

# ÉTUDE DE DANGERS

Article R512-6-5

*Selon les prescriptions de l'article R512-9°  
du Code de l'Environnement*

*Dangers présentés par l'installation en cas d'accident  
et mesures propres à en réduire les probabilités  
et les effets sur l'environnement*

## NOM ET QUALITE DES AUTEURS DE L'ETUDE

### Dossier présenté par :

Michel CORNELISSEN - Président  
Laurent FESARD – Directeur du site

#### **IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL**

Lieu-dit « Guerphalès » - 22 110 GLOMEL  
Tél : 02 96 57 70 30 – Fax : 02 96 29 83 82

### En collaboration avec :

*Bureau d'études  
coordinateur  
-  
Vérificateur*

Gaëlle MALHAIRE - Géologue Responsable du pôle carrière

**SAS AXE**  
Campus de Ker Lann - Rue Siméon Poisson - 35170 BRUZ

Tél : 02 99 52 52 12 - Fax : 02 99 52 52 11  
Courriel : axe@axe-environnement.fr

### Bureaux d'études spécialisés :

*Etude géotechnique*

Ricky Collins, Directeur technique  
SLR Consulting Limited  
Bennerley Road , Nottingham  
Angleterre  
Tél : + 44 (0)115 964 7280  
Courriel: www.slrconsulting.com

# SOMMAIRE

<b>I. PRÉAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>II. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS .....</b>	<b>3</b>
II.1. Objectif et contenu de l'étude de dangers .....	3
II.2. Structure de l'étude de dangers et textes réglementaires.....	4
<b>III. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>5</b>
III.1. Nature des activités exercées.....	5
III.1.1. Rappel des principales activités .....	5
III.1.2. Descriptif de l'exploitation.....	7
III.2. Contexte environnant.....	9
<b>IV. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES .....</b>	<b>11</b>
IV.1. Méthodologie d'identification des dangers.....	11
IV.2. Méthodologie de l'analyse préliminaire des risques (APR).....	12
IV.2.1. Estimation de la probabilité initiale (PI).....	12
IV.2.2. Estimation de l'intensité des effets .....	13
IV.2.3. Estimation de la gravité .....	13
IV.2.4. Estimation de la criticité initiale.....	14
IV.3. Méthodologie de l'étude détaillée de réduction des risques (EDRR) .....	15
IV.3.1. Cinétique .....	15
IV.3.2. Évaluation de la probabilité .....	18
IV.3.3. Détermination de la criticité .....	24
<b>V. ANALYSE DES RISQUES.....</b>	<b>25</b>
V.1. Identification des dangers présents sur le site .....	25
V.1.1. Dangers liés aux procédés d'exploitation .....	25
V.1.2. Dangers liés aux produits présents sur le site .....	26
V.1.3. Accidentologie / Retour d'expérience .....	29
V.1.4. Réduction des potentiels de dangers .....	30
V.1.5. Risques d'agression externes .....	32
V.2. Analyse Préliminaire des Risques (APR).....	35
V.2.1. Identification des événements dangereux .....	36
V.2.2. Synthèse des événements redoutés .....	38
V.2.3. Estimation de l'intensité et de la gravité des phénomènes retenus .....	39
V.2.4. Synthèse et estimation de la criticité initiale .....	42
V.3. Etude détaillée de réduction des risques .....	43
V.3.1. identification des scénarios menant aux phénomènes dangereux retenus et des mesures de maîtrise des risques associées .....	43
V.3.2. Etude de la cinétique .....	43
V.3.3. Estimation de la probabilité .....	44
V.3.4. Synthèse de l'analyse détaillée et criticité finale.....	45
V.4. Conclusion générale de l'analyse des risques .....	46
<b>VI. MOYENS DE PRÉVENTION ET D'INTERVENTION.....</b>	<b>47</b>
VI.1. Moyens de prévention .....	47
VI.1.1. Dispositions constructives .....	47
VI.1.2. Prévention contre les incendies.....	47
VI.1.3. Prévention contre les pollutions accidentelles .....	48
VI.1.4. Emploi de substances dangereuses (explosifs) .....	49
VI.1.5. Prévention contre les éboulements, effondrements, chutes .....	49
VI.1.6. Prévention contre les collisions .....	50
VI.1.7. Protection contre la foudre .....	50
VI.1.8. Actes de malveillance.....	50
VI.1.9. Contrôles.....	51
VI.2. Moyens d'intervention.....	51
VI.2.1. Moyens d'intervention internes.....	51
VI.2.2. Moyens d'intervention externes.....	52

# INDEX DES FIGURES ET DES TABLEAUX

## ➤ LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles .....	40
Figure 2 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches » .....	44

## ➤ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR.....	12
Tableau 2 : Grille d'évaluation de la gravité d'un événement issue de l'Arrêté du 29/09/2005 et de la circulaire du 10/02/2010 .....	13
Tableau 3 : Règles de calculs du nombre de personnes exposées selon l'occupation des sols.....	14
Tableau 4 : Matrice des risques pour la hiérarchisation de l'APR .....	14
Tableau 5 : Cinétique pré-accidentelle des événements initiateurs .....	16
Tableau 6 : Cinétique post-accidentelle des événements .....	17
Tableau 7 : Tableau de cotation et d'appréciation des classes de probabilité - Arrêté du 29/09/05.....	18
Tableau 8 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques simples de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN-61508/Tab.1 de l'Omega 10) .....	22
Tableau 9: Niveaux de confiance pour des systèmes techniques complexes de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN-61508/Tab.2 de l'Omega 10) .....	22
Tableau 10 : Évaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance (Tab.5 de l'Omega 10) 23	
Tableau 11 : Classes de probabilités définies par l'Arrêté du 29 septembre 2005.....	24
Tableau 12 : Grille de criticité des événements (couple Gravité – Probabilité) .....	24
Tableau 13 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière.....	37
Tableau 14 : Synthèse des événements dangereux critiques redoutés de l'APR .....	38
Tableau 15 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR et de leur caractérisation en termes de probabilité initiale et de gravité.....	42
Tableau 16 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus .....	42
Tableau 17 : Synthèse de l'identification des événements initiateurs et des mesures de maîtrise des risques .....	43
Tableau 18 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes dangereux redoutés .....	45
Tableau 19 : Synthèse de la criticité des phénomènes dangereux potentiels.....	45

# I. PRÉAMBULE

---

Le présent dossier de demande d'autorisation d'exploiter a pour objet de régulariser la situation administrative du site suite à l'annulation de l'arrêté préfectoral d'autorisation du 23 août 2012. Les éléments sollicités sont l'exploitation de la fosse dite « fosse 3 » ainsi que son extension, l'extension de la verse dite « SABES » dédiée au stockage des stériles secs, la création d'une nouvelle verse dite « verse Ouest » et le renouvellement de l'autorisation d'exploiter les installations de traitement.

En l'absence de modification des installations de production (usines, atelier, laboratoire) ayant déjà fait l'objet d'une autorisation d'exploiter, la présente étude de dangers est axée sur les risques liés à l'extraction des schistes à andalousite au niveau de la fosse 3 ainsi qu'aux activités de stockage des stériles sur les verses créées ou étendues (verse Ouest et SABES).

# II. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS

---

## II.1. OBJECTIF ET CONTENU DE L'ÉTUDE DE DANGERS

L'étude des dangers doit permettre une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement. Elle a pour le législateur trois objectifs :

- ⇒ Améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise.
- ⇒ Favoriser le dialogue technique avec les autorités d'inspection pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles, dans l'Arrêté d'autorisation.
- ⇒ Informer le public dans la meilleure transparence possible en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques.

Pour cela, l'étude des dangers doit mettre en évidence les accidents susceptibles d'intervenir, les conséquences prévisibles et les mesures de prévention propres à en réduire la probabilité et les effets. Elle décrit les moyens présents sur le site, pour intervenir sur un début de sinistre, et les moyens de secours publics qui peuvent être sollicités.

La description des accidents susceptibles d'intervenir découle du recensement des sources de risques, étant entendu que les accidents peuvent avoir une origine interne ou externe.

L'évaluation des conséquences d'un accident nécessite une description de la nature et de l'extension des impacts sur l'environnement. Cet examen prend en compte les caractéristiques du site et de l'installation.

Les mesures de prévention prises, compte tenu des causes et des conséquences des accidents possibles, sont précisées en vue d'améliorer la sûreté de l'installation.

Enfin, les moyens de secours privés disponibles en cas de sinistre sont recensés.

## **II.2. STRUCTURE DE L'ÉTUDE DE DANGERS ET TEXTES RÉGLEMENTAIRES**

L'étude des dangers est structurée de la manière suivante :

- Un rappel des activités développées sur l'installation étudiée.
- La méthodologie d'analyses des risques utilisée.
- L'analyse des risques incluant une identification des dangers, puis une analyse préliminaire des risques (APR) et enfin une étude détaillée de réduction des risques (EDRR).
- Une description des moyens de prévention et d'intervention.

Elle s'articule autour des principaux textes réglementaires suivants :

- Le code de l'Environnement et notamment ses articles L.511-1 et suivants et R.512-1 et suivants.
- L'Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Les fiches techniques de la circulaire DEVP 1013-7612C du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

# III. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT

## III.1. NATURE DES ACTIVITÉS EXERCÉES

*Note : Le site de Guerphalès et son contexte ont déjà fait l'objet de descriptifs détaillés dans la demande administrative et dans l'étude d'impact, auxquelles ou pourra se reporter. On rappellera dans ce paragraphe les principaux éléments permettant de cadrer le projet, au regard de la nature des dangers potentiels susceptibles d'être induits par le fonctionnement de ce type d'exploitation.*

### III.1.1. RAPPEL DES PRINCIPALES ACTIVITÉS

La société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL sollicite dans le cadre de la présente demande :

- le renouvellement de l'autorisation d'exploiter le site (extraction et traitement du minerai) tel que défini initialement par l'Arrêté préfectoral du 23/08/2012 et l'Arrêté complémentaire du 18/07/2013. Le renouvellement de la surface autorisée porte sur 243,9 ha.
- l'autorisation :
  - o de créer une nouvelle verse de stériles d'extraction (dite verse Ouest) d'une surface de 11,2 ha,
  - o d'étendre la verse de stockage des résidus sableux et secs (dit SABES) sur une surface de 8,5 ha.

Ce projet entraîne donc l'extension de la superficie actuellement autorisée (pour rappel : 243, 9 ha) de 20,8 ha (secteurs annexes inclus) et porte la surface totale du site à 264,7 ha.

La durée de l'autorisation sollicitée est de 18 ans dont 3 ans pour la remise en état du site.

Les principales caractéristiques de l'exploitation du site sont détaillées dans la demande administrative. Elles sont synthétisées dans la fiche de synthèse jointe ci-après.

# FICHE DE SYNTHÈSE

IDENTIFICATION DU DEMANDEUR			
Raison sociale :	IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL		
Coordonnées du siège et du site :	154-156, rue de l'Université 75007 PARIS	lieu-dit Guerphalès 22110 GLOMEL Tel : 02.96.57.70.30 Fax : 02.96.29.83.82	
Signataire de la demande :	Monsieur Michel CORNELISSEN – Président		
LOCALISATION			
Département :	Côtes d'Armor (22)		
Commune :	Glomel		
Nom du site :	Exploitation de Guerphalès		
Coordonnées du site (Lambert 93) :	X = 222,280 à 225,077 km	Y = 6 806,282 à 6 807,991 km	Z = 120 à 300 m NGF
Nature du gisement :	Schistes à andalousite (silicate d'alumine de formule $Al_2SiO_5$ )		
RÉGIME ICPE			
Rubrique ICPE concernées soumises à autorisation :	2510	Exploitation de carrières	
	2515-1	Installations de traitement du minerai	
	2720-2	Stockages de déchets non inertes	
Arrêtés Préfectoraux en vigueur :	Arrêté de prescriptions conservatoires du 08/03/2016 Arrêté de mise en demeure du 08/03/2016 Arrêté préfectoral d'autorisation du 23/08/2012 (annulé par arrêté du 11/12/2015) Arrêté complémentaire du 18/07/2013		
NATURE ET VOLUME DES ACTIVITÉS			
	<b>Rappel AP 23/08/12</b>	<b>AP 08/03/2016</b>	<b>Autorisation sollicitée</b>
Durée :	18 ans	Provisoire	18 ans
Surface totale :	243,9 ha	243,9 ha	264,7 ha
<i>dont : Fosse 3 et annexes :</i>	<i>53,2 ha</i>	<i>53,2 ha</i>	<i>46,1 ha</i>
<i>Fosse 1 et 2 et annexes :</i>	<i>53,9 ha</i>	<i>53,9 ha</i>	<i>58,0 ha</i>
<i>Verse de Kerroué et annexes :</i>	<i>47,5 ha</i>	<i>47,5 ha</i>	<i>43,4 ha</i>
<i>Verse Ouest et annexes :</i>	-	-	<i>17,5 ha</i>
<i>Usines, SABES et digue :</i>	<i>89,3 ha</i>	<i>89,3 ha</i>	<i>99,7 ha</i>
Tonnage maximum annuel :	1 500 000 tonnes/an	1 500 000 tonnes/an	1 500 000 tonnes/an
<i>dont tonnage entrant aux usines :</i>	<i>875 000 t/an</i>	<i>875 000 t/an</i>	<i>875 000 t/an</i>
<i>Tonnage de produits finis :</i>	<i>85 000 t/an</i>	<i>85 000 t/an</i>	<i>85 000 t/an</i>
Puissance des installations :	5 500 kW	5 500 kW	5 500 kW
Nature du traitement :	concassage-broyage-criblage séparation magnétique et gravimétrique séparation électrostatique et flottation		
Cote fond de fouille :	Fosse 2 : 160 m NGF Fosse 3 : 160 m NGF	Fosse 3 : 210 m NGF	Fosse 3 : 160 m NGF
SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE			
Eau :	Site compris dans les périmètres des SAGE Blavet (au Nord) et Ellé-Isole-Laïta (au Sud)		
Milieu naturel :	Site inclus dans la ZNIEFF de type II "Bassin versant de l'Ellé" Proximité des Natura 2000		
Paysage :	Enjeux liés à la réalisation d'une nouvelle verse (Verse Ouest)		
Monuments / sites :	Pas de Monuments Historiques ou sites classés à proximité		
RAISONS DU CHOIX DU PROJET			
Présence d'un gisement unique en Europe et des installations nécessaires à son exploitation			
Pérenniser l'entreprise et maintenir la centaine d'emplois existants sur le site			
Nécessité d'étendre la fosse 3 pour disposer de matériaux tendres sur les paliers superficiels et durs sur les paliers profonds afin d'alimenter simultanément les 2 usines			
Exploitation d'une nouvelle verse pour rationaliser le déplacement des stériles à stocker et éviter la destruction d'une zone humide (1,2 ha)			
Nécessité d'étendre le SABES pour stocker les stériles fins dans de bonnes conditions de stabilité			
Maîtrise foncière assurée en propriété			
Compatibilité des documents d'urbanisme			



Au regard de la législation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, les activités de la société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL relèvent des rubriques suivantes de la nomenclature ICPE, pour le régime de l'autorisation :

- **2510-1** : Exploitation de carrière
- **2515-1** : Installations de traitement des matériaux
- **2720-2** : Installations de stockage de déchets non inertes

### **III.1.2. DESCRIPTIF DE L'EXPLOITATION**

*Cf. descriptif du projet aux chapitres III et IV de la demande administrative*

#### **➤ ZONE EXTRACTIVE**

La fosse actuellement exploitée est la Fosse 3. Elle est située à l'Ouest du site de Guerphalès, à l'Ouest de la RD n°85. Dans le cadre de la présente demande, il est prévu de conserver l'emprise de la fosse 3 étendue et de l'approfondir à la cote de 160 m NGF (comme cela figurait à l'arrêté du 23/08/2012).

#### **➤ ZONE DE TRAITEMENT DES MATERIAUX**

Le secteur dédié au traitement des matériaux pour la production des produits réfractaires représente environ 12,3 ha et est localisé au centre du site, juste au Nord du lieu-dit Guerphalès.

Ce secteur comprend deux usines distinctes :

- l'usine B traite le minerai tendre extrait des paliers supérieurs du gisement,
- l'usine C traite le minerai dur extrait des paliers inférieurs du gisement.

Le présent projet ne prévoit aucune modification des installations de production.

#### **➤ ZONE DE STOCKAGE DES STÉRILES**

Les stériles d'extraction sont stockés en verse. Actuellement, ils sont stockés sur la verse de Kerroué. Dans le cadre du projet, il est prévu de créer une nouvelle verse dite verse Ouest à proximité de la fosse 3.

Les stériles humides issus du traitement du minerai sont, depuis mai 2014, stockés dans la fosse 2 (auparavant, ils étaient stockés dans la fosse 1 et au démarrage du site, dans les années 1970, ils étaient stockés dans ce qui est actuellement dénommé l'ancienne digue).

Les stériles secs issus du traitement du minerai sont stockés en verse, dite SABES.

#### **➤ INSTALLATIONS ANNEXES**

Le site de Guerphalès dispose des installations connexes suivantes :

- un atelier d'entretien des engins de 650 m<sup>2</sup> situé à proximité des usines,
- un magasin et un hangar de stockage où sont stockés les différents produits nécessaires à l'entretien des engins, des installations (huiles, graisses, réactifs, ...),
- les bureaux et les locaux du personnel implantés au Sud des usines,
- deux stations de traitement des eaux (NEUTRALAC) réparties sur le site comprenant des réactifs de neutralisation des eaux (chaux et soude).

