardinghen**



**Photographie 4 : Puits d'eau n°3 (HP3) du quartier d'Elinghen, concession d'Hardinghen**



**Photographie 5 : Tranchée couverte (HG3) du quartier d'Elinghen, concession d'Hardinghen**



**Photographie 6 : Galerie 2 (HG2) proche du puits Renaissance 2 (HP6), concession d'Hardinghen**



**Photographie 7 : Trou (HP113supp) recouvert de branchages proche des puits Sans Culotte (HP113 et HP112)**



**Photographie 8 : Désordre HD5 proche du puits Hénichart 1 (HA9), concession d'Hardinghen**



**Photographie 9 : Désordre HD7 proche du puits Saint-Louis 1 (HP43), concession d'Hardinghen**



**Photographie 10 : Désordre HD8 proche du puits Nord (HP44), concession d'Hardinghen**



**Photographie 11 : Désordre HD11 proche des puits de Bois des Roches (HP103, HP104, HA7), concession d'Hardinghen**



**Photographie 12 : Désordre HD13 proche du puits Hénichart 2 (HP111), concession d'Hardinghen**

## Annexe 3 : Liste des ouvrages traités par Charbonnages de France<sup>3</sup>

Nom de l'ouvrage	Numéro d'identifiant	Mode de traitement	Année du traitement	Remarques
An (De l')	HP17	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de béton cylindrique sur 6 m	2006	
Bois d'Aulnes 9	HP92	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2006	
Bois de saulx 2	HP41	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2006	-
Bois des roches 4	HP104	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2006	
Bois des roches 5	HP103	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2006	
Elinghen 1	HP1	Remblayage + mise en place d'un bouchon de béton autoportant sur 8,50 m et comblement de la galerie de surface par injection de béton.	1998	-
Elinghen 2	HP2	Remblayage + mise en place d'un bouchon de béton autoportant sur 10 m et comblement de la galerie de surface par injection de béton.	1998	-
Glaneuse 1 aérée	HP62	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 6,4 m.	2000	-
Glaneuse 1 extraction	HP61	Remblayage du puits et mise en place d'un bouchon de béton cylindrique sur 6 m	2000	Bouchon intégralement positionné au sein de terrains peu compétents
Glaneuse 2	HP14	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 7 m.	1999	-
John	HP31	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2006	-
Plaine 2	HP99	Puits recouvert d'une dalle et utilisé comme réservoir d'eau dans une zone cloturée.	2000	-
Providence	HP5	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de béton sur 30 m et comblement des 2 galeries de surface par injection de béton.	1999	-
Quarante 1	HP11	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2000	-
Quarante 2	HP11bis	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 4 m.	2000	-
Renaissance 1	HP8	Remblayage + mise en place d'un bouchon de béton sur 14 m et comblement des 2 galeries de surface par injection de béton après cassage de la voûte et apport de matériaux.	1999	-
Rue des maréchaux	HA10	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 6 m.	1999	-
Souich	HP9	Remblayage + mise en place d'un bouchon de béton sur 9 m et comblement de la galerie de surface par injection de béton après cassage de la voûte et apport de matériaux.	1999	-
Sud	HP45	Mise en place d'un bouchon de type « bouchon de champagne » sur 8 m.	1998	-
Verrerie nord	HP28	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de béton cylindrique sur 9 m.	2000	Bouchon intégralement positionné au sein de terrains peu compétents
Verrerie sud	HP29	Mise en place au dessus du remblai existant d'un bouchon de béton cylindrique sur 12 m.	2000	Bouchon intégralement positionné au sein de terrains peu compétents

<sup>3</sup> Ces données sont issues du Dossier d'Abandon Des Travaux réalisé par CdF en 2005 et pour le puits de l'An, d'informations fournies à la DRIRE par CdF en janvier 2008.

## **Annexe 4a : Description des phénomènes**

### **3. LES TASSEMENTS**

---

#### **3.1. DEFINITION ET EFFETS**

Dans le cadre de l'après-mine, on parle de tassements lorsque les mouvements du sol ne résultent pas de l'extraction, de la combustion ou de la dissolution du minerai mais s'expliquent par la recompaction d'un massif meuble (amas de matériaux granulaires) ou affecté par les travaux souterrains (terrains foudroyés).

Sous l'action de perturbations extérieures (applications de surcharge en surface, mouvements de nappes au sein des terrains concernés, sollicitations vibratoires...) ou sous l'effet de leur propre poids, les terrains qui présentent une forte porosité peuvent être amenés à se tasser et donner naissance à des mouvements de faible ampleur en surface (sauf exception, l'amplitude maximale est d'ordre décimétrique).

Ce type de manifestation peut avoir des conséquences assez similaires avec le phénomène naturel de retrait-gonflement des sols argileux, sous l'effet de battements de nappe ou de variations du profil hydrique dans le proche sous-sol.

Les conséquences redoutées résultent principalement du fait que la surface peut être affectée par des tassements différentiels qui sont susceptibles d'engendrer des effets sur les bâtiments et les infrastructures.

#### **3.2. MECANISMES OU SCENARIOS INITIATEURS**

##### **Anciennes exploitations menées par foudroyage du toit ou anciennes zones effondrées**

Même si la majorité des terrains exploités à l'aide d'une méthode induisant le foudroyage du toit (exploitation par taille ou par piliers défilés) sont sujets, durant la phase de mouvements résiduels, au développement de tassements, les manifestations les plus perceptibles se développent à l'aplomb des secteurs peu profonds (quelques dizaines de mètres sous la surface).

Dans ces conditions, en effet, le poids des terrains surmontant les anciens chantiers miniers n'est pas suffisant pour garantir une recompaction complète des terrains foudroyés au cours des années suivant les travaux d'extraction. Ceci permet la persistance d'une porosité artificielle élevée proche de la surface.

### **4. 2. LES AFFAISSEMENTS PROGRESSIFS**

---

#### **4.1. DEFINITION ET EFFETS**

L'affaissement se manifeste par un réajustement des terrains de surface induit par l'éboulement de cavités souterraines résultant de l'extraction ou de la disparition (dissolution, combustion) de minerai. Les désordres, dont le caractère est généralement lent, progressif et souple, prennent la forme d'une dépression topographique, sans rupture cassante importante, présentant une allure de cuvette.