## ➤ **STOCKAGES D'HYDROCARBURES**

Le fuel destiné aux engins est stocké dans deux cuves aériennes de 50 et 30 m<sup>3</sup> et positionnées sur rétention adaptées, au niveau de l'atelier.

Les huiles et les graisses neuves sont stockées en fûts de 200 l sur des bacs de rétention réglementaire étanches et dans le hangar situé près du magasin de l'usine.

Les huiles usagées sont stockées dans une cuve aérienne de 3000 litres sur rétention réglementaire également dans l'atelier.

Une cuve aérienne supplémentaire de 1500 l a été mise en place à côté du magasin. Elle est positionnée sur une rétention réglementaire et sert à stocker le gasoil nécessaire aux véhicules légers employés sur l'exploitation.

## ➤ **DISTRIBUTION DE CARBURANTS ET LAVAGE DES CAMIONS**

Le lavage ainsi que l'alimentation en carburant des engins (GNR) et véhicules légers (gasoil) du site est réalisée sur une aire étanche reliée à un séparateur à hydrocarbures et à un débourbeur, implantée près du garage.

Une nouvelle aire de lavage spécifique pour les petits engins et le camion usine est en cours de construction. Elle sera raccordée à un débourbeur et un séparateur à hydrocarbures.

Pour le ravitaillement en carburant des engins sur chenille en carrière, le camion citerne est équipé d'un dispositif de remplissage (pistolet) de sécurité et la citerne est double peau. La cuve d'approvisionnement des véhicules 4 x 4 est située à côté du magasin.

## ➤ **CIRCUIT DES EAUX**

Les eaux superficielles et souterraines susceptibles d'être affectées par les activités d'extraction et de traitement du minerai d'andalousite sont les suivantes :

- les eaux d'exhaure provenant de la fosse en cours d'exploitation (depuis mai 2014, il ne s'agit plus que de la fosse 3),
- les eaux provenant du système de drainage de la verse de Kerroué (un fossé de débordement permet en cas de forte pluie de diriger le surplus de ces eaux vers le circuit de traitement),
- les eaux provenant du système de drainage du stockage des stériles secs (SABES),
- les eaux de procédé provenant de l'usine.

Ces eaux sont dirigées vers une première station de traitement (NEUTRALAC I) où le pH est remonté au lait de chaux, puis sont mises à décanter dans la fosse 2.

Se déposent dans cette fosse à la fois les fines (MES) contenues dans l'eau chargée et les hydroxydes précipités suite à la remontée du pH lors du traitement. Les boues d'hydroxydes des bassins de décantation situés à la sortie du site sont également pompées vers la fosse 2 lors du curage périodique de ces bassins.

Par la suite, l'eau décantée est repompée en fosse 2 pour :

- soit être renvoyée vers l'usine pour le traitement du minerai,
- soit rejoindre le milieu naturel. Dans ce cas, elle passe par la station de traitement NEUTRALAC III (traitement au lait de chaux et, si nécessaire à la soude) puis par une succession de 4 bassins de décantation avant rejet dans le Crazius.

Toutes les eaux collectées sur le site sont traitées avant rejet au milieu naturel.

## **III.2. CONTEXTE ENVIRONNANT**

*Cf. chapitre II- État initial - de l'étude d'impact*

### **➤ HABITAT**

Le milieu est essentiellement rural autour de la carrière, constitué de quelques hameaux, dont notamment « Guerphalès » situé au niveau de l'accès au site. Le bourg le plus proche du site est celui de Glomel, situé à environ 3 km au Nord.

Les habitations les plus proches du périmètre étendu de l'exploitation de la Société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL sont localisées aux lieux-dits « Guermeur » et « Guerphalès » respectivement en limites Nord et Sud du site. La nouvelle verse Ouest se rapprochera également du lieu-dit de Kersaizy.

### **➤ ACTIVITÉS ENVIRONNANTES**

Du fait de l'emplacement du site en secteur rural, les activités exercées dans le secteur du projet sont essentiellement agricoles. Les industries, commerces et entreprises de services sont localisées principalement dans le Bourg de Glomel, situé à environ 3 km au Nord du site de Guerphalès.

### **➤ POINTS D'EAU (EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES)**

A l'image de la situation actuelle, l'exploitation de la fosse 3 étendue, de la verse Ouest et du SABES étendu n'impactera pas les captages AEP locaux :

- l'intégralité des eaux souterraines et pluviales susceptibles d'être impactées par les activités d'extraction et de traitement du minerai d'andalousite sera collectée puis traitée avant d'être rejetée dans le bassin versant de l'Ellé, au Sud du site.
- La société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL suit quotidiennement la qualité des ses eaux d'exhaure, et informe le gestionnaire des captages situé en aval du site des résultats de ce suivi. Une procédure d'alerte a également été mise en place en cas de rejet anormalement élevé.

Le seul rejet qui sera effectué à terme dans le bassin versant du Blavet correspond au détournement qui sera mis en place au niveau de la fosse 3 pour compenser le transfert entre les bassins versants et assurer l'alimentation des ruisseaux de Kerzioc'h et Kerjean.

### **➤ VOIES DE COMMUNICATION**

La RD n°85 constitue le principal axe de desserte du site de Guerphalès, depuis le bourg de Glomel. L'accès au site se fait depuis le lieu-dit « Trégornan » par la voie communale desservant le hameau de « Guerphalès ».

Autour de la carrière, le réseau routier est constitué de voies communales et chemins ruraux.

A noter que le site de Guerphalès se situe de part et d'autre de la route départementale RD n°85.

## ➤ **ESPACES REMARQUABLES**

Le site de Guerphalès est localisé pour partie au sein de la ZNIEFF de type II « Bassin versant de l'Ellé », caractérisée par la présence de tourbières et d'espèces patrimoniales (loutre, saumon, sphaigne de la Pylaie...). Aucune espèce déterminante ZNIEFF n'a toutefois été identifiée sur les secteurs sollicités à l'extension par le bureau d'études ExEco Environnement dans le cadre des inventaires faune flore réalisés en 2016.

Plusieurs monuments historiques et indices archéologiques sont par ailleurs localisés dans le secteur de l'exploitation.

Des fouilles archéologiques ont déjà été réalisées sur la zone d'extension prévue pour le SABES. Celles-ci n'ont rien relevé nécessitant la mise en place de protection particulière.

## IV. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES

---

L'analyse des risques est réalisée en trois grandes étapes dont la méthodologie est précisée ci-après :

- ⇒ Dans un premier temps, l'identification des dangers potentiels associés à l'installation étudiée.
- ⇒ Dans un second temps, une Analyse Préliminaire des risques (APR), destinée à identifier les principaux événements redoutés.
- ⇒ Dans un troisième temps, une Étude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR), destinée à étudier de façon plus précise les phénomènes dangereux redoutés résultant de l'APR et permettre d'en évaluer la probabilité.

---

*Note :* Pour une meilleure compréhension de cette approche d'évaluation des risques, il convient de distinguer la notion de « danger » (qui correspond à l'élément source de risque, comme par exemple une bonbonne de gaz) de la notion de « risque » (qui correspond à la mise en œuvre du danger et qui aura des conséquences plus ou moins graves selon l'exposition des personnes, comme par exemple l'explosion d'une bonbonne de gaz).

---

### IV.1. MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES DANGERS

Cette étape de l'étude a pour objectif d'identifier les dangers potentiels associés à l'exploitation de l'installation étudiée (dans le cas présent une carrière de roches massives exploitée par abattage de la roche par tirs de mines) en recensant :

- les dangers liés aux types d'activités exercées.
- les dangers liés aux process et aux équipements en place.
- les dangers liés aux produits employés.

Cette identification des dangers pourra en outre s'appuyer sur les retours d'expérience en matière d'incidents ou d'accidents, survenus soit dans l'établissement étudié, soit sur des établissements similaires.

Enfin, l'appréciation pourra également être mesurée au regard de la réduction des potentiels de dangers inhérents aux modalités d'exploitation permettant de réduire voire supprimer un danger.

---

*Note :* Concernant des événements ou des éléments externes au site d'exploitation et susceptibles d'avoir des répercussions sur les dangers propres à cette installation, ceux-ci constituent des causes indirectes d'incidents ou d'accidents qui seront le cas échéant pris en compte dans l'analyse des risques de l'installation. Ils ne seront donc pas identifiés ici comme des dangers propres à l'établissement étudié.

---

## IV.2. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES (APR)

L'Analyse Préliminaire des Risques (APR) a pour objectif, sur la base des dangers potentiels identifiés lors de la première étape et de l'accidentologie (interne et externe), d'identifier de la manière la plus exhaustive possible l'ensemble des phénomènes dangereux susceptibles de se produire et de les caractériser.

L'APR présente l'intérêt de pouvoir préciser les éléments de maîtrise des risques qui permettent d'en limiter l'occurrence (diminution de la probabilité) ou l'intensité, l'existence de mesures préventives se traduisant par **l'absence de répercussion hors de l'établissement étudié**, permettant ainsi de considérer que le risque est maîtrisé.

Les événements redoutés qui sont quant-à-eux retenus pour être étudiés de façon plus approfondie dans l'Étude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR) sont les événements pour lesquels :

- les éléments préventifs ne permettent pas de maîtriser convenablement les risques (ce qui entraîne une possible répercussion hors des limites de l'établissement étudié) ;
- la gravité des conséquences n'est pas clairement explicite (étendue du risque non déterminée, nombre de personnes susceptibles d'être impacté non défini, ...).

Cette caractérisation est réalisée sous la forme d'une cotation initiale des phénomènes dangereux identifiés en termes de probabilité, d'intensité des effets et de cinétique de développement, sur la base de la méthodologie détaillée dans les paragraphes ci-après.

La cotation initiale est effectuée par le groupe de travail et en conséquence, libre à ce dernier de retenir les échelles qui lui semblent le mieux adaptées. Il convient néanmoins que les échelles retenues soient compatibles avec les objectifs de l'étude des dangers (protection des tiers).

Les échelles retenues dans cette étude sont présentées ci-dessous.

### IV.2.1. ESTIMATION DE LA PROBABILITÉ INITIALE (PI)

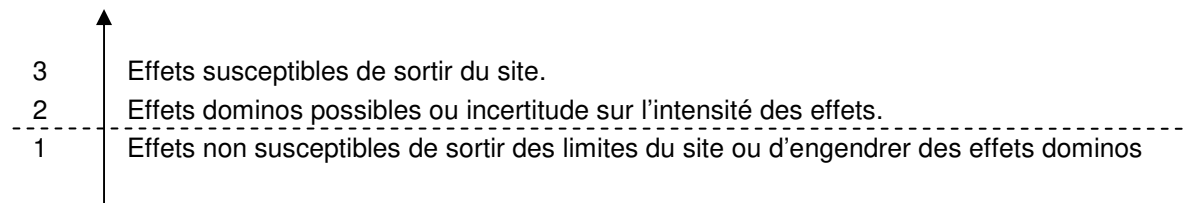
Pour l'estimation de la probabilité initiale (PI), une échelle de classification à 5 niveaux, basée sur le niveau qualificatif de la grille qui découle de l'Arrêté du 29/09/2005, est retenue :

Échelle Qualitative	
<b>Évènement courant</b>	Qui s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives
<b>Évènement probable</b>	Qui s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation
<b>Évènement improbable</b>	Qui s'est déjà produit dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité
<b>Évènement très improbable</b>	Évènement qui s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais à fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité
<b>Évènement possible mais extrêmement peu probable</b>	Évènement qui n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années et d'installations

Tableau 1 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR

## IV.2.2. ESTIMATION DE L'INTENSITÉ DES EFFETS

Pour l'estimation de l'intensité des effets, une échelle simple est retenue, à savoir :



Dans cette échelle, les phénomènes dangereux, dont l'intensité des effets estimée est 1 (effets internes à l'établissement et relevant par conséquent du domaine du Code du Travail), ne sont pas retenus pour l'EDRR.

La modélisation des phénomènes dangereux à l'origine d'effets éventuels d'intensité 2 permettra de lever d'éventuelles incertitudes et d'identifier ceux susceptibles d'occasionner des effets dominos.

Ils pourront ainsi être retenus comme phénomènes dangereux si leurs effets sont susceptibles de sortir des limites de site ou comme événement initiateur d'un autre phénomène dangereux.

## IV.2.3. ESTIMATION DE LA GRAVITÉ

Pour chacun des phénomènes dangereux identifiés et pour lesquels les effets sont susceptibles de sortir des limites du site, une évaluation de la gravité est également réalisée.

En particulier, les effets thermiques, rayons de surpression, distances des seuils d'effets pour les émissions atmosphériques peuvent être quantifiés par des modélisations et comparés aux seuils de référence définis dans l'Arrêté du 29 septembre 2005 et la circulaire du 10 mai 2010. En parallèle, une évaluation de la sensibilité de l'environnement humain de l'établissement est réalisée.

Ces éléments permettent de définir les niveaux de gravité selon le tableau ci-dessous :

Niveau de gravité des conséquences	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs (SELS)	Zone délimitée par le seuil des effets létaux (SEL)	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine (SEI)
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées *	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes	Entre 10 et 100 personnes exposées
Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

\* Personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

**Tableau 2 : Grille d'évaluation de la gravité d'un événement issue de l'Arrêté du 29/09/2005 et de la circulaire du 10/02/2010**

Pour les événements étudiés autres que ceux pour lesquels l'Arrêté du 29 septembre 2005 fixe des seuils de références ou difficilement modélisables, le risque pourra être apprécié sur un mode qualitatif ou semi-quantitatif et être comparé à cette grille d'évaluation de la gravité.

Le nombre de personne exposée est calculé à partir de la fiche technique N°1 « Éléments pour la détermination de la gravité des accidents » de la circulaire du 10 mai 2010, qui définit les règles de comptages des personnes susceptibles d'être exposées à des effets létaux ou irréversibles.

Pour exemple, on précisera ci-après la détermination du nombre de personnes potentiellement exposées en fonction de différents types d'occupation des sols :

Type de zone	Nombre de personnes exposées
Habitat en zone rurale	20 personnes / ha
Habitat en zone semi-rurale	40-50 personnes / ha
Habitat en zone urbaine	400-600 personnes / ha
Champs, prairies, forêts, friches...	1 personne / 100 ha
Voie routière non saturée	0,4 personnes / km / 100 véhicules-jour
Voie ferrée	0,4 personnes / km / train de voyageurs
Chemins de randonnées, de promenade	2 personnes / km / 100 promeneurs-jour

**Tableau 3 : Règles de calculs du nombre de personnes exposées selon l'occupation des sols**

#### IV.2.4. ESTIMATION DE LA CRITICITÉ INITIALE

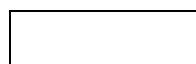
Les phénomènes identifiés au cours de l'analyse préliminaire des risques, une fois évalués en termes de probabilité initiale et gravité, peuvent alors être hiérarchisés grâce à une « matrice des risques ».

La matrice utilisée est la suivante :

Gravité \ Probabilité	Extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Probable	Courant
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré					



Évènement nécessitant d'être retenu dans l'étude détaillée de réduction des risques (analyse semi-quantitative de la probabilité d'occurrence avec prise en compte des mesures de maîtrise des risques).



Évènement non retenu pour l'étude détaillée de réduction des risques, pouvant être estimé comme acceptable.

**Tableau 4 : Matrice des risques pour la hiérarchisation de l'APR**



## **IV.3. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE DÉTAILLÉE DE RÉDUCTION DES RISQUES (EDRR)**

L'objectif de l'**Étude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR)** est de démontrer le degré de maîtrise des risques pour chacun des évènements redoutés identifiés dans l'APR de l'étape précédente.

Pour cela, l'objectif est de pouvoir préciser les éléments de maîtrise des risques qui permettent d'en limiter l'occurrence ou la gravité (l'existence de mesures préventives se traduisant par l'absence de répercussion hors de l'établissement étudié permet ainsi de considérer que le risque est maîtrisé).

A ce titre, elle est appliquée suivant la méthodologie suivante :

1. Apprécier la probabilité des phénomènes redoutés identifiés au niveau de l'APR comme nécessitant cette analyse détaillée (cases « rouges » dans la matrice des risques précédente) :
  - Une évaluation plus précise de la probabilité en déterminant l'ensemble des scénarios pouvant mener aux accidents et phénomènes identifiés, et en établissant des arbres en causes,
  - Une estimation de la fiabilité des éléments de prévention permettant de réduire la probabilité de l'évènement redouté.
2. Déterminer la criticité d'un évènement redouté et ainsi mettre en évidence (ou non) les évènements majeurs à partir des couples probabilité / gravité obtenus.
3. En cas d'évènements majeurs, proposer des mesures complémentaires permettant de supprimer le risque d'accident majeur.

Cette méthodologie est issue de l'Arrêté ministériel du 29 septembre 2005 et de la circulaire du 10 Mai 2010.

L'Arrêté ministériel du 29 septembre 2005 détermine les seuils réglementaires pour apprécier l'intensité des effets physiques des phénomènes dangereux, la gravité des accidents et les classes de probabilité de ces phénomènes et accidents.

### **IV.3.1. CINÉTIQUE**

L'estimation de la cinétique permet de quantifier de façon plus ou moins précise le temps d'apparition d'un évènement.

Deux types de cinétique peuvent être déterminés :

- la cinétique pré-accidentelle, qui est la durée nécessaire pour aboutir à l'évènement redouté central, c'est à dire le délai entre l'évènement initiateur et la libération du potentiel de danger,
- la cinétique post-accidentelle, qui est déterminée par la dynamique du phénomène dangereux et l'exposition des cibles.

#### **➤ CINÉTIQUE PRÉ ACCIDENTELLE**

##### **❖ Cinétique d'un incendie et de l'explosion**

Afin de déterminer la cinétique pré-accidentelle, il faut prendre en compte la cinétique de l'ensemble des évènements initiateurs puisqu'elle peut être différente selon les cas.

Par exemple, entre un échauffement et une étincelle, le délai avant d'atteindre une chaleur suffisante pour le déclenchement d'un incendie ou d'une explosion pourra varier de manière importante.

Le tableau ci-après précise le délai de formation de l'événement indésirable, c'est-à-dire le point d'ignition qui sera à l'origine d'une explosion ou d'un incendie si les autres conditions de déclenchement de cet événement sont réunies :

- pour une explosion : mise en suspension de poussières combustibles, atteinte de la LIE, confinement, présence d'air,
- pour un incendie : présence d'un comburant et d'un combustible.

Évènements initiateurs	Délai avant libération du potentiel de danger	Cause
Foudre	quelques millisecondes	Atteinte de l'énergie minimale d'inflammation
Électricité statique	quelques secondes	
Travail par point chaud	quelques minutes	
Flamme nue	quelques minutes	
Étincelle électrique	quelques secondes	
Point chaud d'origine mécanique	quelques minutes	Atteinte de la température d'auto-échauffement

**Tableau 5 : Cinétique pré-accidentelle des évènements initiateurs**

L'atteinte de l'énergie d'inflammation ou de la température d'auto-échauffement est variable selon les produits en cause. Il est donc nécessaire de rappeler les différentes caractéristiques d'inflammabilité vis-à-vis desquelles dépendra la cinétique pré-accidentelle :

- ⇒ **La combustibilité** est la capacité d'un produit à réagir avec un comburant (oxygène de l'air) avec développement de chaleur et de lumière.
- ⇒ **Le point d'éclair** est la plus faible température à laquelle il faut porter un liquide pour qu'une quantité suffisante de vapeurs soient émises pour obtenir une inflammation lorsqu'on applique une source d'allumage.
- ⇒ **La température d'auto-inflammation** est la température minimale à laquelle l'allumage est obtenu par chauffage en l'absence de toute source d'allumage auxiliaire.

La température d'auto-échauffement est la plus faible température d'un liquide ou d'un solide en l'absence d'air pour laquelle, dans des conditions spécifiées, des réactions avec dégagement de chaleur démarrent dans la substance ou à sa surface. Sous air, l'auto-échauffement peut conduire à l'auto-inflammation.

Avant l'incendie, la période d'induction plus ou moins longue est la durée pendant laquelle il est possible de détecter l'incendie. Il faut noter que les conditions de ventilation jouent également un rôle important dans l'évolution d'un incendie : quantité nécessaire de comburant (l'oxygène de l'air), pertes de chaleur par convection et par rayonnement.

#### ❖ **Cinétique d'une pollution**

Dans le cas d'une pollution, les évènements initiateurs peuvent concerner :

- une cause humaine (renversement, vanne de manœuvre ouverte...),
- une rupture ou une fuite du contenant.

Dans le cas d'une cause humaine, la cinétique pré-accidentelle est de l'ordre de la seconde, puisque la libération du potentiel de danger est immédiate dès l'événement déclencheur.

Pour une rupture ou une fuite du contenant, la cinétique pré-accidentelle est généralement liée au degré d'usure du contenant et peut donc concerner plusieurs années. Cet événement découle d'un mauvais entretien ou de conditions de stockage dégradées qui vont entraîner une détérioration du contenant plus ou moins rapide.

❖ **Cinétique d'une émission toxique**

La cinétique pré-accidentelle d'une émission toxique pourra être variable, dépendante de l'évènement initiateur. Dans le cas d'émissions toxiques consécutives à un incendie (fumées), la cinétique pré-accidentelle est directement liée à la cinétique de l'incendie et donc de l'ordre de quelques millisecondes (foudre) à quelques minutes (point chaud, etc.).

Dans le cas d'un nuage de substance toxique, la cinétique pré-accidentelle varie en fonction de l'évènement à l'origine de la création de ce nuage : fuite d'une substance liquide avec évaporation de nappe, fuite d'une substance gazeuse, décomposition d'un produit sous l'effet de la chaleur, réaction chimique d'incompatibilité ou liée à un emballement, etc.

Elle peut donc être de l'ordre de la seconde (fuite sur canalisation, rupture de stockage, etc.) à plusieurs minutes voire heures (réaction chimique incontrôlée puis ouverture de soupape ou rupture de capacité).

➤ **CINÉTIQUE POST ACCIDENTELLE**

Plusieurs délais caractérisent la cinétique post accidentelle :

- le délai d'occurrence d1 qui a lieu dès que les conditions nécessaires à un évènement sont réunies,
- le délai de montée en puissance d2 jusqu'à un état stationnaire,
- le délai d'atteinte des cibles d3,
- la durée d'exposition des cibles d4.

	<b>d<sub>1</sub> : délai d'occurrence</b>	<b>d<sub>2</sub> : délai de montée en puissance</b>	<b>d<sub>3</sub> : temps d'atteinte</b>	<b>d<sub>4</sub> : durée d'exposition</b>	<b>Cinétique de l'évènement</b>
<b>Incendie</b>	immédiat dès l'inflammation du produit	plusieurs minutes à plusieurs heures	immédiat car propagation du rayonnement à la vitesse de la lumière	immédiat à plusieurs heures selon les possibilités de mises à l'abri (l'estimation des conséquences est basée sur une durée inférieure ou égale à 2 minutes)	Plusieurs minutes à plusieurs heures. Phénomène immédiatement ressenti
<b>Explosion</b>	immédiat	quelques millisecondes car l'onde de choc provoquée par une explosion est instantanée	quelques millisecondes car les ondes de choc se transmettent à la vitesse du son dans l'atmosphère	quelques millisecondes	Immédiat. Phénomène immédiatement ressenti
<b>Pollution</b>	immédiat	plusieurs minutes	plusieurs minutes à plusieurs jours selon la distance des cibles, les compartiments touchés (eau/sol) et la configuration du terrain	plusieurs heures à plusieurs jours	Plusieurs heures à plusieurs jours. Phénomène immédiat pouvant être long selon la cible
<b>Émissions toxiques</b>	Immédiat dès formation des produits	plusieurs minutes à plusieurs heures	plusieurs minutes à plusieurs heures en fonction des conditions météorologiques notamment	plusieurs minutes à plusieurs heures selon les possibilités de mises à l'abri	Plusieurs minutes à plusieurs heures. Phénomène immédiat pouvant être long selon la cible

**Tableau 6 : Cinétique post-accidentelle des évènements**

### IV.3.2. ÉVALUATION DE LA PROBABILITÉ

#### ➤ CLASSES DE PROBABILITÉS

Le tableau ci-après met en relation les ordres de grandeur ainsi que les appréciations quantitatives des probabilités qui vont être calculées. Ce tableau découle de l'Arrêté du 29/09/2005.

Classe de probabilité	E	D	C	B	A
Semi-quantitative	Échelle intermédiaire permettant de tenir compte des mesures de maîtrise des risques				
Quantitative	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	

Tableau 7 : Tableau de cotation et d'appréciation des classes de probabilité - Arrêté du 29/09/05

L'objectif de ce tableau est de positionner chaque évènement dans une classe de probabilité allant de A à E, sur la base de l'évaluation semi quantitative ou quantitative de la probabilité.

Pour la réalisation de la présente étude de dangers, une évaluation semi-quantitative a été retenue. La méthode utilisée est décrite ci-dessous.

#### ➤ RÉALISATION DES NŒUDS PAPILLON

Une méthode de représentation des scénarii d'évènements dangereux par un système d'arborescence peut être utilisée. Ce type de représentation présente l'avantage d'une lecture simple et immédiate qui permet de faire ressortir les différentes causes pouvant être à l'origine d'un évènement majeur et leurs interrelations.

Le nœud papillon est un outil qui contient un arbre de défaillances et un arbre d'évènements. Il s'articule autour d'un évènement redouté central, avec :

- du côté gauche, l'arbre de défaillances qui s'attache à identifier les causes ou évènements initiateurs. Les liens entre ces évènements sont figurés par des portes « ET » ou « OU ». La porte « ET » signifie que l'ensemble des conditions amont doivent être présentes, tandis que la porte « OU » signifie que l'un des évènements amont suffit pour l'apparition de l'évènement indésirable.
- du côté droit, l'arbre des évènements dans lequel sont précisés les éventuels évènements redoutés secondaires et les phénomènes dangereux qu'ils peuvent entraîner ainsi que leurs conséquences (arbre des conséquences).

Ce type de représentation permet également de démontrer la bonne maîtrise des risques, avec la possibilité de superposer à ce logigramme les différentes barrières de sécurité préventive et de protection mises en œuvre. Ces nœuds papillon permettent ainsi la détermination des probabilités d'occurrence via une méthode semi-quantitative d'« approche par barrières ».

## ➤ DÉTERMINATION DE LA PROBABILITÉ

### ❖ Généralités

L'approche par barrière consiste tout d'abord à vérifier, sur la base de certains critères, si la barrière de sécurité peut être retenue pour le scénario étudié. Il est ensuite attribué un niveau de confiance aux barrières de sécurité retenues.

La combinaison de la fréquence d'occurrence de l'événement initiateur et des niveaux de confiance des barrières de sécurité participant à la maîtrise d'un même scénario, permet d'estimer une classe de probabilité d'occurrence du scénario.

Cette démarche découle de travaux menés par l'INERIS dans le cadre de programmes de recherche financés par le Ministère chargé de l'environnement, à savoir le DRA 39 « *Évaluation des barrières de sécurité de prévention et de protection utilisées pour réduire les risques d'accidents majeurs* », le DRA-34 « *Analyse des risques et prévention des accidents majeurs* », ainsi que de diverses études réalisées par la Direction des Risques Accidentels.

La probabilité d'un événement initiateur est issue de l'expérience et elle inclut des barrières de sécurité et leur efficacité. On considère notamment :

- La résistance des matériels mis en jeu.
- Les procédures internes de sécurité mises en œuvre.
- Les procédures de sécurité qui permettent d'éviter l'événement initiateur (source d'ignition par exemple).

Cependant, la probabilité des événements initiateurs reste très souvent aléatoire, en l'absence de données bibliographiques suffisantes à l'heure actuelle.

En conséquence, dans la présente étude, la démarche suivante a été retenue :

1. Prise en compte de la probabilité de l'événement initiateur lorsque celle-ci existe et s'avère fiable.
2. Prise en compte des barrières organisationnelles et techniques (ainsi que des caractéristiques intrinsèques) mises en place au regard des événements courants pour déterminer la probabilité de l'événement initiateur, chaque événement courant ayant par défaut une probabilité initiale de classe A (événement courant).
3. Comparaison, lorsque cela s'avère possible, de la probabilité de l'événement initiateur avec la probabilité du même événement initiateur déterminé pour une autre branche d'activité.

## ❖ Définitions

Afin de faciliter la compréhension de la démarche d'évaluation de la probabilité d'un évènement dangereux, on précisera ci-après quelques définitions sur les termes employés :

- ⇒ **Barrière technique de sécurité (BTS)** : barrière qui permet d'assurer une fonction de sécurité. Elle est constituée d'un dispositif de sécurité ou d'un système instrumenté de sécurité qui s'oppose à l'enchaînement d'événements susceptibles d'aboutir à un accident.
- ⇒ **Dispositif de sécurité** : c'est en général un élément unitaire, autonome, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité, dans sa globalité. On distingue :
  - le dispositif passif, qui ne met en jeu aucun système mécanique,
  - le dispositif actif, qui met en jeu un dispositif mécanique (ressort, levier...).
- ⇒ **Efficacité** : l'efficacité d'une BTS est évaluée au regard de son aptitude à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans son contexte d'utilisation et pendant une durée donnée de fonctionnement. Cette aptitude s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie, en considérant un fonctionnement normal (non dégradé). Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière technique de sécurité.
- ⇒ **Système instrumenté de sécurité (SIS)** : combinaison de capteurs, d'unité de traitement et d'actionneurs (équipements de sécurité) ayant pour objectif de remplir une fonction ou sous fonction de sécurité.
- ⇒ **Équipement de sécurité** : élément d'un SIS qui remplit une sous-fonction de sécurité.
- ⇒ **Fonction de sécurité** : fonction ayant pour but la prévention et la protection d'événements redoutés. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.
  - une même fonction de sécurité peut être réalisée par différentes barrières de sécurité,
  - une fonction de sécurité peut se décomposer en sous-fonctions de sécurité liées.
- ⇒ **Niveau de confiance (NC)** : c'est une adaptation par l'INERIS des exigences des normes NF-EN 61508 et CEI 61511, notamment quant aux architectures des systèmes pour tous les équipements de sécurité, quelle que soit leur technologie.
- ⇒ **Principe de concept éprouvé** : un équipement simple est de conception éprouvée soit, lorsqu'il a subi des tests de « qualification » par l'utilisateur ou d'autres organismes, soit lorsqu'il est utilisé depuis plusieurs années sur des sites industriels et que le retour d'expérience sur son application est positif. Pour cela, on peut s'appuyer sur :
  - le retour d'expérience de l'utilisateur (exploitant, service maintenance, inspection...), voire du fournisseur,
  - l'accidentologie (retour d'expérience des accidents et incidents),
  - les standards indiqués par des syndicats professionnels.
- ⇒ **Redondance** : existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise.
- ⇒ **Temps de réponse** : il correspond à l'intervalle de temps entre le moment où une barrière de sécurité, dans un contexte d'utilisation, est sollicitée et le moment où la fonction de sécurité assurée par cette barrière de sécurité est réalisée dans son intégralité. Il s'exprime en secondes.

## ❖ Critères de prise en compte des barrières

Les performances des mesures de maîtrise des risques doivent être évaluées et justifiées. Plus généralement, pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de sécurité indépendantes doivent répondre à quatre critères :

### **Efficacité, Cinétique, Maintenabilité, Testabilité.**

L'INERIS a par exemple proposé deux méthodes d'évaluation de la performance des mesures de maîtrise des risques\* : l'une adaptée aux mesures techniques et la seconde méthode concernant les mesures organisationnelles, à travers des critères d'efficacité, d'indépendance, de temps de réponse et enfin, par l'attribution d'un niveau de confiance :

⇒ **L'indépendance** : il faut s'assurer que la mesure de sécurité est bien indépendante du procédé, des autres dispositifs et de l'exploitation.

L'efficacité ou capacité de réalisation (*Cf. définitions ci-dessus*) : elle est liée au dimensionnement du dispositif. L'évaluation en termes de capacité de réalisation passe par l'étude de trois critères :

- Concept éprouvé,
- Dimensionnement adapté,
- Résistance aux contraintes spécifiques.

⇒ **Le temps de réponse** (*Cf. définitions ci-dessus*) : le temps de réponse est à comparer à la cinétique du phénomène.

⇒ **Le niveau de confiance (ou intégrité de sécurité)** : c'est la probabilité de défaillance à la sollicitation de la mesure de sécurité, dans son environnement d'utilisation, soit la probabilité qu'elle n'assure pas la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie lorsqu'elle est sollicitée. Cette probabilité est calculée pour une capacité de réalisation et un temps de réponse donnés. La probabilité de défaillance est liée aux paramètres suivants :

- Type d'architecture,
- Principe de sécurité positive,
- Tolérance à la première défaillance,
- Comportement sur défaut (mise hors service, blocage ou dérive possible),
- Maintien dans le temps de la qualité de la mesure (existence de procédures de tests réguliers, de maintenance préventive, de procédures d'installation ou d'inspection/audits internes).

Ainsi, ces mesures doivent tout d'abord répondre au même critère d'indépendance et sont regroupées en deux catégories : **les mesures de pré-dérive** (ex : contrôle d'une température avant la mise en œuvre du process) et les **mesures de rattrapage de dérive** (ex : extinction d'un incendie par un opérateur).

Pour évaluer la performance de ces mesures, des pré-requis sont indispensables : la formation et l'habilitation des opérateurs, la coordination et la communication opérationnelle des acteurs (notamment dans le cas d'un travail d'équipe), l'entraînement et les exercices, l'encadrement du recours à la sous-traitance, ainsi que le critère de disponibilité des opérateurs. Ces critères sont impératifs pour considérer qu'une mesure de ce type est efficace.

\* OMEGA 10 - Évaluation des dispositifs de prévention et de protection utilisés pour réduire les risques d'accidents

❖ **Détermination du niveau de confiance (NC)**

Le niveau de confiance des barrières de sécurité est déterminé selon la méthode définie par l'INERIS.

Le niveau de confiance ne se substitue pas aux normes NF-EN 61508 et CEI 61511 relatives à la sécurité fonctionnelle. La démarche proposée est une méthode d'évaluation qualitative « simple » en vue d'évaluer la performance des barrières techniques et humaines de sécurité.