Ce type de manifestation concerne aussi bien les exploitations en plateaux menées à grande profondeur (plusieurs centaines de mètres) et présentant des extensions horizontales importantes que les exploitations filoniennes ayant laissé des vides résiduels importants après extraction.

L'amplitude de l'affaissement est directement proportionnelle à l'ouverture des travaux souterrains. Le coefficient de proportionnalité dépend notamment de la profondeur des travaux et de la nature des méthodes d'exploitation et de traitement des vides (foudroyage, remblayage...). Dans la majorité des cas, les amplitudes maximales observées au centre de la cuvette, durant ou après l'exploitation, sont d'ordre décimétrique à métrique.

Généralement, ce ne sont pas tant les déplacements verticaux qui affectent principalement les bâtiments et infrastructures de surface, mais plutôt les déformations du sol (déplacements différentiels horizontaux, flexions, mise en pente...). En fonction de leur position au sein de la cuvette d'affaissement, les déplacements différentiels horizontaux peuvent prendre la forme de raccourcissements (zones en compression vers l'intérieur de la cuvette) ou d'extension (zones en traction vers l'extérieur de la cuvette).

Les déformations et les pentes sont proportionnelles à l'affaissement maximum au centre de la cuvette et inversement proportionnelles à la profondeur de l'exploitation. Ainsi, pour une même épaisseur exploitée, les effets seront d'autant plus faibles que l'exploitation est profonde.

Comme la plupart des autres phénomènes d'instabilité, les affaissements miniers ne se limitent pas au strict aplomb des contours de travaux souterrains. On appelle « angle d'influence », l'angle défini entre la verticale et la droite joignant la bordure souterraine de l'exploitation et la limite extérieure de la cuvette d'affaissement en surface. En fonction de la nature et de l'épaisseur des terrains constituant le recouvrement, l'angle d'influence varie classiquement entre une dizaine et une quarantaine de degrés en plateaux. L'existence d'un pendage influe également directement sur les valeurs de l'angle d'influence, tout comme la présence d'accidents géologiques majeurs (failles).

## **4.2. MECANISMES OU SCENARIOS INITIATEURS**

### **Cas des exploitations totales menées dans des terrains stratifiés**

Toute exploitation par tailles ou par défilage, quelle qu'en soit la profondeur, induit forcément un éboulement ou foudroyage des premiers bancs du toit des travaux souterrains. Cet éboulement génère la formation de blocs de formes et de tailles variables qui, en s'enchevêtrant, permet la persistance de vides résiduels et, de fait, une augmentation, souvent sensible, entre le volume occupé par les éboulis et celui qu'occupaient les terrains en place.

Ce phénomène, appelé « foisonnement », permet aux matériaux éboulés de remplir la cavité d'exploitation ainsi que le volume des terrains initialement en place, ce qui a pour conséquence de stopper le phénomène d'éboulement, les terrains sus-jacents trouvant appui sur le tas d'éboulis. Ces éboulis présentant une forte compressibilité, les bancs rocheux sus-jacents préalablement découpés par les discontinuités naturelles qui les affectent, fléchissent progressivement avec, pour conséquence, la formation d'une cuvette en surface.

L'amplitude des affaissements étant directement proportionnelle à l'ouverture des travaux, il n'est pas rare que, durant la période d'exploitation, les terrains de surface soient descendus de plusieurs mètres, voire, plus exceptionnellement, de plus d'une dizaine de mètres.

Le retour d'expérience disponible sur différents bassins miniers français et européens indique que la quasi-totalité de l'affaissement se produit durant l'extraction et que la durée de l'affaissement résiduel se limite à quelques années. Au-delà, les risques de reprise d'affaissement (ou de remontée de la surface du sol) résultent de variations importantes des conditions environnementales (ennoyage ou dénoyage des travaux, application de surcharges en surface) et affectent principalement les exploitations les moins profondes. Ils correspondent, de fait, pleinement au phénomène de tassement décrit plus haut.

### **Cas des exploitations partielles en terrains stratifiés**

Dans le cas d'exploitations partielles, l'éboulement des travaux souterrains résulte de la rupture progressive des éléments assurant la stabilité de l'ouvrage minier (piliers, intercalaires entre couches, toit, mur). Le phénomène peut donc être initié plusieurs années ou décennies après la fermeture des travaux, suite à l'évolution de la résistance des roches. Lorsque l'éboulement des travaux miniers est réalisé sur une surface suffisante, les mécanismes de foisonnement et de flexion des bancs sus-jacents sont similaires au cas des exploitations totales par taille ou défilage.

L'intensité de l'affaissement reste proportionnelle à l'ouverture des travaux souterrains. Il n'est donc pas rare que les mouvements verticaux observés puissent dépasser une amplitude d'ordre métrique. L'ampleur des mouvements est également proportionnelle au taux de défrètement. En effet, plus les piliers sont volumineux, plus ils occupent de l'espace en souterrain et limitent ainsi l'amplitude du mouvement.

On peut décomposer l'affaissement à l'aplomb d'exploitations partielles en trois phases distinctes.

La première phase, dite « de mise en place », peut s'avérer très longue (plusieurs années à plusieurs centaines d'années). Elle se traduit par un affaiblissement progressif des piliers sous l'effet cumulé du temps, de la pression des terrains de couverture et des paramètres environnementaux régnant au sein de l'édifice minier (eau, température...).

La seconde phase, dite « d'affaissement », intervient lorsque le phénomène de rupture des piliers s'initie au sein de l'ouvrage minier, sous l'effet possible d'un facteur déclenchant (modification de l'état de contrainte ou des paramètres environnementaux, par exemple). Elle se développe classiquement sur une période variant de quelques jours à plusieurs mois, durant laquelle la plus grande partie de l'affaissement se donne en surface. C'est donc la phase la plus critique durant laquelle un suivi attentif de l'évolution des structures présentes en surface peut s'avérer nécessaire.

La phase ultime, dite « résiduelle », correspond à l'affaissement résiduel. Si cette phase peut se prolonger sur des périodes assez longues (plusieurs années), les mouvements résiduels sont généralement très limités et, la plupart du temps, non décelables en surface.

## **5. LES EFFONDREMENTS LOCALISES**

---

### **5.1. DEFINITION ET EFFETS**

Un effondrement localisé se caractérise par l'apparition soudaine en surface d'un cratère d'effondrement dont l'extension horizontale varie généralement de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre. La profondeur du cratère dépend principalement de

la profondeur et des dimensions des travaux souterrains. Si, dans la majorité des cas, cette profondeur se limite à quelques mètres, dans certaines configurations particulières, elle peut atteindre, voire dépasser, une dizaine de mètres (effondrements de tête de puits, par exemple).