Les niveaux de confiance des barrières de sécurité sont basés sur :

- La fiche N°7 de la circulaire du 10 mai 2010.
- Le guide OMEGA 10 de l'INERIS portant sur l'évaluation des barrières techniques de sécurité.
- Le guide OMEGA 20 de l'INERIS portant sur l'évaluation des barrières humaines de sécurité.

♦ **Cas des barrières techniques de sécurité**

Avant de déterminer ce niveau de confiance pour les barrières techniques de sécurité (BTS), il est important de vérifier que cette BTS est de concept éprouvé, qu'elle est indépendante du procédé et qu'elle est indépendante d'une autre BTS. Le niveau de confiance est ensuite déterminé par :

- une proportion de défaillance en sécurité (ou Safe Failure Fraction – SFF) qui correspond au rapport du taux de défaillances détectées sur la somme des taux de défaillances du système. Cette valeur est généralement inférieure à 60% mais qui selon les cas (bon retour d'expérience, essais, niveau SIL selon la norme NF-EN 61511, etc.) peut augmenter vers des niveaux (SFF) de l'ordre de 99% ;
- une tolérance aux anomalies matérielles qui est l'équivalent d'une redondance.

On obtient alors un niveau de confiance défini selon les grilles données dans le rapport Oméga 10 de l'INERIS pour les systèmes techniques dits « simples » (vannes, relais, interrupteurs...) ou « complexes » (système capable de traiter une information).

Proportion de défaillances en sécurité	Tolérances aux anomalies matérielles (redondance de barrières de sécurité)		
	0	1	2
<60%	NC1	NC2	NC3
60 – 90 %	NC2	NC3	NC4
90 – 99 %	NC3	NC4	NC4
> 99 %	NC3	NC4	NC4

**Tableau 8 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques simples de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN-61508/Tab.1 de l'Omega 10)**


Proportion de défaillances en sécurité	Tolérances aux anomalies matérielles (redondance de barrières de sécurité)		
	0	1	2
<60%	NC0	NC1	NC2
60 – 90 %	NC1	NC2	NC3
90 – 99 %	NC2	NC3	NC4
> 99 %	NC3	NC4	NC4

**Tableau 9: Niveaux de confiance pour des systèmes techniques complexes de sécurité (Extrait et adapté de la norme CEI-EN-61508/Tab.2 de l'Omega 10)**



#### ♦ Cas des dispositifs passifs de sécurité

Pour déterminer le niveau de confiance d'un dispositif passif de sécurité (cuvette de rétention, mur coupe-feu, etc.), il faut déterminer sa probabilité moyenne de défaillance (ou taux de défaillance à la sollicitation/PFD). Une fois celle-ci estimée, le tableau suivant qui est inspiré de la norme NF EN 61508 permet de faire le lien avec le niveau de confiance.

Probabilité moyenne de défaillance	Sens d'évolution de la probabilité de défaillance	Niveau de confiance
$10^{-5} \leq \text{PFD} < 10^{-4}$		NC4
$10^{-4} \leq \text{PFD} < 10^{-3}$		NC3
$10^{-3} \leq \text{PFD} < 10^{-2}$		NC2
$10^{-2} \leq \text{PFD} < 10^{-1}$		NC1

**Tableau 10 : Évaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance (Tab.5 de l'Omega 10)**

L'exploitation des bases de données montre que le NC pour les murs coupe-feu et les cuvettes de rétention serait de 2.

Le niveau de confiance pourra être maintenu ou décoté en fonction des procédures et des moyens (maintenance, inspection...) mis en œuvre par l'industriel pour maintenir dans le temps le niveau de confiance du dispositif.

---

*Note : en l'absence d'études spécifiques ou d'un retour d'expérience suffisant permettant d'apprécier la probabilité de défaillance d'un système, le niveau de confiance retenu par défaut sera NC1.*

---

#### ♦ Cas des barrières humaines organisationnelles

Pour les barrières organisationnelles et selon la fiche N°7 de la circulaire du 28/12/2006, le niveau de confiance initial à retenir est déterminé selon les critères suivants :

- **NC2**, dans le cas d'une mesure de pré-dérive réalisée par une personne dédiée spécifiquement à cette action (spécialiste),
- **NC1**, dans le cas d'une mesure de pré-dérive réalisée par l'opérateur chargé du process,
- **NC1**, dans le cas de mesures de rattrapage de dérive (intervention sur un incident).

Dans un second temps, conformément aux recommandations de l'INERIS, ce niveau de confiance pourra être maintenu ou décoté, en fonction :

- de la simplicité de détection de l'évènement anormal,
- de la simplicité du diagnostic, quant aux choix de l'opération à mener pour empêcher le scénario redouté de se produire,
- de la simplicité de l'action de sécurité à conduire pour éviter ou en réduire les effets,
- de la pression temporelle à laquelle sont soumis les intervenants, si le temps d'intervention doit être bref ou si la cinétique des événements menant à l'accident est rapide.

#### ♦ Formations et consignes

Les formations et consignes de sécurité sont des éléments qui participent à la fiabilité et au maintien du niveau de confiance d'autres barrières de sécurité. De ce fait, **aucun niveau de confiance ne leur est appliqué** de manière spécifique et elles ne sont pas prises en compte dans la détermination de la probabilité.

#### ❖ Détermination de la probabilité

Pour rappel, il existe 5 classes de probabilités définies dans l'Arrêté du 29/09/2005. Elles sont indiquées ci-dessous :

Classe	E	D	C	B	A
Probabilité	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	

Tableau 11 : Classes de probabilités définies par l'Arrêté du 29 septembre 2005

Le passage d'une classe à une autre sous-entend une réduction de probabilité d'un facteur 10.

La probabilité d'occurrence est déterminée à partir des arbres des causes et des conséquences. Pour chaque branche de l'arbre, on part de la probabilité définie pour l'évènement initiateur (classe A prise par défaut, en l'absence de données bibliographiques précises) que l'on décote en fonction des niveaux de confiance des différentes barrières de sécurité mises en œuvre pour en réduire l'occurrence :

- En présence d'une barrière NC1 : décote d'une classe (A donnera B ; B donnera C ...).
- En présence d'une barrière NC2 : décote de deux classes (A donnera C).
- En présence d'une barrière NC1 et d'une barrière NC2 : décote de trois classes (A donnera D), etc.

Lors de passage de portes « ET » ou « OU », les règles de détermination de probabilités suivantes sont appliquées :

- portes « ET » : une multiplication des deux classes de probabilité est réalisée. Par exemple : classe B (10<sup>-2</sup>) x classe C (10<sup>-3</sup>) = classe E (10<sup>-5</sup>),
- portes « OU » : la probabilité de classe la plus élevée est retenue. Par exemple une probabilité de classe A ou une probabilité de classe B découleront sur la prise en compte d'une probabilité de classe A.

### IV.3.3. DÉTERMINATION DE LA CRITICITÉ

Une évaluation de la gravité et de la probabilité sera réalisée pour chaque phénomène dangereux étudié, selon les grilles définies dans l'Arrêté du 29/09/2005.

Ces deux paramètres forment un couple « gravité – probabilité » qui est alors placé dans la matrice ci-après, définie par la circulaire du 10/05/2010, en vue de hiérarchiser le risque et définir la criticité du phénomène dangereux.

Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Non partiel (établissements nouveaux) MMR rang 2 (pour site existant)	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1
Modéré					MMR rang 1




	<b>Risque élevé</b> : Évènement nécessitant de modifier certaines dispositions d'exploitation	} Des mesures compensatoires doivent être proposées et une réévaluation de leur gravité ou de leur probabilité réalisée pour pouvoir tendre vers une criticité moindre
	<b>Risque intermédiaire</b> : Évènement nécessitant des mesures de maîtrise des risques (MMR) complémentaires spécifiques.	
	<b>Risque moindre</b> : le risque résiduel est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées	

Tableau 12 : Grille de criticité des évènements (couple Gravité – Probabilité)

## V. ANALYSE DES RISQUES

### V.1. IDENTIFICATION DES DANGERS PRÉSENTS SUR LE SITE

#### V.1.1. DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS D'EXPLOITATION

Les dangers liés aux équipements et aux procédés d'exploitation du site de Guerphalès à Glomel sont les suivants :

❖ Les structures d'exploitation (risque : Effondrements de tout ou partie des structures d'exploitation sur un tiers)

Les structures susceptibles de présenter un risque d'effondrement concernent en premier lieu les différents bâtiments (installations fixes de traitement (usines), atelier de maintenance, locaux sociaux, bascules).

Le risque d'effondrement serait à associer à un défaut de montage, de génie civil au niveau des éléments de soutien, voire à une moindre résistance de ces structures suite par exemple à un incendie.

A noter qu'au niveau de la fosse 3 et de la verse Ouest, il n'y a pas d'infrastructure en place. Sur le SABES, les seules infrastructures présentes sont les convoyeurs fixes et mobiles.

❖ Les structures des zones de stockage des stériles (risque : Effondrements de tout ou partie des versures sur un tiers)

La mise en stockage en verse des stériles d'exploitation a fait l'objet d'études spécifiques afin de garantir leur stabilité (construction par couches, pente de talutage de 26 °, redan plat de 2 m entre chaque couche, imperméabilisation puis végétalisation des secteurs arrivés à leur limite).

Les stériles secs de l'usine (SABES) sont transportés et mis en stockage par un convoyeur. Les matériaux sont déversés depuis le sommet de la verse. La pente de talus correspond à l'équilibre naturel des matériaux (angle de frottement interne).

Le maintien des distances en périphérie de verse (d'au moins 10 m par rapport à la limite de site) permet de réduire également le risque d'un effondrement des matériaux en dehors du site.

Les stériles humides sont stockés en fosse jusqu'au niveau du terrain naturel.

Par ailleurs, l'ensemble des versures et barrages du site fait l'objet de contrôles réguliers :

- Visite mensuelle d'inspection des conditions de stabilité,
- Contrôle externe tous les 5 ans par un expert géotechnicien.

❖ Les excavations (risque : Éboulements sur un tiers et chutes de tiers liés à la présence de d'excavation)

Le danger lié à ces deux types d'évènements est directement associé à la présence des fosses. Néanmoins, la fosse 1 est actuellement remplie par les stériles humides et la fosse 2 n'est plus exploitée depuis mai 2014. Elle est actuellement en cours de remplissage par les stériles humides.

Au niveau de la fosse 3, l'exploitation est réalisée par gradins successifs présentant des hauteurs de fronts de 10 m maximum.

L'instabilité éventuelle d'un ou plusieurs fronts, voire leur sous-cavage, contribuerait à accentuer les risques d'**éboulements** ou de **chutes** et constituerait donc un danger pour toute personne évoluant à proximité ou au sein de cette excavation.

Les fronts de taille font l'objet d'un contrôle mensuel d'inspection des conditions de stabilité et ont été conçu initialement par un expert géotechnicien.

La présence de bassins en eau (bassins de collecte ou de traitement des eaux, fosses 1 et 2) peut également constituer un danger pour toute personne non autorisée et pénétrant sur le site (**risque de chute/noyade**).

#### ❖ Les installations de transformation

Les installations de traitement des matériaux (usines) présentes sur site peuvent représenter un danger pour les tiers (incendie, explosion, effondrement). Toutefois, ces installations sont situées au centre du site à plusieurs centaines de mètres des premières habitations et des limites du site. Ces installations ayant déjà fait l'objet d'une autorisation d'exploiter et n'étant pas modifiées dans le cadre du présent projet, les éventuels dangers liés à ces installations ne sont pas repris en détail dans la présente étude.

#### ❖ Les engins roulants

Les engins roulants qui sont présents sur site peuvent représenter un danger pour les tiers s'aventurant sur le site (risque de collision avec des tiers se retrouvant sur le site, qu'ils soient piétons ou en voiture).

Ils peuvent également représenter un danger en cas d'incendie et de rayonnement de flux thermiques en dehors des limites du site.

Toutefois les engins (2 chargeuses et 2 tombereaux) circulant au niveau de la fosse 3 et de la verse de Kerroué, puis de la verse Ouest, restent et resteront suffisamment éloignés des limites de propriété (plusieurs dizaines de mètres). Ainsi, même en cas d'incendie de l'un de ces engins, les flux thermiques ne seront pas de nature à généré un risque pour l'extérieur.

Il en est de même pour les engins qui évoluent sur le secteur de l'usine (camion usine, chargeuse, chariots élévateurs, mini-chargeuses, ...).

### V.1.2. DANGERS LIÉS AUX PRODUITS PRÉSENTS SUR LE SITE

#### ➤ IDENTIFICATION DES PRODUITS DANGEREUX

Il n'existe pas de stockage de produits dangereux directement sur la zone d'extraction (fosse 3) ni sur les verses de stériles du site de Guerphalès.

En particulier, aucun stockage d'explosif n'existe sur le site : les explosifs et détonateurs utilisés pour les tirs de mines sont acheminés sur le site pour une utilisation dès réception.

Le risque d'explosion accidentelle nécessite la mise en contact des produits explosifs avec les détonateurs. Le danger lié à la seule présence des explosifs est en revanche plus mesuré puisque le produit est stable et non réactif en présence d'une flamme nue.

**Le risque d'explosion accidentelle est essentiellement restreint au lieu de minage (fosse d'extraction), lors de la préparation des tirs.**

## ➤ AUTRES PRODUITS

### ❖ Carburants

Les carburants destinés aux engins et aux véhicules légers sont stockés dans deux cuves aériennes de 50 et 30 m<sup>3</sup> (GNR) et une cuve aérienne de 1,5 m<sup>3</sup> (gasoil), situées à proximité de ou dans l'atelier.

Ces carburants constituent des produits inflammables de 2ème catégorie pour lesquels aucun risque d'explosion n'est identifié en conditions normales de pression et température (absence ou quasi-absence de pression de vapeur).

Le remplissage en carburant des engins et véhicules est effectué sur aire étanche bétonnée, reliée à un séparateur à hydrocarbures.

Une cuve aérienne supplémentaire de 1500 l a été mise en place à côté du magasin. Elle est positionnée sur une rétention réglementaire et sert à stocker le gasoil nécessaire aux véhicules légers employés sur l'exploitation.

Pour le ravitaillement en carburant des engins sur chenille en carrière (pelle, foreuse), ainsi que le compacteur et le bull lorsqu'ils interviennent sur la verse de Kerroué, le camion citerne est équipé d'un dispositif de remplissage (pistolet) de sécurité et que la citerne est double peau.

**Du fait des modalités de stockage des carburants, le principal risque identifié pour les carburants employés sur le site de Guerphalès concerne un éventuel incendie, en cas de déversement accidentel au niveau de l'aire étanche, et en présence d'une source d'ignition.**

### ❖ Produits de traitement des eaux

Pour neutraliser les eaux et faire précipiter les métaux, un ajout de lait de chaux est effectué au niveau des stations de traitement des eaux dites NEUTRALAC. Le lait de chaux est réalisé à partir de chaux éteinte solide diluée dans de l'eau au moment de son utilisation.

Si besoin, en cas de défaillance du traitement à la chaux, un ajout de soude peut être effectué. La soude est stockée dans 2 cuves de 25 m<sup>3</sup> et une cuve de 12 m<sup>3</sup>. Ces cuves sont aériennes, double enveloppe.

En cas de fuite ou de déversement accidentel de ces stockages, la soude serait dirigée vers les points bas via des fossés de collecte des eaux du site, c'est-à-dire vers les bassins de décantation des eaux, près de la station NEUTRALAC III.

Les rejets accidentels de soude pourront donc être confinés sur le site.

**Du fait des modalités de stockage des produits de traitement des eaux et de la configuration du circuit de collecte des eaux sur le site de Guerphalès, le principal risque identifié est un déversement accidentel mais celui-ci restera circonscrit à l'intérieur du site.**

### ❖ Stockage de ferro-silicium

Dans le cadre de son process, la société IMERY'S REFRACTORY MINERALS GLOMEL utilise du ferro-silicium. Pour cela, elle dispose d'un dépôt de ferro-silicium situé dans un local spécifique dédié, éloigné de toute source d'eau, de vapeur, de chaux, de soude ou de matière facilement inflammable.

**Les dispositions prises pour le stockage du ferro-silicium permettent d'écarter les risques d'explosion ou d'incendie. Ce stockage n'est pas modifié dans le cadre du projet.**

❖ **Déchets dangereux**

Les Déchets Dangereux produits sur le site comprennent uniquement les déchets liés à l'entretien courant des matériels (huiles, graisses usagées, batteries...). Ces déchets sont stockés temporairement dans des conteneurs adaptés (bidons, benne...) au sein de l'atelier avant enlèvement par une société agréée.

Les quantités de ces déchets susceptibles d'être présentes simultanément sur le site sont faibles. Après tri à la source, ils sont repris par des récupérateurs agréés et font systématiquement l'objet de bordereaux de suivis d'élimination spécifiques pour ces catégories.

**La gestion des déchets dangereux sur l'exploitation de Guerphalès ne constitue pas un facteur de risque pour l'environnement naturel ou humain.**

### **V.1.3. ACCIDENTOLOGIE / RETOUR D'EXPÉRIENCE**

#### **➤ ACCIDENTS OU INCIDENTS PROPRES AU SITE**

Un incident est survenu en 1994 sur le site : en novembre, une anomalie de traitement lors d'une période de fortes pluies a entraîné le déversement d'eaux chargées en fer dans l'étang de Crazius, puis dans l'Ellé, aboutissant à l'interruption des stations de traitement des eaux situées en aval de l'exploitation.