En fonction du mécanisme initiateur du désordre et de la nature des terrains de sub-surface, les parois du cratère peuvent être sub-verticales ou inclinées, donnant ainsi naissance à une forme caractéristique d'entonnoir.

Les dimensions du désordre et le caractère brutal de sa manifestation en surface font des effondrements localisés des phénomènes potentiellement dangereux, notamment lorsqu'ils se développent au droit ou à proximité de secteurs urbanisés.

## **5.2. MECANISMES OU SCENARIOS INITIATEURS**

### **L'effondrement localisé par rupture du toit d'une galerie : le phénomène de fontis**

On parle de fontis lorsque l'instabilité qui affecte la surface résulte de la remontée au jour d'un éboulement initié au sein d'une excavation souterraine (galerie, chambre d'exploitation...). Lorsque la voûte initiée par la rupture du toit de l'excavation ne se stabilise pas mécaniquement du fait de la présence de bancs massifs au sein du recouvrement, elle se propage progressivement vers la surface et, si l'espace disponible au sein des vieux travaux est suffisant pour que les matériaux éboulés et foisonnés puissent s'y accumuler sans bloquer le phénomène par « auto-comblement », la voûte peut atteindre la surface du sol. Si le développement d'une montée de voûte est un phénomène très lent qui peut prendre plusieurs années ou décennies, l'apparition du fontis en surface se fait, quant à elle, de manière soudaine, ce qui rend le phénomène potentiellement dangereux pour les personnes et les biens situés dans son emprise.

L'apparition de ce type de désordre en surface ne concerne que les travaux peu profonds. Les retours d'expériences menées sur plusieurs bassins miniers ont ainsi montré que, sauf spécificité géologique ou d'exploitation, au-delà d'une cinquantaine de mètres de profondeur (et parfois moins), les anciens vides miniers n'étaient plus susceptibles de provoquer ce phénomène en surface.

### **L'effondrement par rupture de pilier(s) isolé(s)**

Au sein d'une exploitation menée par la méthode des chambres et piliers abandonnés, la ruine d'un (ou de quelques) pilier(s) peut se traduire, en surface, par un effondrement lorsque la profondeur des travaux et la raideur du recouvrement ne sont pas suffisamment importantes. On parle alors de rupture de pilier(s) isolé(s).

La dimension de la zone affectée en surface est généralement plus importante que celle résultant d'un simple fontis mais sensiblement plus réduite que dans le cas d'un effondrement généralisé décrit plus loin. Comme les fontis, les ruptures de piliers isolés sont des phénomènes purement locaux qui ne dépendent pas de la géométrie globale des exploitations mais uniquement de conditions locales défavorables.

Ces conditions défavorables peuvent résulter de la méthode d'exploitation ayant conduit, dans certains secteurs, à des extractions locales trop intensives laissant des piliers sous-dimensionnés, fragilisés ou mal superposés. Elles peuvent aussi résulter d'hétérogénéités géologiques (zones fracturées ou faillées, venues d'eau...).

Comme les fontis, l'apparition de ce type de désordre en surface ne concerne que les travaux peu profonds.

### **L'effondrement d'une tête de puits**

Un ancien puits d'exploitation, mal remblayé (à l'aide de matériaux qui peuvent être remobilisés, notamment en présence d'eau), peut débousser, c'est-à-dire voir son remblai s'écouler au sein des ouvrages souterrains auquel il est raccordé, avec pour conséquence la formation d'un cratère présentant les mêmes dimensions que la colonne du puits.

Ce déboussage peut, dans certains cas (assez fréquents lorsqu'il s'agit de très vieux puits), s'accompagner, ou être suivi, d'une rupture du revêtement du puits et d'un effondrement des terrains peu compétents environnants, comme le sont généralement les terrains superficiels. Il se produit alors un cône d'effondrement dont les dimensions dépendent des caractéristiques géologiques et mécaniques locales des terrains.

La manifestation en surface peut ainsi se restreindre à un cratère de petite taille (quelques mètres de diamètre au maximum) ou générer des désordres plus importants (diamètre pouvant dépasser une dizaine de mètres).

L'effondrement de la surface peut également résulter de la rupture de l'ouvrage réalisé en tête de puits (platelage en bois, dalle de surface, bouchon mal dimensionné...). Dans ce cas, l'effondrement se circonscrit généralement au seul diamètre de puits, la rupture des terrains environnants n'étant qu'exceptionnelle.

## **6. LES GLISSEMENTS OU MOUVEMENTS DE PENTE**

### **6.1. DEFINITION ET EFFETS**

Les mouvements de pente, qu'ils soient superficiels ou profonds (glissements, ravinements), constituent le type de désordres le plus couramment observé le long des flancs des ouvrages de dépôts ou des versants de découvertes creusées en roche meuble.

#### **Mouvements superficiels**

Il s'agit de phénomènes généralement lents et mettant en jeu des volumes de matériau restreints (quelques dizaines de m<sup>3</sup>). Ils prennent principalement la forme de glissements pelliculaires ou de rigoles de ravinement, parfois profondes, avec pour conséquence l'épandage de matériau en pied. Si les éboulis ne sont pas remaniés, la configuration redevient stable et l'instabilité cesse.

Si ce type de phénomènes induit fréquemment des nuisances paysagères, il est relativement rare que des risques pour les personnes et les biens en résultent directement, tant en pied qu'en crête de talus. Les éléments éboulés peuvent toutefois contribuer à affecter l'écoulement de cours d'eau situés en aval immédiat du pied. D'autre part, lorsque les crevasses de ravinement atteignent des profondeurs importantes (jusqu'à plusieurs mètres) et présentent des parois sub-verticales, des risques de chutes de personnes dans ces « canyons » ainsi que des risques de chutes de pierres ou d'ensevelissement sous des éboulements de parois doivent être pris en compte.

Le développement d'instabilités superficielles peut favoriser le déclenchement d'une rupture de plus grande ampleur et devra donc, systématiquement, être pris en considération. Une

attention toute particulière doit ainsi être accordée au développement de ce type de désordres le long des flancs de digues de rétention. En effet, un affaiblissement, même limité, des ouvrages de rétention des résidus liquides ne doit, en aucun cas, être négligé.

## **6.2. MECANISMES OU SCENARIOS INITIATEURS**

La rupture d'un flanc de talus intervient lorsque les forces motrices (de pesanteur et hydrauliques) qui tendent à le mettre en mouvement deviennent supérieures aux forces résistantes (résistance au cisaillement des matériaux) qui s'opposent pour leur part aux déformations et aux glissements des pentes. C'est généralement le développement de perturbations affectant les conditions environnementales caractérisant le talus qui constitue l'élément déclencheur de la rupture (mauvaise gestion des eaux, topographie des flancs mal adaptée, affaiblissement du pied de talus, rupture des terrains d'assise, activité humaine ou animale...).

## **7. LE DEGAGEMENT DE GAZ DE MINE**

---

### **7.1. DEFINITION ET EFFETS**

Le phénomène d'émission de gaz de mine en surface, susceptible d'engendrer des dangers pour les personnes et les biens, ne concerne pratiquement que les exploitations minières souterraines. Ces exploitations peuvent, en effet, réunir trois éléments nécessaires pour l'apparition du phénomène redouté :

- la présence de vides constituant un réservoir souterrain ;
- la présence de gaz dangereux ;
- la possibilité d'accumulation et de migration de ces gaz, à des teneurs significatives, vers la surface.

Les vides résultant de l'activité minière présentent un espace permettant un dégagement ou une accumulation de gaz de mine. Lors de l'exploitation, ces gaz sont dilués et évacués par la ventilation. Après l'arrêt de l'exploitation, les vides miniers, s'ils ne sont pas ennoyés en totalité, constituent un véritable réservoir souterrain plus ou moins confiné, dans lequel les gaz peuvent s'accumuler à des concentrations élevées.

Le gaz de mine présent dans le réservoir minier souterrain peut, sous certaines conditions, migrer en quantité significative vers la surface. Cette migration peut se faire de manière privilégiée au travers d'anciens ouvrages reliant les travaux souterrains à la surface (puits, descenderies, galeries d'accès, sondages..) si ceux-ci sont non ou mal obturés, mais aussi au travers des terrains de recouvrement.

Les mécanismes pouvant conduire à ces migrations sont nombreux. Ils résultent le plus souvent du gradient de pression régnant entre les travaux souterrains et l'atmosphère extérieure.

Suivant la nature et la composition de ce gaz de mine, les émissions gazeuses en surface peuvent présenter plusieurs risques ou nuisances vis-à-vis des personnes et des biens. On retiendra notamment les risques d'asphyxie, d'intoxication ou d'irradiation et, enfin, le risque d'inflammation ou d'explosion. Ces risques sont accrus lorsque le gaz de mine se trouve être confiné, c'est-à-dire peu ou pas dilué. Ils sont, bien évidemment, moindres dans le cas d'une émission diffuse dans une atmosphère ouverte.

Le gaz de mine est généralement un mélange de gaz d'origines diverses, à des teneurs variables. Certains gaz ont une origine endogène<sup>4</sup> (grisou, dioxyde de carbone, radon), d'autres une origine exogène<sup>5</sup> (monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, sulfure d'hydrogène, par exemple).

Les principaux constituants du gaz de mine, mentionnés ci-dessus, ne présentent pas les mêmes niveaux de risque pour les personnes ou les biens situés en surface. Toutefois, les dangers de chacun des composants se combinent. Ainsi, une même teneur en gaz toxique sera plus dangereuse dans un mélange gazeux contenant d'autres gaz toxiques (ou encore un déficit en oxygène) que si elle y est seule.

Parmi les gaz susceptibles d'être rencontré, on citera le méthane. C'est le principal constituant du grisou, gaz qui se rencontre essentiellement dans les exploitations de combustibles solides et, de manière moins importante, dans les mines de sel ou de potasse.

Dans les *mines de charbon ou de lignite*, le méthane représente généralement une partie très majoritaire du grisou (jusqu'à 95 %, voire plus).

Le grisou se trouve « piégé » dans le matériau exploité (charbon, lignite, schistes bitumineux...), sous forme adsorbée, et, de manière minoritaire, dans les pores des roches encaissantes, sous forme libre. Pendant l'exploitation et peu après celle-ci, du fait de la détente des terrains, il se dégage du charbon abattu et des terrains influencés. Néanmoins, des quantités notables de ce gaz restent contenues dans le gisement non exploité et les roches. Le dégagement gazeux, même s'il est lent, peut donc perdurer durant une longue période de temps, jusqu'à établissement d'un nouvel équilibre, différent pour chaque site, entre le grisou encore contenu dans les roches et le gaz libre existant dans les vides souterrains.

Le méthane est un gaz inodore, incolore et sans saveur. C'est un gaz non toxique et inoffensif sur le plan physiologique dans la mesure où sa présence n'engendre pas une diminution de la teneur en oxygène de l'atmosphère susceptible de présenter un danger d'asphyxie (voir plus loin). C'est essentiellement son inflammabilité (ou explosibilité) qui fait du méthane un gaz particulièrement dangereux.

Un mélange binaire d'air et de méthane est directement explosible lorsque la teneur en méthane est comprise entre 5 % (limite inférieure d'explosibilité) et 15 % (limite supérieure d'explosibilité). L'inflammation d'un tel mélange provoque des effets thermiques et mécaniques dangereux pour les personnes et dommageables pour les biens.

Les effets mécaniques d'une inflammation de méthane dépendent du volume de méthane disponible, de l'homogénéité du mélange et du degré de son confinement. On parlera ainsi, selon le cas, d'inflammation<sup>6</sup> ou d'explosion<sup>7</sup>.

Notons qu'un mélange très (trop) riche en méthane (teneur supérieure à la limite supérieure d'explosibilité) s'avère également très dangereux, car il peut avoir un caractère asphyxiant (déficit d'oxygène) et sa dilution dans l'air peut le rendre directement inflammable.

---

<sup>4</sup> Endogène : contenu dans le gisement avant l'exploitation

<sup>5</sup> Exogène : produit à partir d'une transformation chimique du gisement ou de certains éléments de la mine, pendant ou après l'exploitation

<sup>6</sup> Flambée de grisou, en langage minier.

<sup>7</sup> Coup de grisou, en langage minier.