Depuis l'évènement, la Société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL a continuellement amélioré les techniques de traitement sur son exploitation de Guerphalès. Actuellement, 2 stations NEUTRALAC traitent l'intégralité des eaux d'exhaure du site. En cas de défaillance du traitement à la chaux, un dispositif d'ajout de soude prend le relais au niveau de la station NEUTRALAC III.

Une procédure d'alerte a été mise en place afin de prévenir le gestionnaire des captages situés en aval du site si un incident intervient sur le site ayant un risque par rapport à la qualité des eaux d'exhaure.

Les résultats du suivi analytique de la qualité du rejet sont transmis trimestriellement à la station de traitement des eaux potables.

A noter que cet évènement est recensé dans la base ARIA. Aucun autre incident affectant l'environnement du site n'a été recensé depuis.

#### **➤ ACCIDENTOLOGIE DU SECTEUR D'ACTIVITÉ**

Le site internet <http://aria.environnement.gouv.fr> du ministère de l'écologie et du développement durable permet d'obtenir la liste des accidents recensés pour différents secteurs d'activité (base de données ARIA de recensement des évènements accidentels d'origine industrielle).

Ce site a été consulté le 07/11/2016 pour identifier les principaux évènements accidentels susceptibles de résulter de l'exploitation d'une carrière de roches massives à ciel ouvert.

La liste des évènements accidentels fournie ci-après (liste non exhaustive) a pour objectif de préciser les dangers les plus représentatifs potentiellement transposables à l'exploitation de Guerphalès.

⇒ **Activité B08.11: « Extractions de pierres ornementales et de construction, de calcaire industriel, de gypse, de craie et d'ardoise »**

##### **Projection de pierres hors du périmètre autorisé d'une carrière**

19/11/2015 - FRANCE - 24 - SAINTE-CROIX-DE-MAREUIL

Vers 12h30, suite à un tir dans une carrière, des projections de pierres se produisent hors du périmètre autorisé du site. L'incident ne fait ni blessé ni dégât matériel.

##### **Feu de bâtiment sur une carrière**

24/07/2008 - FRANCE - 43 - SAINT-JUST-MALMONT

Un feu se déclare à 11h30 dans un atelier de maintenance de 200 m<sup>2</sup> situé sur une carrière en exploitation. Le personnel donne l'alerte et tente sans succès de circonscire le début d'incendie. Les pompiers maîtrisent le sinistre à l'aide de 2 lances à mousse et 2 lances à eaux après 40 min d'intervention.

Le bâtiment, qui abritait plusieurs bouteilles d'oxygène et acétylène, ainsi que divers produits dangereux (solvant, gazole) est détruit, de même qu'un dumper stationné à proximité de l'atelier.

Des travaux par soudage exécutés sur la toiture de l'atelier pourraient être à l'origine du sinistre.

##### **Incident lors d'un tir de mine dans une carrière**

20/03/2001 - FRANCE - 62 – FERQUES

Dans une carrière de calcaire, un tir de mine génère des projections de pierres hors du périmètre de la carrière. Des dégâts sont occasionnés aux toitures des habitations voisines situées à 300 m du site de tir et à une voiture qui circulait au moment du tir. Un arrêté préfectoral d'urgence impose : la fourniture à l'inspection d'un rapport détaillé sur l'incident, la réalisation par un tiers expert d'une étude des causes, la suspension des tirs dans l'attente de la remise des éléments précités. Les éléments transmis font état de divers points : la configuration géométrique de la banquette était très défavorable (irrégulière, trop forte au pied) ; le plan de tir et notamment le séquençement

n'était pas adapté à cette configuration (décalage temporel insuffisant entre rangées). Selon les conclusions transmises, la reprise de l'exploitation est autorisée sous réserve de la prise en compte des prescriptions suivantes : tir en travers banc plutôt qu'en pendage, forer en gros diamètre et grande maille pour minimiser l'impact des irrégularités de terrain, tirer en grosse volée de préférence (pour minimiser l'impact des tirs par effet de décompression des zones voisines, démarrer l'amorçage du côté le moins exposé, respecter des délais entre rangées plus longs, adapter la charge tout le long du trou si la banquette est très irrégulière.

#### **Pollution de rivière par une carrière**

10/03/1997 - FRANCE - 67 – ADAMSWILLER

Les effluents provenant d'une carrière de grès et chargés en matières en suspension entraînent la pollution de la rivière EICHEL (affluent de la SARRE). La faune aquatique est atteinte. Une transaction administrative est engagée.

#### **Pollution de la rivière SAVOUREUSE**

17/06/1996 - FRANCE - 90 - LEPUIX

Un déversement d'eaux chargées en matières minérales, provenant du lavage de matériaux issus d'une carrière de porphyre, pollue la SAVOUREUSE.

L'analyse des différents accidents recensés au cours des dernières années sur les exploitations de carrières similaires à celle de Guerphalès (carrière de roches massives exploitées à ciel ouvert) permet de dresser les constats suivants :

- le risque de départ d'incendie constitue l'évènement le plus courant et peut avoir diverses origines : éléments des installations (convoyeurs à bandes le plus souvent), engins de chantiers, travaux de soudure, etc.,
- les accidents liés à l'emploi d'explosif (réalisation des tirs de mines) concernent la projection accidentelle d'éléments rocheux hors du périmètre de la carrière,
- les autres accidents inventoriés concernent des pollutions d'origine accidentelle (hydrocarbures ou eaux chargées de matières minérales) depuis les stockages, les engins ou les bassins de traitement des eaux,
- le personnel d'exploitation, dans le cadre de ses affectations (intervention sur matériel, circulation interne au site, etc.), constitue le principal déclencheur d'incidents et la principale victime des incidents.

### **V.1.4. RÉDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS**

L'INERIS propose 4 principes pour l'amélioration de la sécurité (rapports DRA-35 sur « la formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs » et  $\Omega$  9 du 10 avril 2006 sur « l'étude de dangers d'une installation classée ») :

- ⇒ **Le principe de substitution** : substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux.
- ⇒ **Le principe d'intensification** : intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre. Il s'agit, par exemple, de réduire le volume des équipements au sein desquels le potentiel de danger est important, par exemple minimiser les volumes de stockage. Dans le cas d'une augmentation des approvisionnements, la question du transfert des risques éventuels doit être posée en parallèle, notamment par une augmentation du transport ou des opérations de transfert de matières dangereuses.
- ⇒ **Le principe d'atténuation** : définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses.
- ⇒ **Le principe de limitation des effets** : concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un évènement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un épandage liquide ou en réalisant une conception adaptée aux potentiels de dangers (dimensionnement de la tenue d'un réservoir à la surpression par exemple).



## ➤ PRINCIPE DE SUBSTITUTION

Les seuls produits à risque employés sur le site de Guerphalès sont :

- les carburants (GNR et gasoil) nécessaires au fonctionnement des engins et véhicules légers,
- les explosifs pour l'abattage du massif rocheux par tirs de mines,
- le ferro-silicium pour le process
- la chaux et la soude pour le traitement des eaux.

Les engins ayant nécessairement besoin de carburant pour fonctionner, le principe de substitution ne peut être appliqué à ce produit.

L'emploi de matériels spécifiques (scie à fil, briche-roche...) en lieu et place des explosifs ne permettrait pas d'abattre des volumes suffisants de matériaux (fronts de 10 m) permettant d'assurer l'alimentation des usines de traitement du minerai du site.

Etant donné le process spécifique utilisé pour extraire les fractions d'andalousite des schistes, le ferro-silicium ne peut être remplacé par un autre produit ayant les mêmes caractéristiques.

Les eaux d'exhaure du site sont naturellement acides et nécessitent donc un traitement pour neutraliser le pH. Seul l'usage de produits alcalins tels que le lait de chaux ou la soude peut permettre cette neutralisation et garantir un traitement satisfaisant des métaux contenus dans l'eau.

La cuve de soude est placée au niveau de l'installation de traitement des eaux nommée Neutralac III.

Dans le cas du site de Guerphalès, les produits utilisés pour le traitement du minerai, le traitement des eaux et le fonctionnement des engins ne peuvent être remplacés par d'autres produits présentant éventuellement moins de risque pour l'environnement.

## ➤ PRINCIPE D'INTENSIFICATION

Aucun stockage d'explosif n'est présent sur le site.

Les explosifs employés pour l'abattage des fronts sont amenés sur la zone d'extraction préalablement à chaque tir de mines.

Les produits à risque tels que les carburants, la soude, le ferro-silicium sont stockés dans des contenants (cuves ou local) adaptés et dédiés, isolés les uns des autres pour éviter tout risque d'effet dominos.

## ➤ PRINCIPE D'ATTÉNUATION

Les carburants (GNR et gasoil) employés sur le site sont stockés dans trois cuves aériennes de 50, 30 et 1,5 m<sup>3</sup>. Ces cuves sont placées sur des rétentions étanches de contenance adaptée.

Ces modalités de stockage limitent les risques de pollution accidentelle et d'incendie généralisé des hydrocarbures stockés.

Le positionnement de la cuve de soude près de la station Neutralac III permet de garantir qu'en cas de fuite accidentelle, la soude resterait circonscrite dans les bassins de décantation des eaux.

## ➤ **PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS**

Le remplissage des engins en carburant, au niveau du secteur des usines, est réalisé sur une aire étanche bétonnée reliée à un séparateur à hydrocarbures :

- dans le cas d'un éventuel déversement accidentel de carburant lors du remplissage des engins, les hydrocarbures seraient collectés dans le séparateur,
- dans le cas d'un éventuel départ d'incendie (en cas de déversement accidentel en présence d'une source d'ignition), le caractère ininflammable de l'aire étanche permettra de limiter la propagation des flammes.

En ce qui concerne le ravitaillement en carburant des engins sur chenille en carrière (pelle, foreuse), ainsi que du compacteur et du bull lorsqu'ils interviennent sur la verse de Kerroué, il est rappelé que le camion citerne est équipé d'un dispositif de remplissage (pistolet) de sécurité et la citerne est double peau. Des kits absorbants sont également présents dans le camion citerne en cas de fuites ou égouttures.

Le remplissage des cuves de soude est également réalisé sur un dispositif étanche et adapté afin d'éviter les risque de fuite accidentelle.

Les modes de réalisation des verses de stériles d'exploitation (verse de Kerroué) ont fait l'objet d'études géotechniques afin de définir les préconisations constructives optimales :

- construction par couche des verses limitant le risque d'instabilité en masse,
- respect des pentes de talutage des verses (pente extérieure de 26°, nettement inférieure à l'angle de stabilisation naturel),
- maintien d'un redan plat de 2 m entre chaque couche des verses,
- imperméabilisation puis végétalisation des secteurs remblayés jusqu'aux cotes maximales.

Concernant l'extension du SABES, le choix retenu a été de l'étendre dans un premier temps vers l'Est pour renforcer encore la stabilité de l'ancienne digue avant de s'étendre dessus (cf. étude géotechnique SLR en annexe).

Pour le stockage des stériles humides, la stabilité de la fosse 1 et des barrages associés, ainsi que de l'ancienne digue fait l'objet d'un suivi régulier : inspection mensuelle des conditions de stabilité et contrôle, tous les 5 ans, par un expert géotechnicien.

### **V.1.5. RISQUES D'AGRESSION EXTERNES**

Les agressions externes susceptibles de porter atteinte à la sécurité du site incluent :

- les risques naturels,
- les risques liés aux activités humaines.

## ➤ LES RISQUES NATURELS

### ❖ Facteurs climatiques (vent, neige, gel)

Les vents violents peuvent constituer un danger potentiel vis-à-vis de l'intégrité des superstructures d'exploitation en cas de défaut de construction ou d'entretien (effondrement, envol de bardage).

En outre, l'occurrence des vents avec rafales est limitée sur le secteur (rafales supérieures à 8 m/s dans 7,1 % des cas à la station de Kerpert (22)) d'après la rose des vents Météo France - période 1991-2010.

Les autres paramètres climatiques tels que neige ou gel ne constituent pas non plus des phénomènes aggravants de dangers au regard de la nature des activités exercées sur une carrière.

### ❖ Inondations

L'emprise du projet n'est pas située en zone inondable (ZI).

### ❖ Foudre

Un impact de foudre, s'il n'est pas maîtrisé, peut être à l'origine de déflagrations importantes au niveau des bâtiments ou d'un départ d'incendie.

L'Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'Arrêté du 19 juillet 2011, relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées, précisent toutefois que les installations classées soumises à autorisation sous la rubriques sollicitée dans la présente demande (rubriques 2510-1, 2515-1 et 2517-1) ne rentrent pas dans le champ d'application de l'Arrêté sus-visé.

### ❖ Glissements de terrains

Selon les données cartographiques du portail Géorisques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, aucun mouvement de terrain n'a été enregistré sur ou en périphérie immédiate du projet.

### ❖ Séismes

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'une nouvelle carte d'aléa sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante de 1 (risque très faible) à 5 (risque fort) en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes.

Les décrets n°2010-1254 et n°2010-1255 modifiant les articles R. 563-1 à R.563-8 du Code de l'Environnement définissent le nouveau classement de l'ensemble des communes de France et les nouvelles règles de constructions parasismiques associées applicables au 1<sup>er</sup> mai 2011.

La commune de Glomel appartient à la zone de sismicité n°2 d'aléa faible ne nécessitant pas de dispositions particulières pour les constructions présentes sur le site (installations de traitement des matériaux et installations connexes).

**Les risques naturels présentés ne constituent pas de facteurs aggravants des potentiels de dangers. Ils ne seront donc pas retenus comme événement initiateur dans la suite de l'analyse des risques.**

## ➤ **LES RISQUES LIÉS AUX ACTIVITÉS HUMAINES**

### ❖ **Actes de malveillance**

Les risques liés aux actes de malveillance sont variables suivant l'objet visé. L'exploitation de Guerphalès ne représente pas une cible particulière au point d'y porter atteinte.

Néanmoins aucun dispositif ne peut empêcher un acte de malveillance délibéré. A cet effet, des mesures seront prises pour limiter l'accessibilité au site : clôtures et/ou merlons périphériques, barrières, panneaux d'interdiction et de dangers.

### ❖ **Voies de circulation**

Le site de Guerphalès est situé de part et d'autre de la route départementale RD n°85. Une piste passe sous cette route afin de relier la fosse 3 et la future verse Ouest, situées côté Ouest, aux installations de traitement situés côté Est.

Concernant le risque lié à des chutes d'aéronefs, l'aérodrome le plus proche est celui de Morlaix, localisé à environ 54 km au Nord-Ouest du site. L'exploitation n'est donc pas affectée par ce risque ni par aucune servitude aéronautique.

### ❖ **Installations industrielles**

Le site est implanté en milieu rural et aucune autre installation industrielle n'est implantée à moins de 3 km.

## **V.2. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES (APR)**

On rappellera que l'objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est d'identifier l'ensemble des scénarios d'évènements à caractère dangereux en lien avec l'exploitation étudiée et susceptibles de présenter un risque vis-à-vis de tiers.

Ces évènements à risques sont établis sur la base des dangers potentiels identifiés lors de l'étape précédente.

Cette APR permet également de mettre en relation avec chaque évènement les éléments de maîtrise des risques (préventifs ou curatifs) qui permettent d'en limiter la probabilité d'apparition ou la gravité, en vue de déterminer les principaux évènements dangereux redoutés et nécessitant une analyse plus approfondie du risque encouru.

Ces derniers feront alors l'objet d'une Étude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR) basée sur la détermination de leur gravité (en fonction de l'exposition des tiers) et de leur probabilité (réalisation d'arbres de défaillance).

**Les évènements redoutés étudiés dans l'EDRR sont ceux pour lesquels un risque peut potentiellement avoir des répercussions hors du périmètre d'exploitation.**

Le tableau suivant recense les différents évènements à risques associés aux procédés / produits qui sont réalisés / employés sur le site de Guerphalès, ainsi que leurs éléments de maîtrise préventive ou curative.

Au regard des activités développées sur cette exploitation, les évènements ont été distingués de la manière suivante :

- les opérations d'extraction des matériaux de carrière,
- les différentes activités annexes.

Les évènements communs aux différentes activités (par exemple : fuite de carburant depuis un engin) ne sont mentionnés qu'une seule fois dans le tableau.

**Les mesures de prévention et/ou d'intervention figurant en gras dans le tableau de l'APR ci-après constituent les principaux éléments de maîtrise des risques garantissant l'absence de répercussions sur l'environnement naturel et humain (répercussions hors du périmètre de l'établissement).**

## V.2.1. IDENTIFICATION DES ÉVÈNEMENTS DANGEREUX

N°	Activité	Source du risque (CAUSE)	Nature du risque (CONSÉQUENCE)	Mesures de maîtrise des risques (prévention / intervention)	Cotation initiale		Commentaire
					Intensité	Probabilité	
<b>EXTRACTION DES MATÉRIAUX</b>							
1.1	Extractions	Instabilité des fronts	Éboulement, ensevelissement	Maintien de la bande réglementaire de 10 m, Site interdit aux tiers (portail, clôture), Conception du profil de la fosse par un expert géotechnicien Limitation de la hauteur des nouveaux fronts à 10 m. Inspection mensuelle des conditions de stabilité	1	Probable	Un évènement accidentel lié aux processus d'extraction resterait confiné dans la fosse d'extraction
1.2		Présence excavations	Chute depuis les fronts	Site interdit aux tiers (portail, clôture), Interdiction de circuler à moins de 2 m des bords des fronts Réalisation d'un scan 3D pour l'ajustement des tirs et éviter les trous de mines à moins de 2 m des bords du front. Le cas échéant, l'opérateur est équipé d'un harnais attaché à un potelet. Talus et merlons de protection	1	Probable	
1.3		Collision entre véhicules (Source d'ignition)	Incendie	Extractions de matériaux minéraux non propices à propager un incendie, Entretien et contrôle périodique du matériel, extincteurs répartis sur l'ensemble du site, Respect du plan de circulation, Formation à la conduite	1	Probable	
1.4		Incendie	Atteinte à la qualité de l'air (fumées de combustion)		1	Probable	
1.5		Collision entre véhicules (Fuite, épandage de carburant)	Pollution du sol et des eaux	Présence de roches massives pas ou peu perméables assurant le confinement d'une éventuelle pollution en fond de fouille, Entretien régulier des engins, Respect du plan de circulation, Présence de kits de dépollution (absorbants)	1	Probable	
1.6	Minage à l'explosif	Départ inopiné de charge	Explosion	Explosifs et détonateurs conformes aux normes, Transport et manipulation séparées des explosifs et des détonateurs (risque restreint au chargement des trous)	1	Improbable	En cas d'anomalie de tir et selon la géométrie de l'excavation, les projections de roches sont susceptibles d'atteindre la périphérie de l'exploitation
1.7		Tir de mines mal maîtrisé	Projection de roches	Adaptation du plan de tir aux conditions réelles rencontrées (faille, fissuration, dureté des matériaux, présence d'eau, etc...). Utilisation d'un scan 3 D pour ajuster le tir (définition de l'inclinaison des mines, adaptation du chargement et du bourrage selon la géométrie du front). Définition du plan de tir et mise en œuvre des explosifs assurées par un mineur habilité, Amorçage séquentiel (utilisation de micro-retards) limitant les charges unitaires employées La RD n°85 est bloquée lors des tirs et ré-ouverte uniquement après vérification du bon déclenchement du tir. Evacuation de la fosse. Procédure d'alerte par sirène avant chaque tir.	2	Probable	
<b>ACTIVITÉS ANNEXES</b>							
2.1	Chargement et stockage des matériaux	Déstockage, chargement	Chute de matériaux	Site interdit aux tiers (portail, clôture), Respect du plan de circulation (restriction de l'accessibilité aux zones de chargement et de stockage)	1	Probable	Les aires de chargement et de stockage ne sont pas accessibles aux tiers
2.2		Ravinement des stocks	Ensevelissement		1	Probable	
2.3	Maintenance du matériel dans l'atelier	Incendie (départ de feu accidentel)	Atteinte à la qualité de l'air (fumées de combustion)	Structure adaptée de l'atelier Présence d'extincteurs et de produits absorbants dans l'atelier d'entretien des engins.	1	Probable	Un évènement accidentel lié à la maintenance du matériel resterait confiné dans l'atelier
2.4		Déversement de produits	Pollution du sol et des eaux		1	Probable	
2.5	Remplissage en carburant des engins et véhicules	Source d'ignition	Incendie	Isolement des locaux de stockage  Stockage des carburants en cuves aériennes sur rétention adaptée, Remplissage des engins sur aire étanche bétonnée ou pour les engins sur chenilles en carrière ou sur la verse de Kerroué, utilisation d'un camion avec une cuve double enveloppe et équipé d'un pistolet anti-fuite Respect de la procédure de remplissage (interdiction d'employer une source de chaleur), Présence d'extincteurs dans l'atelier	1	Probable	En cas de déversement accidentel, un éventuel départ d'incendie au droit de l'aire étanche resterait confiné à la zone de l'atelier
2.6		Incendie	Atteinte à la qualité de l'air (fumées)		1		
2.7		Déversement accidentel	Pollution du sol et des eaux	Remplissage des engins sur aire étanche bétonnée reliée à un séparateur à hydrocarbures, Dispositif anti-retour sur les pompes de remplissage, Respect de la procédure de remplissage, Kits de dépollution (absorbants)	1		

2.8	Remplissage des cuves de soude	Déversement accidentel	Pollution du sol et des eaux	<p><b>Remplissage sur dispositif étanche</b> Dispositif anti-retour sur la pompe de remplissage, Respect de la procédure de remplissage,</p>	1	Probable	En cas de déversement accidentel, écoulement de la soude vers la fosse 2 ou les bassins de décantation. Confinement de la soude.
2.9	Mise en stockage des stériles	Instabilité	Chute de matériaux	<p><b>Modalité de construction des verses par couches successives avec respect des talutage et des redans définis dans les études géotechniques.</b></p> <p><b>Pour le SABES, le déversement des matériaux depuis le convoyeur fait que les matériaux se stabilisent à la pente d'équilibre naturel.</b></p> <p><b>Suivi de la stabilité : Inspections mensuelles des conditions de stabilité et contrôle tous les 5 ans par un expert géotechnicien</b></p> <p><b>Végétalisation progressive du SABES.</b></p>	1	Improbable	En cas d'effondrement des verses, les matériaux resteraient dans l'emprise du site.

**Tableau 13 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière**

## V.2.2. SYNTHÈSE DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

Les évènements redoutés considérés comme critiques et qui seront retenus pour être étudiés de façon plus approfondie dans l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) regroupent les évènements pour lesquels :

- les éléments préventifs et/ou curatifs mis en œuvre ne permettent pas de maîtriser convenablement les risques,
- une incertitude existe sur l'intensité des effets,
- les effets sont susceptibles d'engendrer des effets dominos.

D'une manière générale, ces évènements redoutés ont des répercussions potentielles hors de l'exploitation et peuvent donc mettre en danger les tiers (voisinage de l'exploitation).

Les évènements redoutés nécessitant une analyse plus approfondie de l'intensité des effets potentiels sont les suivants :

Référence de l'évènement redouté	Type de danger	Identification du risque
1.7 – Minage à l'explosif	Projection de roches	Projection susceptibles de sortir du site selon la géométrie de la fosse d'extraction

Tableau 14 : Synthèse des évènements dangereux critiques redoutés de l'APR

**Pour le présent projet, le principal évènement dangereux redouté concerne le risque de projection lié aux tirs de mines : en fonction de la géométrie de la fosse d'extraction, des projections de roches sont susceptibles d'atteindre la périphérie de l'exploitation en cas d'anomalie de tir.**

Rappelons que les autres évènements vis-à-vis desquels les mesures préventives ou curatives associées permettent une maîtrise des risques se traduisant par l'absence de répercussions possibles vis-à-vis de l'environnement naturel et humain (effets hors site) ne sont pas retenus pour l'EDRR :

- ⇒ Zones ou activités dangereuses présentant des risques qui demeurent internes à l'exploitation (accès au site interdit sans autorisation, avec restriction de l'accessibilité (portails, clôtures)).
- ⇒ Pollutions d'origine accidentelles (eau, air, sol) vis-à-vis desquelles les mesures en place permettent leur confinement au sein de l'exploitation pour un traitement curatif.



### V.2.3. ESTIMATION DE L'INTENSITÉ ET DE LA GRAVITÉ DES PHÉNOMÈNES RETENUS

#### ➤ RISQUE DE PROJECTION DE ROCHES LORS D'UN TIR DE MINES

##### ❖ Valeurs de référence pour les projections de roches

L'arrêté du 29 septembre 2005 modifié ne fixe pas de seuils de référence spécifiques pour permettre d'évaluer la gravité d'un évènement accidentel tel que des projections de roches découlant d'opérations de minage en carrière (évènement 1.7 identifié dans l'APR).

Il apparaît donc difficile dans le cas présent de pouvoir définir et distinguer des zones à effets létaux de celles à effets irréversibles.

L'intensité d'un tel évènement peut néanmoins être appréciée en déterminant si les zones potentielles de retombées de projections de roches sont comprises dans le site (intensité = 1) ou non (intensité > 1).

##### ❖ Modèle de calcul pour les projections de roches

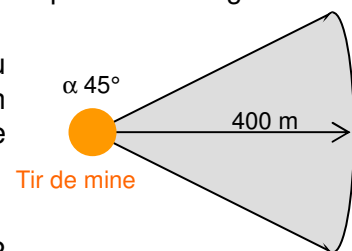
L'évènement redouté concerne des projections accidentelles de roches consécutives à un tir de mines mal maîtrisé (anomalie de tir). On rappellera que ces tirs sont destinés à ébranler le massif rocheux, préalablement au traitement des matériaux.

Les tirs de mines engendrent des projections de roches, censées se limiter à la zone en cours d'exploitation (soit au pied du front abattu) en fonctionnement normal.

Toutefois, en cas d'anomalie de tir, la zone de retombée de projections (accidentelles) peut varier fortement selon les circonstances du tir. Cette zone peut être déterminée en considérant les éléments suivants :

- l'analyse d'incidents similaires permet d'estimer que la distance (par rapport au point de minage) atteinte par d'éventuelles projections accidentelles en cas d'anomalie de tir n'excède pas 400 m,
- Les projections résultant d'un tir de mines sont orientées dans une direction généralement perpendiculaire au front abattu, et en direction de la fosse d'extraction (en pied de front). Ainsi, la zone susceptible de faire l'objet de retombées peut être considérée comme étant un cône de projection présentant un angle de 45° environ depuis le point de minage.

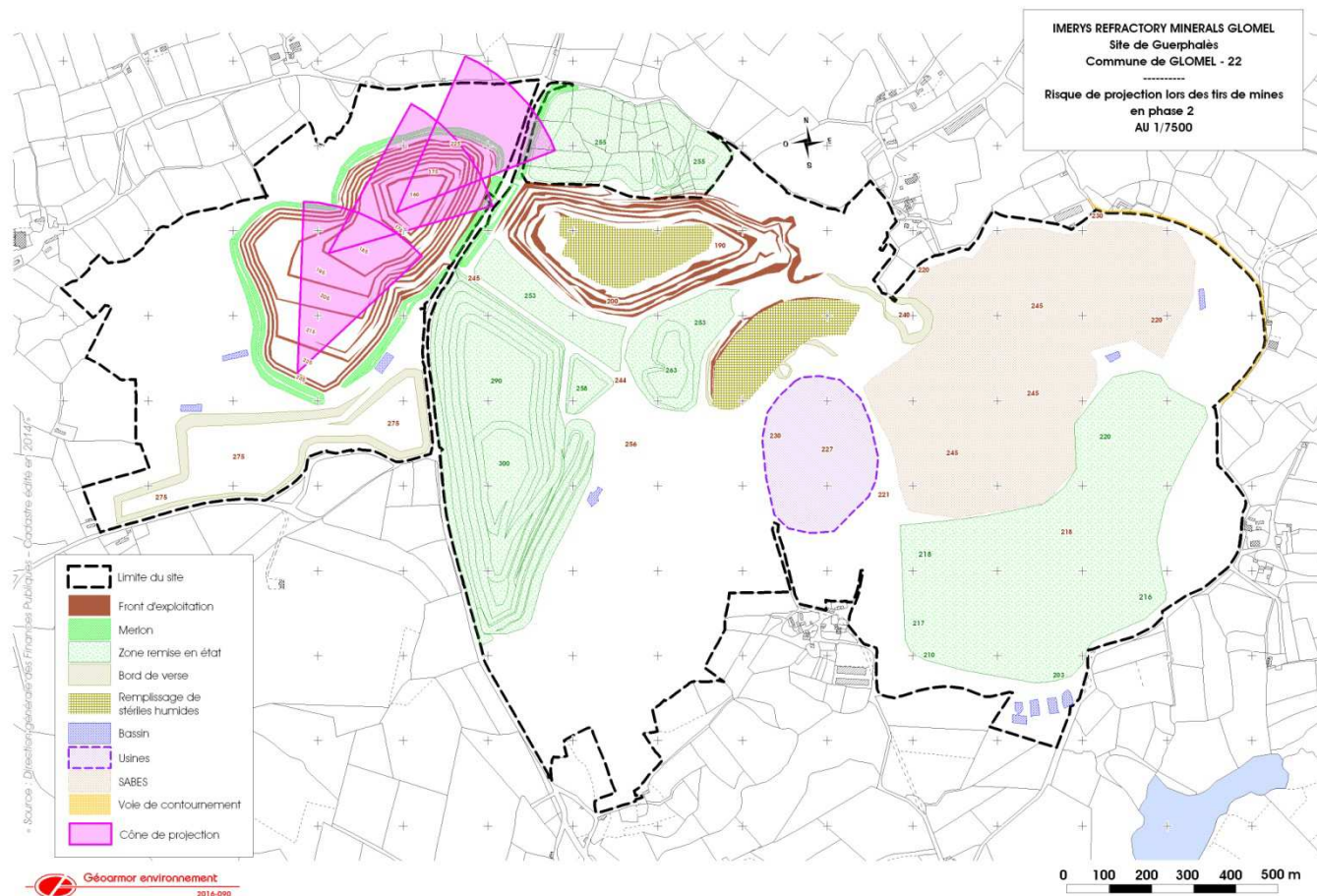
Sur la base du rayon de projection ( $r = 400\text{m}$ ) et de l'angle du cône de projection ( $\alpha = 45^\circ$ ) considérés, la zone d'exposition potentielle aux retombées de roches consécutives à un tir de mines peut ainsi être définie de la sorte :



$$\text{Surface exposée} = (\alpha/360) \times \pi \times r^2 = (45/360) \times \pi \times 400^2 = 62\,832 \text{ m}^2$$

❖ **Détermination de la gravité des projections de roches**

◆ **Intensité et illustration des zones de retombées**



**Figure 1 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles**

Au regard de la géométrie projetée de la fosse d'extraction sur le site de Guerphalès, il apparaît que les projections accidentelles de roches en cas d'anomalie de tirs sont susceptibles d'atteindre l'extérieur du site.

Ainsi, il convient pour d'estimer l'exposition humaine à ces projections accidentelles de roches pour pouvoir déterminer la gravité de l'évènement dangereux.

◆ **Exposition humaine**

Lors d'un tir de mine, la zone susceptible d'être exposée à d'éventuelles retombées de projections de roches pourra concerner différents secteurs du voisinage de la carrière, selon la localisation du point de minage (évoluant avec l'avancée des fronts).

Selon l'usage du bâti et de l'occupation des sols dans le voisinage de la carrière, ainsi que la progression envisagée des extractions sur la fosse 3 étendue, la principale zone extérieure affectée par le risque de projections est une portion de route départementale n°85.

A noter qu'il n'y a jamais de tir réalisé dans la direction de la route.

Cette zone est localisée sur le plan ci-dessus.

Le nombre de personnes potentiellement exposées est déterminé selon la méthodologie de fiche technique N°1 « Eléments pour la détermination de la gravité des accidents » de la circulaire du 10 mai 2010, rappelés ci-dessous :

- pour les voies de circulation : 0,4 personne / km / 100 véhicules-jour,
- pour les terrains non bâtis (champs, forêt, prairie) : 1 personne / 100 ha.

La portion de la RD n°85 concernée par le risque mesure environ 250 m (pour la configuration de tir la plus défavorable).

La circulation sur la RD n°85 est estimée à 767 véhicules par jour (*données CG22 – données 2012*).

Le nombre de personnes susceptibles d'être exposées à d'éventuelles projections accidentelles de roches peut être estimé à :

0,4 personne / km / 100 véhicules-jour → 0,1 personne pour 0,25 km x 7,67 ≈ 0,767 habitants

♦ **Conclusion sur la gravité de l'évènement « projections de roches »**

**L'étude des scénarios d'exposition à d'éventuelles projections de roches permet de considérer que les personnes exposées représenteraient un nombre inférieur à « une personne », classant le risque en « modéré ».**

## V.2.4. SYNTHÈSE ET ESTIMATION DE LA CRITICITÉ INITIALE

Le tableau suivant synthétise les différents phénomènes dangereux retenus avec la cotation initiale effectuée en termes de probabilité ainsi que la gravité estimée à partir des modélisations effectuées.

Référence du phénomène dangereux redouté	Type de danger	Identification du risque	Intensité	Niveau de gravité	Probabilité initiale
1.7	Projections de roches	Projection susceptibles de sortir du site selon la géométrie de la fosse d'extraction	SEI sortants	Modéré	Probable

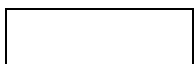
**Tableau 15 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR et de leur caractérisation en termes de probabilité initiale et de gravité**

A partir de ces éléments de caractérisation, ces phénomènes dangereux peuvent être positionnés dans la grille de criticité initiale :

Gravité \ Probabilité	Extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Probable	Courant
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré				Phénomène 1.7	



Évènement nécessitant d'être retenu dans l'étude détaillée de réduction des risques (analyse semi-quantitative de la probabilité d'occurrence avec prise en compte des mesures de maîtrise des risques).



Évènement non retenu pour l'étude détaillée de réduction des risques, pouvant être estimé comme acceptable.