## **7.2. MECANISMES OU SCENARIOS INITIATEURS**

Plusieurs mécanismes, agissant seuls ou simultanément, peuvent être à l'origine de la remontée potentielle de gaz de mine vers la surface. Hormis les mécanismes spécifiques de diffusion et de transport de gaz dissous dans l'eau, des migrations de gaz vers la surface sont principalement animées par les mécanismes qui contribuent à générer une différence de pression positive entre un réservoir minier souterrain et l'atmosphère extérieure.

En effet, si le gaz de mine présent dans les vides souterrains est en surpression relative, même minime, par rapport à l'atmosphère externe, il aura tendance à s'écouler vers la surface. Toutes choses égales par ailleurs, cet écoulement sera d'autant plus important que la différence de pression sera élevée.

Parmi les mécanismes à l'origine de la production et la migration de gaz vers la surface, on citera : Production de gaz au sein des vieux travaux, Le pistonnage par remontée de la nappe, Variations de la pression atmosphérique, Tirage naturel, La diffusion, Transport de gaz sous forme dissoute dans l'eau, Mécanismes exceptionnels tels que des travaux de terrassement ou le déboufrage de remblais d'un puits...

## Annexe 4b : Qualification de l'aléa

### 1. DEFINITION DE L'ALEA

L'aléa correspond à la probabilité qu'un phénomène donné se produise sur un site donné, au cours d'une période de référence, en atteignant une intensité qualifiable ou quantifiable. La caractérisation d'un aléa repose donc classiquement sur le croisement de **l'intensité prévisible du phénomène** avec sa **probabilité d'occurrence**.

Dans une optique de prévention des risques et d'aménagement du territoire, telle que retenue dans le cadre de l'élaboration d'un PPRM, la période de référence pour identifier le niveau d'aléa est généralement le **long terme**. Il est ainsi nécessaire d'intégrer à l'analyse la dégradation inéluctable dans le temps des caractéristiques des matériaux rocheux ainsi que la propagation, dans l'espace, des fluides (eau ou gaz) soumis aux lois d'écoulement qui les caractérisent.

L'**intensité du phénomène** correspond à l'ampleur des désordres, séquelles ou nuisances susceptibles de résulter du phénomène redouté.

La notion de **probabilité d'occurrence** traduit pour sa part la sensibilité que présente un site à être affecté par l'un ou l'autre des phénomènes analysés. Elle s'appuie sur une classification qualitative caractérisant une **prédisposition** du site à subir tel ou tel type de désordres ou nuisances.

### 2. QUALIFICATION DES CLASSES D'ALEA

L'aléa résulte du croisement d'une intensité avec la prédisposition correspondante. Le principe de qualification de l'aléa consiste donc à combiner les critères permettant de caractériser l'intensité d'un phénomène redouté avec les critères permettant de caractériser sa classe de prédisposition.

On utilise une matrice de synthèse dont les principes de constitution sont illustrés dans le tableau suivant, en précisant bien, une fois encore, que chaque site peut donner lieu à des ajustements pour s'adapter au contexte spécifique qui le caractérise.

On distingue classiquement trois classes d'aléa : faible, moyen, fort.

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

### **3. L'ALEA « EFFONDREMENT LOCALISE »**

#### **3.1. QUALIFICATION DE L'INTENSITE**

C'est principalement le **diamètre de l'effondrement** qui influera sur les conséquences prévisibles sur la sécurité des personnes et des biens présents dans la zone d'influence du désordre. C'est donc ce paramètre que nous retiendrons comme grandeur représentative. Assez logiquement, c'est le diamètre maximal qui sera retenu dans l'évaluation (configuration stabilisée sous forme d'entonnoir). On gardera toutefois à l'esprit qu'en terme de dangerosité, c'est plutôt le diamètre instantané (zone affectée lors de l'effondrement), parfois sensiblement moins important que le précédent, qui compte.

La profondeur du cratère peut également influencer sur la dangerosité du phénomène mais, comme elle s'avère souvent très délicate à prévoir, notamment pour ce qui concerne les fontis et les débousses de puits, nous ne la retiendrons pas comme paramètre décisif.

Le phénomène d'effondrement localisé est de nature à porter atteinte à la sécurité des personnes et des biens présents en surface.

Parmi les principaux facteurs susceptibles d'influer sur la valeur du diamètre de l'effondrement, on citera la dimension des vides résiduels au sein des travaux souterrains (volume des galeries), ainsi que l'épaisseur et la nature des terrains constituant le recouvrement. Notons, à ce propos, que l'épaisseur et la nature des terrains de sub-surface jouent un rôle prépondérant car leur rupture (lorsqu'il s'agit de terrains déconsolidés) peut contribuer pour beaucoup aux dimensions de l'entonnoir d'effondrement en surface.

Les valeurs seuils présentées dans le tableau suivant sont fournies à titre purement indicatif. Elles pourront être adaptées au contexte par l'expert en charge de la réalisation de l'évaluation des aléas.

Classe d'intensité	Diamètre de l'effondrement
Très limitée	Effondrements auto-remblayés à proximité immédiate de la surface (profondeur centimétrique)
Limitée	$\varnothing < 3 \text{ m}$
Modérée	$3 \text{ m} < \varnothing < 10 \text{ m}$
Elevée	$\varnothing > 10 \text{ m}$

#### **3.2. QUALIFICATION DE LA PREDISPOSITION**

Quel que soit le contexte d'exploitation, deux critères fondamentaux gouvernent la prédisposition d'un site au développement d'effondrements localisés :

- **l'existence d'indices d'anciens** mouvements de type « **effondrement localisé** » (encore visibles en surface ou décrits dans les archives), dans un secteur proche présentant des caractéristiques géologiques et d'exploitations voisines, peut contribuer à augmenter la prédisposition au développement futur de phénomènes sensiblement similaires en terme de mécanismes initiateurs (fontis, effondrements de puits...) ;
- la **présence de terrains déconsolidés en surface**, notamment sur une grande épaisseur, contribue à augmenter la prédisposition à voir se développer des cratères d'effondrement de fortes dimensions (classes d'intensité élevées).

### **Rupture de toit ou éboulement d'une galerie d'accès**

La prédisposition d'un site à voir se développer un fontis à l'aplomb d'anciennes exploitations dépend de la combinaison de deux prédispositions : la rupture de l'ouvrage souterrain et la remontée de l'instabilité jusqu'en surface.

#### *Prédisposition à la rupture de l'ouvrage souterrain*

La prédisposition à la rupture de l'ouvrage souterrain dépend essentiellement de :

- la largeur (ou portée) du toit des chambres ou des galeries concernées ;
- la nature et l'épaisseur des premiers bancs rocheux.

#### *Prédisposition à la remontée de l'instabilité jusqu'en surface*

Une fois la chute de toit initiée au sein des vieux travaux, deux mécanismes sont susceptibles de s'opposer à sa propagation vers la surface dans le long terme :

- *la stabilisation du phénomène par formation d'une voûte stable.* Vis-à-vis de ce mécanisme, c'est, à largeur de galerie égale, la présence de bancs massifs, épais et résistants au sein du recouvrement qui contribuera à diminuer la prédisposition d'un site à voir se développer des fontis en surface ;
- *la stabilisation du phénomène par auto-comblement,* du fait du foisonnement des éboulis. Le volume des vides résiduels disponibles au sein des vieux travaux (tenant compte de la dimension des galeries et de l'existence d'éventuels travaux de remblayage), ainsi que la nature (coefficient de foisonnement) et l'épaisseur des terrains de recouvrement, influenceront directement sur la prédisposition des remontées de voûte à se stabiliser ou non par auto-comblement.

Dans les faits, même si cette valeur dépend étroitement de la nature des terrains de recouvrement, le retour d'expérience disponible montre qu'au-delà d'une profondeur d'une cinquantaine de mètres, la prédisposition d'anciens travaux miniers aux remontées de fontis jusqu'en surface devient généralement négligeable pour des galeries de hauteur habituelle (< 4 m).

### **Rupture de piliers isolés**

La prédisposition de piliers à la rupture dépendra principalement :

- des contraintes s'exerçant au sein des piliers (tributaires notamment du taux de défrètement local et de la profondeur des travaux) ;
- des caractéristiques des piliers concernés (résistance du pilier, sensibilité à l'eau, section, élancement, forme, régularité, présence de failles ou d'accidents structuraux, mauvaise superposition...).

### **Effondrement d'une tête de puits**

Deux phénomènes peuvent résulter d'une instabilité affectant une ancienne tête de puits.

Le premier résulte de l'effondrement de la surface du sol situé à l'aplomb direct de l'ancien ouvrage. Deux raisons peuvent générer cette rupture :

- l'effondrement de la structure mise en place en tête d'un puits vide (plancher en bois, voûte en briques, dalle, bouchon...). Dans ce cas, ce sont les caractéristiques de cette structure (résistance, dimensions), son altérabilité dans le long terme, la nature du

revêtement ou cuvelage du puits ainsi que la nature et la résistance des terrains encaissants qui influenceront directement sur la prédisposition du site à la rupture ;

- le débouillage d'un puits remblayé. Dans ce cas de figure, les variations prévisibles du niveau hydrogéologique (remontée des eaux, battements de nappe), la présence de galeries connectées au puits et non obturées par des serrements, l'ancienneté du remblayage et l'existence de facteurs aggravants (vibrations, surcharges...) contribueront à augmenter la prédisposition du puits à subir un débouillage.

Le second phénomène résulte directement du premier, notamment lorsqu'il s'agit du débouillage d'un très vieux puits. Il concerne la rupture possible des terrains environnants la tête de puits qui s'écoulent dans le puits après l'effondrement de tout ou partie du revêtement de l'ouvrage. Concernant ce phénomène, l'ancienneté et l'état de dégradation du revêtement du puits ainsi que la présence et l'épaisseur de terrains sans cohésion en sub-surface constituent autant de facteurs favorables au développement d'un effondrement qui peut, parfois, déborder très largement de l'emprise stricte du puits.

## **4. L'ALEA « TASSEMENT »**

---

### **4.1. QUALIFICATION DE L'INTENSITE**

Les éventuelles nuisances initiées par le phénomène de tassement résultent principalement du développement de **tassements différentiels**. En présence de tassements différentiels, c'est principalement l'amplitude verticale de ces mouvements qui conditionne l'intensité du phénomène prévisible. Puisqu'il s'avère généralement difficile de prévoir l'amplitude de ces tassements différentiels, on se réfère généralement à l'amplitude des tassements globaux prévisibles.

Ce type de désordre est de nature à engendrer des dégradations aux biens (bâti et infrastructures) présents en surface mais pas à mettre en danger les populations. Sauf exception, l'intensité des conséquences d'un phénomène de tassement demeure limitée (ordre centimétrique à décimétrique).

Classe d'intensité	Description
Très limitée	Tassements limités
Limitée	Tassements sensibles

### **4.2. QUALIFICATION DE LA PREDISPOSITION**

#### **Critères de prédisposition communs**

Quel que soit le contexte d'exploitation, trois critères fondamentaux gouvernent la prédisposition d'un site au développement de tassements :

- **l'existence d'indices d'anciens** mouvements de type « **tassements** » (encore visibles en surface ou décrits dans les archives), dans un secteur proche présentant des caractéristiques géologiques et d'exploitation voisines, peut contribuer à augmenter la prédisposition au développement futur de ce type de phénomènes ;

- la **modification** lente (remontée de nappe) ou plus rapide (rupture de canalisation, obturation de drains...) **des conditions hydrauliques** (eaux de surface et souterrains) est souvent à l'origine du déclenchement de phénomènes de tassements ;
- l'application de fortes **surcharges en surface** dans le cadre d'un aménagement du site (constructions, entreposage...).

**Ouvrages de dépôt et découvertes exploitées par auto-remblayage**

Parmi les principaux facteurs de prédisposition, on citera :

- l'épaisseur du dépôt ;
- la nature et la granulométrie des matériaux déposés ;
- la méthode de mise en place du dépôt (avec ou sans compactage).

**5. L'ALEA « GLISSEMENT OU MOUVEMENT DE PENTE »**

**5.1. QUALIFICATION DE L'INTENSITE**

C'est principalement le **volume de matériau mis en mouvement** qui influera sur l'intensité du phénomène. La définition des classes d'intensité s'appuiera principalement sur la notion d'effets prévisibles sur les biens même si, dans certaines circonstances défavorables, les désordres infligés aux bâtiments sont de nature à mettre en péril la sécurité des personnes qui y résident.