**Tableau 16 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus**

**Il apparaît au regard de cette matrice de criticité initiale que le phénomène de projections accidentelles de roches (en cas d'anomalie de tir) retenu dans l'APR nécessite une étude détaillée de réduction des risques (EDRR), en termes de probabilité d'occurrence avec prise en compte des mesures de maîtrise des risques et démarche de réduction du risque à la source le cas échéant.**

## V.3. ETUDE DÉTAILLÉE DE RÉDUCTION DES RISQUES

Pour rappel, l'Etude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR) est destinée à étudier de façon plus précise les scénarios menant aux phénomènes dangereux identifiés à l'issue de l'APR et à permettre d'en évaluer la probabilité en relation avec les mesures de maîtrise des risques existantes et au final la criticité. Le cas échéant, des mesures de réduction des risques supplémentaires seront recherchées.

### V.3.1. IDENTIFICATION DES SCÉNARIOS MENANT AUX PHÉNOMÈNES DANGEREUX RETENUS ET DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES ASSOCIÉES

Pour chacun des phénomènes dangereux retenus à l'issue de l'APR, l'ensemble des événements initiateurs potentiels pouvant y mener sont recherchés. Les mesures de maîtrise des risques en place sur le site permettant de réduire la probabilité d'occurrence de ces phénomènes potentiels sont également précisées.

Le tableau suivant synthétise cette démarche :

Référence du phénomène dangereux redouté	Identification du risque	Evènements initiateurs (dérive potentielle)	Mesures de maîtrise des risques (MMR)
1.7	Projection de roche vers la portion de la RD n°85 entre la fosse 3 et la zone de traitement des matériaux	Plan de tir inadapté aux conditions réelles rencontrées	Adaptation du plan de tir aux conditions réelles rencontrées : - Utilisation d'un scan 3D : - définition de la position des mines, - Identification des irrégularités du front miné, - Contrôle de l'inclinaison des trous de foration - adaptation du chargement et du bourrage selon la géométrie du front
		Plan de charge inadapté ou défectueux	Plan de charge défini puis mis en œuvre par un mineur habilité : - Contrôle de la charge d'explosif - Contrôle du bourrage des trous - Amorçage séquentiel

**Tableau 17 : Synthèse de l'identification des événements initiateurs et des mesures de maîtrise des risques**

Aux mesures de maîtrise des risques ci-dessus il faut ajouter la fermeture temporaire de la route par le personnel du site lors des tirs de mines.

Ces événements initiateurs et les mesures de maîtrise des risques seront repris dans les logigrammes permettant de déterminer la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux potentiels.

### V.3.2. ETUDE DE LA CINÉTIQUE

Le cinétique de l'évènement « projections de roches » est de l'ordre de quelques secondes après le tir de mines initiateur, ce dernier étant quant-à-lui considéré instantané.

### V.3.3. ESTIMATION DE LA PROBABILITÉ

La probabilité d'apparition d'un phénomène dangereux est déterminée en fonction du nombre et de la fiabilité des barrières de sécurité mises en œuvre pour prévenir le risque. On rappellera que la probabilité de chaque évènement initiateur est en règle générale considérée par défaut comme étant la plus élevée (probabilité de classe A) et que les barrières de sécurité permettent ensuite d'abaisser cette probabilité d'apparition d'un évènement redouté, en tenant compte de son niveau de confiance.

Les barrières de sécurité (mesures de maîtrise des risques au titre de l'article 4 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005) en place sur le site de Guerphalès identifiées précédemment sont présentées dans le logigramme suivant :

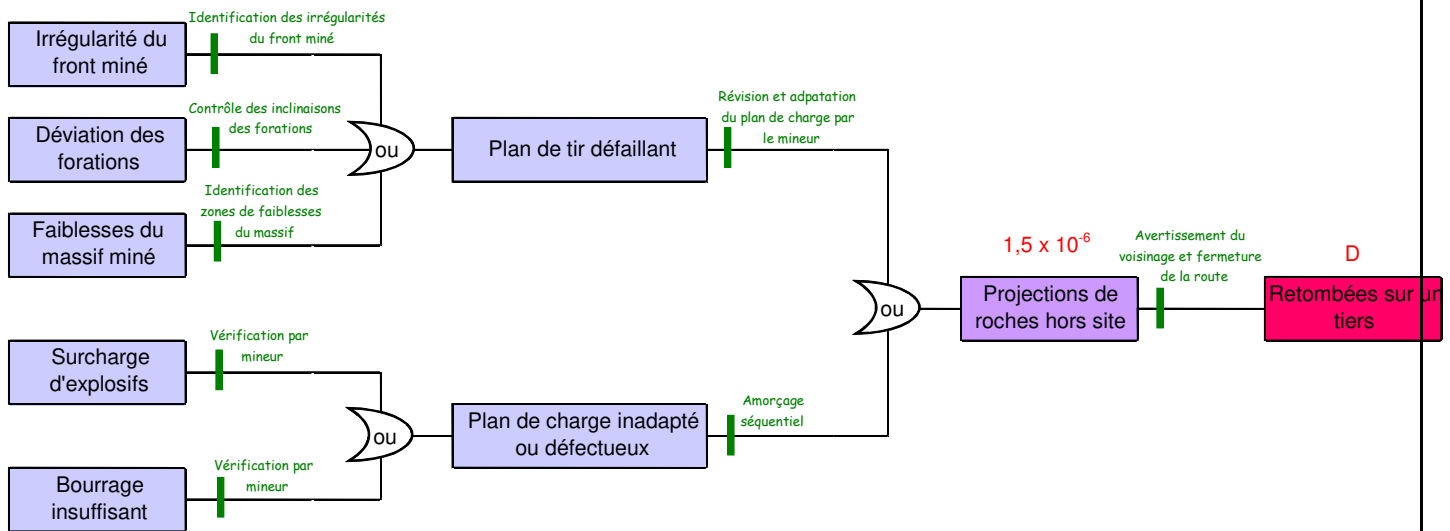


Figure 2 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches »

Il n'existe pas à notre connaissance de valeurs disponibles dans la littérature pour la cotation des niveaux de confiance des barrières et évènements initiateurs liés à la mise en œuvre des tirs de mines en carrière.

A ce titre, la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux « retombée sur un tiers » a été déduite de la fréquence d'occurrence de l'évènement redouté central (ERC) « projections de roches hors site ». Ont été considérées :

- les données du BARPI relatives aux exploitations de carrières : 2 projections de roches hors site ont eu lieu entre janvier 2010 et décembre 2015, ce qui correspond en moyenne à 0,3 évènement/an.
- La fiche « L'industrie française des granulats en 2014 » de l'UNICEM qui fixe la production annuelle de granulats de roches massives (en 2014) à environ 205 Mt,
- les données propres à l'exploitation de Guerphalès indiquent un tonnage abattu moyen d'environ 10 000 tonnes par tir (moyenne de 2010 à 2015).

Ainsi, il a été calculé une fréquence d'occurrence annuelle de projections de roches en France à  $0,3 / (205\ 000\ 000 / 10\ 000) = 1,5 \times 10^{-5}$  (probabilité D) par tir.

Rappelons qu'aucun des deux évènements « projections de roches hors site » mentionnés dans la base ARIA du BARPI pour la période 2010-2016 n'a entraîné d'atteinte à un tiers.

### V.3.4. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DÉTAILLÉE ET CRITICITÉ FINALE

Le tableau suivant synthétise les différents phénomènes dangereux retenus avec l'ensemble des éléments de caractérisation (probabilité, gravité, cinétique).

Référence du phénomène dangereux redouté	Type de danger	Identification du risque	Niveau de gravité	Cibles impactées	Probabilité	Cinétique
1.7	Projection de roche	Projection susceptibles de sortir du site selon la géométrie de la fosse d'extraction	Modéré	usagers de la RD n°85	D	Très rapide

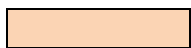
**Tableau 18 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes dangereux redoutés**

La criticité des différents scénarios étudiés peut ainsi être déterminée en positionnant les phénomènes dangereux potentiels retenus pour l'EDRR dans la matrice ci-dessous :

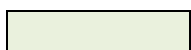
Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
<b>Désastreux</b>	Non partiel (établissements nouveaux) MMR rang 2 (pour site existant)	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3	NON Rang 4
<b>Catastrophique</b>	MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2	NON Rang 3
<b>Important</b>	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
<b>Sérieux</b>			MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1
<b>Modéré</b>		<b>Evènement 1.7</b>			MMR rang 1



**Risque élevé :** Évènement nécessitant de modifier certaines dispositions d'exploitation



**Risque intermédiaire :** Évènement nécessitant des mesures de maîtrise des risques (MMR) complémentaires spécifiques.



**Risque moindre :** le risque résiduel est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées

Des mesures compensatoires doivent être proposées et une réévaluation de leur gravité ou de leur probabilité réalisée pour pouvoir tendre vers une criticité moindre

**Tableau 19 : Synthèse de la criticité des phénomènes dangereux potentiels**

Il ressort de l'analyse de la matrice que l'évènement « projections de roches » est classifié en risque moindre ne nécessitant pas de mesures supplémentaires.

## V.4. CONCLUSION GÉNÉRALE DE L'ANALYSE DES RISQUES

L'analyse des risques réalisée pour la prise en compte des dangers associés à l'exploitation projetée sur le site de Guerphalès a eu pour objectif dans un premier temps d'**identifier les dangers présents sur le site** :

- ⇒ Dangers liés aux procédés (abattage à l'explosif).
- ⇒ Dangers liés aux produits employés sur le site (carburants, explosifs...).

Cette identification a permis par la suite de réaliser une **Analyse Préliminaire des Risques (APR)** qui a pris en compte les éléments préventifs simples de maîtrise des risques qui seront mis en œuvre sur l'exploitation de Guerphalès.

Un évènement dangereux pour lequel des effets potentiels vis-à-vis des tiers (c'est-à-dire hors périmètre d'exploitation) étaient susceptibles de se produire a fait l'objet d'une estimation détaillée de leur intensité / gravité :

- ⇒ Le risque de projection accidentelle de roches en cas d'anomalie de tir, pour lequel les conséquences d'éventuelles projections hors site nécessitaient également d'être renseignées.

**Concernant le risque de projections de roches, l'APR ayant montré l'atteinte possible de tiers en dehors des limites du site, l'Etude Détaillée de Réduction des Risques (EDRR) réalisée a permis de prouver que les barrières de sécurité mises en œuvre sont suffisantes pour rendre ce risque acceptable.**



# VI. MOYENS DE PRÉVENTION ET D'INTERVENTION

## VI.1. MOYENS DE PRÉVENTION

L'analyse des risques réalisée précédemment montre que l'intervention préventive vis-à-vis des différentes structures d'exploitation et des activités exercées permet de réduire, voire éliminer de nombreuses causes de risques accidentels. La prévention repose avant toute chose sur une maintenance sérieuse et efficace à la fois des équipements et des structures d'exploitation.

Ces mesures concernent le fonctionnement des installations mais également la présence de matériels susceptibles de limiter l'ampleur et la progression d'un sinistre.

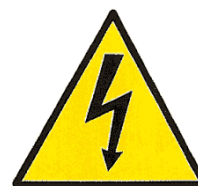
### VI.1.1. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

La prévention contre les risques liés aux structures bâties repose sur le choix de matériaux appropriés et la qualité des travaux de génie civil, lors de la construction des structures d'exploitation. Par ailleurs, une surveillance et une maintenance régulière des structures sont opérées.

### VI.1.2. PRÉVENTION CONTRE LES INCENDIES

La prévention contre les incendies repose sur une bonne conception des installations considérées à risques, ainsi que sur la mise en œuvre de règles simples de sécurité :

- ⇒ La conception générale des installations est réalisée de manière à, dans la mesure du possible, assurer une séparation effective des risques identifiés (installations électriques, matériaux combustibles...).
- ⇒ Différents dispositifs de sécurité permettent également d'éviter les sources d'ignition susceptibles d'engendrer un départ de feu (détecteurs de surintensité, disjoncteurs électriques, arrêts d'urgence...).
- ⇒ Les installations électriques sont réalisées dans les règles de l'art. Elles sont installées de manière à n'engendrer en fonctionnement normal ni arc, ni étincelle, ni surface chaude susceptible de déclencher un incendie voire une explosion.
- ⇒ Les installations électriques sont entretenues en bon état et font l'objet de contrôles annuels en accord avec les prescriptions du titre « Électricité » du R.G.I.E. (Règlement Général des Industries Extractives). Un système d'extinction automatique est installé dans les locaux électriques. Des exercices pompiers et d'utilisation d'extincteurs sont régulièrement réalisés sur le site. La thermographie est utilisée pour localiser les points chauds.
- ⇒ Enfin, une signalétique de danger électrique est mise en place de manière lisible à hauteur des principales zones à risques (armoires électriques).
- ⇒ Les travaux de réparation ou de maintenance par points chauds (soudures...) réalisés sur l'exploitation font systématiquement l'objet d'un permis de feu.



Le permis de feu est accompagné de consignes fixant notamment les mesures de précaution à prendre et les moyens de lutte contre les incendies devant être mis à disposition :

AVANT LES TRAVAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vérification du bon état du matériel employé (poste de soudure...).</li> <li>➤ Éloignement ou protection par des matériaux ignifugés de tous les matériaux ou produits inflammables et combustibles situés à moins de 10 m du lieu de travail.</li> <li>➤ Nettoyage et au besoin humidification du sol.</li> <li>➤ Repérage de tous les risques particuliers d'incendies ou de propagation à proximité du lieu de travail.</li> <li>➤ Prévision à proximité d'un moyen de lutte contre l'incendie (au minimum 1 extincteur).</li> </ul>
PENDANT LES TRAVAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Surveillance des projections incandescentes éventuelles et de leurs points de chutes.</li> <li>➤ Pose des éléments montés en température sur supports adaptés.</li> </ul>
APRÈS LES TRAVAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inspection du lieu de travail et des abords.</li> <li>➤ Contrôle de sécurité du lieu de travail plusieurs minutes après la fin d'intervention.</li> </ul>

⇒ Des consignes de sécurité sont données au personnel d'exploitation (par voie orale et voie d'affichage) sur les actes de malveillance susceptibles de déclencher un départ d'incendie.

Ces consignes portent notamment sur :

- L'interdiction d'approcher des points chauds ou de fumer à proximité des zones à risques.
- L'interdiction de procéder à toute forme de brûlage au sein de l'exploitation.

⇒ Des signalétiques appropriées sont mises en place au niveau de chaque zone d'exploitation susceptible de présenter un risque.



### **VI.1.3. PRÉVENTION CONTRE LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES**

La prévention contre les risques de pollutions accidentelles a déjà été abordée dans l'étude d'impact jointe à la présente demande d'autorisation, au chapitre relatif aux mesures concernant les eaux ainsi que dans le volet sanitaire de l'étude d'impact.

Les cuves aériennes de stockage de carburant sont placées sur rétention, le remplissage des engins et véhicules légers, au niveau du secteur de l'usine, sont respectivement réalisés au niveau d'une aire étanche bétonnée reliée à un séparateur à hydrocarbures.

En ce qui concerne le ravitaillement en carburant des engins sur chenille en carrière (pelle, foreuse), ainsi que du compacteur et du bull lorsqu'ils interviennent sur la verse de Kerroué, il est rappelé que le camion citerne est équipé d'un dispositif de remplissage (pistolet) de sécurité et que la citerne est double peau. Des kits absorbants sont également présents dans le camion citerne en cas de fuites ou égouttures.

Des kits de première intervention composés de matériaux absorbants sont présents sur site pour pallier à d'éventuelles salissures du sol par des produits polluants (rupture de flexible sur un engin par exemple).

Les cuves de stockage de soude sont contrôlées régulièrement. En cas de déversement accidentel, la soude sera confinée sur le site.

#### **VI.1.4. EMPLOI DE SUBSTANCES DANGEREUSES (EXPLOSIFS)**

L'acheminement des explosifs nécessaires aux opérations de minage sur l'exploitation de Guerphalès est assuré par une entreprise extérieure qui dispose des agréments requis.

Les opérations de minage (préparation des tirs) sont quant à elles réalisées par le personnel habilité du site. Les personnes amenées à manipuler et mettre en œuvre les explosifs disposent des habilitations requises (certificats de préposés aux tirs notamment, recyclage annuel, habilitation préfectorale individuelle, permis de tir) et bénéficient d'une forte expérience pour ce type d'opération.

La réception de ces explosifs s'effectue pour une utilisation dès réception (sans stockage d'explosifs sur le site) pour laquelle la société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL dispose d'un arrêté préfectoral d'autorisation d'utilisation d'explosifs dès réception, régulièrement renouvelé (tous les 5 ans).

Lors de la préparation des tirs de mines et de l'utilisation des explosifs, toutes les mesures sont prises pour assurer, tant pour le personnel de la carrière que pour le voisinage, une parfaite sécurité. Sans rappeler précisément toutes les procédures de mise en œuvre des explosifs, les précautions prises portent notamment sur :

- la nature des explosifs utilisés et les précautions de manipulation.
- la réalisation des trous de mines.
- la préparation des chargements (évacuation du reste du personnel).
- la réalisation des charges d'amorces.
- la composition des charges et le chargement des trous (plans de tir).
- les précautions avant le tir (évacuation, bouclage et surveillance du site et des abords).
- la réalisation du tir (mise à feu).
- les précautions après le tir (reconnaissance du tir par le boutefeu).
- la levée du périmètre de sécurité et la purge des fronts si nécessaire (sous la responsabilité et selon les consignes du chef de carrière).