Parmi les principaux facteurs susceptibles de jouer sur le volume de matériau mis en mouvement, on citera : la nature et la granulométrie des matériaux constituant le talus, la hauteur et la morphologie de la pente, l'intensité des ruissellements prévisibles, l'existence ou non de mesures d'aménagement (géotextiles, engazonnement...).

Les valeurs seuils présentées dans le tableau suivant sont fournies à titre purement indicatif. Elles pourront être adaptées au contexte par l'expert en charge de la réalisation de l'évaluation des aléas.

Classe d'intensité	Description	Volume mis en jeu
Très limitée	Reptations, ravinements	quelques m <sup>3</sup>
Limitée	Glissements superficiels, ravinements importants	De 10 à 100 m <sup>3</sup>
Modérée	Glissements profonds	100 à 5 000 m <sup>3</sup>
Elevée	Glissements majeurs	> 5 000 m <sup>3</sup>

**5.2. QUALIFICATION DE LA PREDISPOSITION**

Les facteurs qui contribuent à augmenter la prédisposition d'un talus à subir des glissements ou mouvements de pente superficiels sont, pour la plupart, communs à l'ensemble des talus concernés par l'après-mine (digues, terrils, fosses non remblayées creusées en terrain tendre...). Parmi les principaux, on citera, sans souci de hiérarchisation :

- **l'existence d'indices d'anciens** mouvements de type « **mouvement de pente** » (encore visibles en surface ou décrits dans les archives), dans un secteur proche présentant des

caractéristiques géologiques et d'exploitation voisines, peut contribuer à augmenter la prédisposition au développement futur de ce type de phénomènes ;

- une mauvaise **gestion des eaux de surface**. Ceci peut résulter de l'absence de mesures adéquates ou de la dégradation du dispositif de drainage préexistant (rupture de canalisation, drains bouchés, canaux de ruissellement remplis par des éboulis...). Les talus situés dans des régions sujettes à des précipitations violentes (orages méditerranéens par exemple), seront plus prédisposés à subir des mouvements défavorables ;
- la **topographie et morphologie des flancs** : présence de banquettes, pente moyenne du flanc ;
- la **nature des matériaux** constituant le talus : nature et granulométrie des matériaux, existence de discontinuités stratigraphiques ou tectoniques. La présence de matériaux contenant une proportion importante de particules fines augmentera par exemple la prédisposition du site à être affecté par des phénomènes d'érosion et de ravinement ;
- la présence de **signes traduisant l'activité des mouvements** déjà initiés (fissures de décompression, bourrelets en pied, arbres penchés...) ;
- la présence d'**anciens travaux miniers** souterrains au droit du talus susceptible de se rompre et d'engendrer la déstabilisation du flanc de fosse ou des terrains d'assise supportant l'ouvrage de dépôt ;
- l'éventuelle **modification des conditions hydrauliques** locales (affaiblissement de la butée de pied en cas de crues sévères, altération du dispositif de drainage ou d'aménagement des écoulements, création de bassins de décantation...) ;
- l'existence de **réaménagements** ou de **parades**, dans la mesure où ces dernières présentent des garanties satisfaisantes de pérennité et d'entretien ;
- l'existence de **facteurs aggravants** tels que l'absence de végétalisation adaptée en surface, l'existence possible de sollicitations dynamiques (séismes, vibrations...), le développement de certaines activités humaines (VTT, moto-cross, surcharge en bord de crête...) ou la présence d'animaux fouisseurs sont également susceptibles de contribuer à la déstabilisation des flancs de talus.

## **6. ALEA EMISSION DE GAZ DE MINE**

### **6.1. QUALIFICATION DE L'INTENSITE DU PHENOMENE DE L'ALEA EMISSION EN SURFACE DE GAZ DE MINE**

Le phénomène redouté correspond à une remontée en surface d'un gaz de mine susceptible de présenter des dangers, principalement pour les personnes et, plus exceptionnellement, pour les biens. Il s'agit des dangers d'inflammation ou d'explosion, d'asphyxie, d'intoxication et d'irradiation.

Des dangers vis-à-vis des biens ou infrastructures n'existent que lorsque le gaz de mine est inflammable. En effet, seules l'explosion ou l'inflammation peuvent entraîner des dégâts matériels, les personnes étant également exposées dans un tel scénario. Pour simplifier la réflexion, nous considérerons, dans ce qui suit, que l'intensité du phénomène ne se traduit qu'en terme de dangerosité sur les personnes.

Les grandeurs les plus caractéristiques permettant de décrire l'intensité du phénomène redouté sont les suivantes :

- la composition du gaz de mine. Parmi les composants gazeux redoutés, seuls quelques gaz sont inflammables ou toxiques et, parmi les gaz toxiques, tous n'ont pas le même niveau de toxicité. C'est donc par la connaissance de la composition constatée ou prévisible du gaz de mine que l'on peut en déterminer les dangers et leur intensité ;
- l'importance du flux gazeux et sa répartition à la surface du sol. Les conséquences du phénomène seront d'autant plus intenses que le flux de gaz pouvant émaner en surface sera important. La valeur du flux dépend directement de la différence de pression entre l'atmosphère des travaux et l'air libre. De même, un dégagement gazeux concentré localement aura, à débit égal, des conséquences plus importantes que s'il était réparti sur une vaste surface, situation qui contribue à faciliter sa dilution dans l'air atmosphérique.

L'échelle d'intensité proposée ci-dessous devra être prise en considération à titre indicatif : il s'agit de valeurs guides pour l'évaluation de l'aléa plus que des références absolues.

Classe d'intensité	Emission de gaz de mine
<b>Très limitée à limitée</b>	<p>Emission contenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit des gaz inflammables, à des teneurs inférieures à la LIE<sup>8</sup></li> <li>• soit des gaz asphyxiants, toxiques ou ionisants, à des teneurs supérieures à la TMR<sup>9</sup> mais ne pouvant pas entraîner qu'un impact faible et réversible<sup>10</sup></li> <li>• soit du radon, à des teneurs supérieures à 1000 Bq/m<sup>3</sup> mais inférieures à 10 000 Bq/m<sup>3</sup><sup>11</sup></li> </ul>
<b>Moyen</b>	<p>Emission <b>limitée</b> contenant des gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit <b>directement inflammables</b> ou pouvant le devenir par dilution dans l'air</li> <li>• soit asphyxiants ou toxiques à des teneurs pouvant entraîner un impact <b>significatif</b></li> </ul> <p>Emission de radon à des teneurs supérieures à 10 000 Bq/m<sup>3</sup></p>
<b>Elevée</b>	<p>Emission <b>importante</b> contenant des gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• soit <b>directement inflammables</b> ou pouvant le devenir par dilution dans l'air</li> <li>• soit asphyxiants ou toxiques à des teneurs pouvant entraîner un impact <b>significatif</b></li> </ul>
<b>Très élevée</b>	<p>Emission <b>importante</b> contenant des gaz asphyxiants ou toxiques à des <b>teneurs élevées</b> pouvant entraîner directement un impact <b>létal</b></p>

## 6.2. PREDISPOSITION

Plusieurs facteurs essentiels gouvernent la prédisposition d'un site minier à être siège d'émanations de gaz de mine. Les premiers, qui concernent la production du gaz de mine, auront trait au réservoir constitué par les vides miniers et à son alimentation. Les seconds

<sup>8</sup> LIE : Limite Inférieure d'Explosibilité (voir annexe F).

<sup>9</sup> TMR : Teneur Maximale autorisée par la Réglementation en vigueur (voir annexe F).

<sup>10</sup> Voir annexe F.

<sup>11</sup> Voir annexe F.

concernent la propension qu'aura le gaz présent dans les vides miniers à remonter jusqu'en surface.

#### *Prédisposition du réservoir à émettre du gaz de mine*

Les deux éléments déterminant la prédisposition du réservoir et des terrains encaissant à émettre du gaz de mine sont la nature du mécanisme à l'origine de la présence de gaz au sein des vides miniers et le volume de ces vides :

- Mécanisme à l'origine de la présence de gaz : Un réservoir réalimenté en continu en gaz dangereux sera plus susceptible d'émettre du gaz en surface qu'un réservoir dans lequel la production de gaz a désormais cessé. De ce fait, à titre d'exemple, une ancienne mine exploitée dans un gisement franchement grisouteux sera *a priori* plus prédisposée à émettre du gaz qu'une exploitation située dans un gisement faiblement grisouteux. La prédisposition à une remontée de gaz en surface intégrera donc la nature du matériau extrait et celle des terrains encaissants, la présence constatée ou non de gaz au sein du gisement durant les travaux d'extraction ainsi que l'occurrence d'accidents liés au gaz pendant ou même après l'exploitation. La prédisposition du matériau exploité et des terrains encaissants à subir des transformations chimiques conduisant à une production de gaz devra également être prise en considération. On citera, par exemple, le risque de feu ou d'échauffement de matériaux combustibles ou encore l'attaque de carbonates par de l'eau acide.
- Volume des vides miniers : Quelle que soit l'origine du gaz de mine, la quantité de gaz susceptible de s'accumuler et de migrer vers la surface est directement liée au volume disponible au sein du réservoir minier. L'évaluation du volume non ennoyé du réservoir souterrain, de sa répartition dans l'espace et de son évolution dans le temps (effet de l'ennoyage) influera également directement sur la prédisposition du phénomène redouté.

#### *Prédisposition à la remontée de gaz de mine jusqu'en surface*

Les principaux facteurs susceptibles de faciliter ou, au contraire, de s'opposer à la remontée de gaz jusqu'en surface sont principalement de trois ordres : la différence de pression entre le réservoir souterrain et l'air libre, l'épaisseur et la perméabilité des terrains de recouvrement ainsi que l'existence d'éventuels « drains préférentiels » :

- Différentiel de pression : Plus la différence de pression (positive) entre les anciens travaux et l'atmosphère en surface sera importante, plus la prédisposition du site à être le siège d'émanations de gaz en surface sera jugée sensible. On notera qu'il n'est pas nécessaire que cette surpression relative s'établisse de manière permanente, l'émission, même transitoire, de gaz de mine peut, en effet, suffire à engendrer des situations dangereuses pour les personnes et les biens exposés. A titre d'exemple, toute chose égales par ailleurs, la prédisposition d'une exploitation au cours de l'ennoyage à développer des remontées de gaz en surface sera plus importante que celle d'une exploitation où le niveau d'eau est déjà stabilisé (effet de pistonage par remontée de la nappe).
- Épaisseur et perméabilité des terrains de recouvrement : La prédisposition d'un gaz à migrer vers la surface au travers des terrains de recouvrement dépend de deux principaux facteurs : leur épaisseur et leur perméabilité au gaz. Ces deux facteurs, très variables d'une exploitation à une autre, peuvent être considérés ensemble ou séparément :
  - l'importance de la profondeur aura, tout naturellement, un effet réducteur sur la prédisposition à la remontée de gaz. Ainsi, sauf configurations exceptionnelles (par exemple, la présence des failles traversantes et ouvertes), on considère

généralement qu'au-delà d'une épaisseur de recouvrement de 200 mètres, la probabilité que du gaz puisse remonter en quantité significative jusqu'en surface devient nulle à négligeable ;

- la perméabilité des terrains dépendra de nombreux paramètres : perméabilité naturelle des bancs de roches et couches de sol, présence ou non de nappes aquifères dans le recouvrement, épaisseur et continuité de ces nappes, degré de déstructuration du recouvrement résultant de l'exploitation, paramètre directement relié à la méthode d'exploitation. Une forte perméabilité des terrains de recouvrement contribuera à augmenter la prédisposition à la remontée de gaz jusqu'en surface.
- Existence de « drains préférentiels » : Les ouvrages de communication entre les vieux travaux et la surface (puits, descenderies, fendues, galeries d'accès...) sont susceptibles, lorsqu'ils n'ont pas été obturés de manière suffisamment étanche, de constituer des vecteurs privilégiés pour la remontée du gaz vers la surface. Ainsi, en fonction de la nature du traitement mis en œuvre, la présence d'un ouvrage de type puits ou galerie pourra contribuer à augmenter, de manière plus ou moins sensible, la prédisposition à l'émanation de gaz de mine en surface. Ceci est vrai au droit de l'ouvrage mais également dans les terrains environnants, en raison des incertitudes de localisation des anciens travaux, de la migration possible dans d'anciennes galeries de sub-surface, de l'étendue des terrains déconsolidés... Dans le même ordre d'idée, on attachera une attention particulière aux failles naturelles ou aux fractures majeures provoquées par l'exploitation. Ces discontinuités, lorsqu'elles sont franches et ouvertes, peuvent en effet également constituer des points privilégiés vis-à-vis des écoulements gazeux vers la surface.