Par ailleurs, lors des tirs de mines, des dispositions sont prises pour la mise à l'abri du personnel et du matériel présent sur site (mise en sécurité de la zone de minage), l'alerte sonore, le bouclage des accès et la surveillance des abords de l'exploitation (personnel d'exploitation positionné en périphérie du site et bloquant la RD n°85, selon la situation du lieu de minage).

#### **VI.1.5. PRÉVENTION CONTRE LES ÉBOULEMENTS, EFFONDREMENTS, CHUTES**

Concernant le danger associé aux installations présentes (ainsi qu'aux aires proches), les risques touchent essentiellement le personnel de la carrière ou les personnes extérieures autorisées à y accéder et accompagnées d'un membre du personnel de la société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL (visiteurs, organismes de contrôles, de maintenance...).

La prévention contre ce type d'incident repose avant tout sur la qualité des travaux de génie civil ou de montage des structures, mais également sur leur surveillance et leur entretien périodique. La prévention des chutes depuis ces structures est quant à elle assurée par la mise en place au niveau des zones de travail en hauteur de passerelles et de garde-corps sécurisés.

Les mesures prises par rapport au public visent la prévention contre leur intrusion sur le site d'exploitation, en limitant son accessibilité et en signalant l'existence de dangers : clôture, talus et merlons périphériques, panneaux interdisant l'accès au site.

Dans la mesure où l'intrusion volontaire de personnes étrangères à l'exploitation reste toujours possible, malgré les mesures dissuasives mises en place, et afin de protéger également le personnel d'exploitation évoluant à hauteur des zones d'extraction, la prévention contre ce type de danger passe également par :

- une purge régulière des fronts d'extractions, pour garantir leur stabilité.
- l'interdiction de sous-caver les fronts d'extraction.
- la mise en place de talus ou blocs rocheux le long des pistes et des rampes d'accès aux fronts d'extraction.

#### **VI.1.6. PRÉVENTION CONTRE LES COLLISIONS**

La prévention contre les risques de collisions et en particulier les risques liés au trafic induit par la carrière sur les axes routiers locaux est traitée dans un paragraphe de l'étude d'impact auquel on pourra se reporter.

Les risques d'accident provoqués par une collision au sein du site sont prévenus par l'adoption des mesures suivantes :

- la limitation de la vitesse sur site,
- des aires de circulation et de manœuvre suffisamment larges,
- signalisation par radio des mouvements de véhicules sur le site,
- l'obligation pour les engins de se stationner en marche arrière,
- une bonne visibilité sur le site,
- une matérialisation des voies de circulation,
- un plan du site affiché à l'entrée identifiant les zones de circulation et l'accessibilité des zones aux engins, aux véhicules de transport et aux véhicules légers.

#### **VI.1.7. PROTECTION CONTRE LA Foudre**

Les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées et sur lesquelles une agression par la foudre pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte à la sûreté des installations, à la sécurité des personnes ou à la qualité de l'environnement doivent être protégées contre la foudre (Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'Arrêté du 19 juillet 2011, relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées).

L'annexe de l'Arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise toutefois que les installations classées soumises à autorisation sous la rubrique sollicitée dans la présente demande (rubrique 2510, 2515 et 2720) ne rentrent pas dans le champ d'application de l'Arrêté sus-visé.

#### **VI.1.8. ACTES DE MALVEILLANCE**

La prévention contre de tels risques consiste à limiter l'accessibilité du site aux personnes non autorisées :

- bouclage du site par des clôtures périphériques au niveau des endroits les plus accessibles, l'aménagement de talus et merlons végétalisés,
- mise en place en périphérie du site de panneaux interdisant l'accès au site et informant de la nature des dangers,
- sécurisation des installations en dehors des horaires d'ouverture du site (fermeture des bâtiments et des locaux).

A noter que le site est sous vidéosurveillance et que hormis des périodes de fermetures exceptionnelles, il y a toujours du personnel présent sur le site au niveau des usines.

### **VI.1.9. CONTRÔLES**

L'exploitation de Guerphalès et les installations qui lui sont associées font l'objet d'un contrôle exercé par les services de l'État chargés de l'inspection des Installations Classées pour la protection de l'Environnement.

Par ailleurs, d'autres contrôles préventifs en matière de sécurité sont réalisés périodiquement par des organismes extérieurs agréés. Il s'agit notamment :

- du contrôle des installations de lutte contre les incendies par un organisme agréé,
- des VGP (vérifications générales périodiques) des engins qui sont réalisées par un organisme agréé tous les 6 mois (engins équipés d'un dispositif de levage) à 12 mois (engins sans dispositif de levage),
- du contrôle par un organisme extérieur de prévention (OEP),
- des contrôles des installations électriques.

## **VI.2. MOYENS D'INTERVENTION**

Dans l'hypothèse où les moyens de prévention visés précédemment s'avéraient insuffisants et qu'un incident venait à mettre en péril les personnes ou les biens matériels présents au sein de l'exploitation ou dans le voisinage, il peut être fait appel à des moyens d'intervention internes et, le cas échéant, des moyens externes. Les mesures et consignes de sécurité sont portées à la connaissance du personnel.

En cas de sinistre, la procédure d'intervention suivante serait mise en œuvre :

- ① Information de l'ensemble des personnes présentes au sein de l'établissement (personnel d'exploitation, intervenants extérieurs...).
- ② Mise en œuvre des moyens internes d'intervention, visant à réduire le développement d'un sinistre et son éventuelle propagation.
- ③ Appel des moyens d'intervention et de secours extérieurs (si la gravité du sinistre l'exige et met en péril la sécurité du personnel d'exploitation).
- ④ Délimitation d'un périmètre de sécurité et de la zone d'intervention des secours (le cas échéant, bouclage du site ou des abords, dans l'attente des secours extérieurs).
- ⑤ Information du voisinage et de toute personne, service d'État (DREAL...), ou autre (mairie...), susceptibles d'être concernés par le sinistre et sa gravité.

A noter que si le sinistre devait affecter la qualité des eaux superficielles à l'extérieur du site (étang de Crazius, Ellé), la société IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL a mis en place une procédure d'alerte afin d'informer le plus rapidement possible le gestionnaire des captages d'eau potable situés en aval.

### **VI.2.1. MOYENS D'INTERVENTION INTERNES**

#### **➤ PREMIERS SOINS EN CAS D'URGENCE**

Afin de procéder aux premiers soins d'urgence, en cas d'accident ou d'incident sur l'établissement ou à proximité, des trousse de premières urgences (régulièrement vérifiées et complétées) sont présentes sur l'exploitation.

Par ailleurs, des membres du personnel sont formés et sensibilisés pour organiser les secours sur les lieux de travail (sauveteurs-secouristes du travail) et suivent régulièrement des sessions de mises à niveau).

## ➤ **MOYENS DE COMMUNICATION**

Le personnel travaillant sur le site dispose de moyens de communication mobiles (radio, téléphones portables).

## ➤ **MATÉRIEL DE LUTTE CONTRE LES INCENDIES**

Les engins et les locaux sont équipés d'un parc d'extincteurs conformes aux normes en vigueur et régulièrement contrôlés. Les agents extincteurs utilisés sont les suivants :

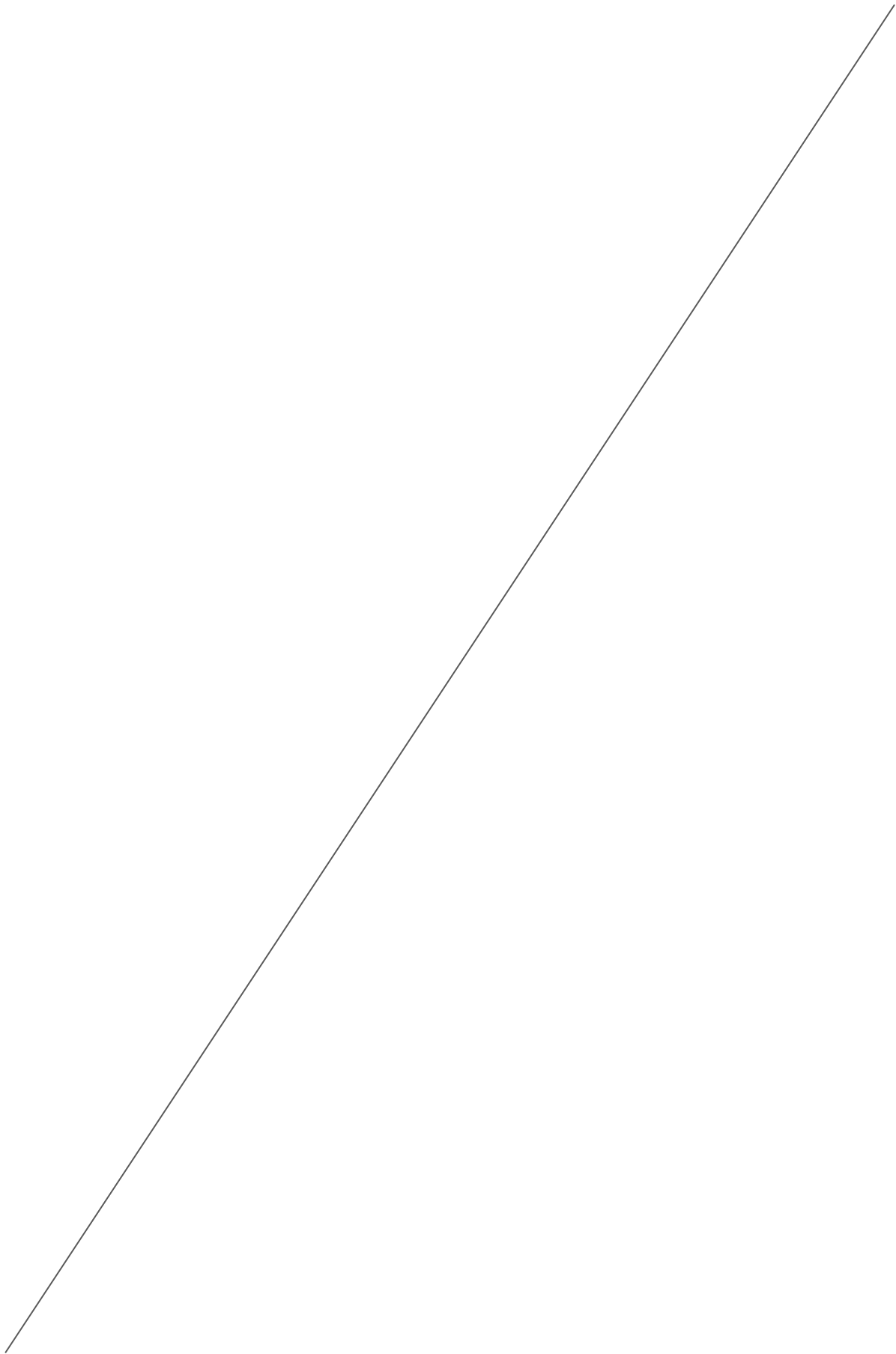
- ⇒ **Poudres ABC** : elles agissent par étouffement et/ou par inhibition, ce qui les rend plus efficaces dans les milieux clos. Les poudres ABC permettent d'agir sur des feux de matériaux solides, des feux de liquides ou solides liquéfiables, ainsi sur des feux de gaz.
- ⇒ **CO<sub>2</sub>** : le dioxyde de carbone favorise l'extinction en diminuant la teneur en oxygène de l'atmosphère. Il agit par étouffement mais également par refroidissement.

### **VI.2.2. MOYENS D'INTERVENTION EXTERNES**

Dans l'éventualité où les moyens de premiers secours visés précédemment s'avéreraient insuffisants, compte tenu de l'ampleur d'un accident, il serait alors fait appel aux services publics d'intervention qui disposent de moyens spécifiques adaptés à chaque type d'événement.

# ANNEXE

## Étude géotechnique de SLR (+ traduction IMERYYS)





26<sup>th</sup> March 2014

Armand Dubus  
Imerys/DAMREC  
Mine de Glomel  
Hameau de Guerphalès  
22110 GLOMEL  
France

Our Ref: 416.02802.00003

Your Ref:

Dear Armand

**RE: DAMREC OLD TAILINGS DAM PIEZOMETER LEVELS**

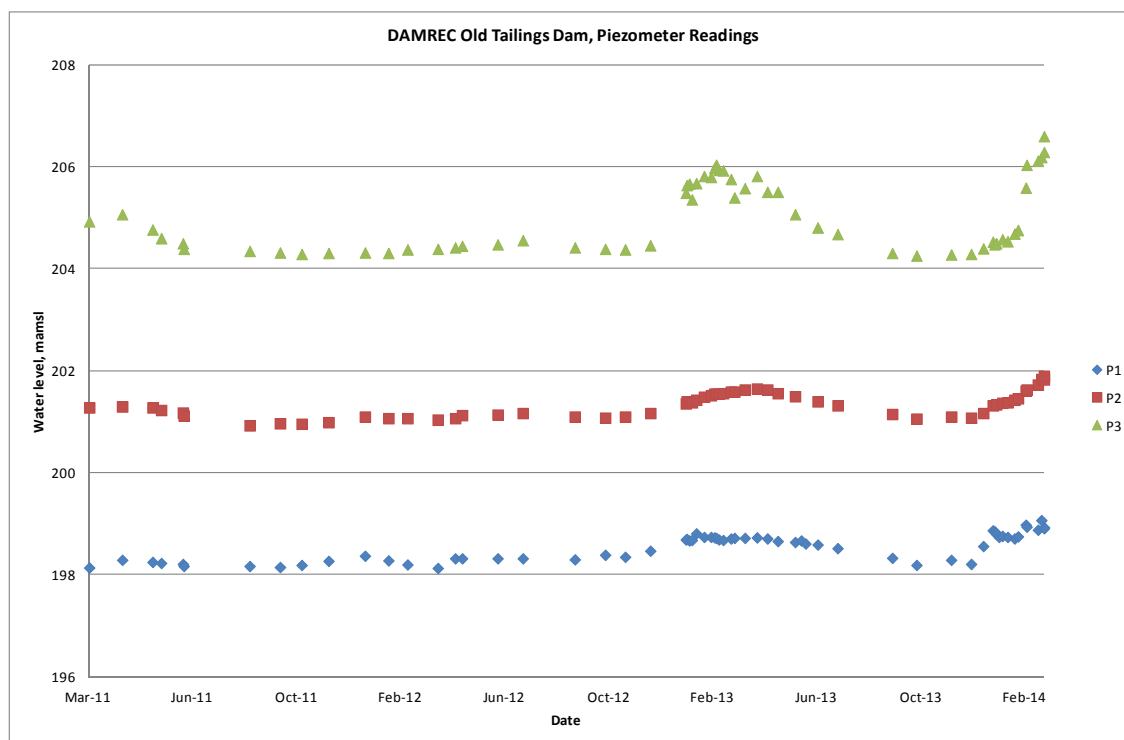
## 1.0 INTRODUCTION

Further to your request, this letter presents our findings with respect to the piezometric levels within the southern slope of the Old Tailings Dam at the Glomel Mine, Glomel, France. SLR was contacted by Armand Dubus of DAMREC on the 4<sup>th</sup> March 2014 with regard to increases in recorded piezometric levels in the piezometers installed within the dam. The focus of this report is on the standpipe piezometers located on the southern slope of the dam rather than the vibrating wire instruments that are located further to the north in the vicinity of the Sabes Sand Tip. The latter have been installed for the purposes of monitoring piezometric levels in the northern area once the Sabes Sand Tip is extended onto the Old Tailings Dam. No tipping of sand or rockfill has yet taken in that area and hence there is no current requirement to assess the data for this area. The main concern lies with the potential impact of the rise in water levels on the stability of the southern slope. Notwithstanding this, comments are provided within Section 3.0 with respect to the potential considerations for Sabes Tip stability should the piezometric levels within the old tailings remain at elevated levels.

It is understood that unusually heavy rainfall has occurred during February 2014, resulting in an increase in the pond area on top of the Old Tailings Dam. An increase in piezometer readings following prolonged periods of heavy rainfall, particularly if a pond develops, is to be expected. Figure 1-1 below presents the piezometer readings from March 2011 to 2014. It can be seen that there is a natural seasonal variation that will be associated with higher rainfall – the greater increases during 2013 and 2014 will be associated with the higher

rainfall during these years and due to an increased pond size on top of the dam as this might not have been efficiently controlled via the discharge system located in the north-eastern corner of the dam.

**Figure 1-1: Piezometer Readings, March 2011 to March 2014**



## 2.0 STABILITY ANALYSES

In order to determine the potential impacts of the increased piezometer levels on the stability of the southern slope of the dam, SLR has undertaken probabilistic stability modelling using the package Slope/W Version 7.21 (GEO-SLOPE International Limited, 2007 to 2014).

The Slope/W model consists of the cross section through the line of piezometers in the southern wall. The materials include relatively strong bedrock, the rockfill toe (starter dam), an outer tailings shell (formed as a result of the aerial deposition method used in tailings deposition) and the general tailings within the outer sand shell. The material properties are the same as those adopted in previous modelling work undertaken by SLR, with the exception that the shear strength of the tailings, tailings shell and rockfill toe were varied according to a normal distribution between the expected values (adopted previously) and minimum estimated values. A summary of the material properties is presented below.

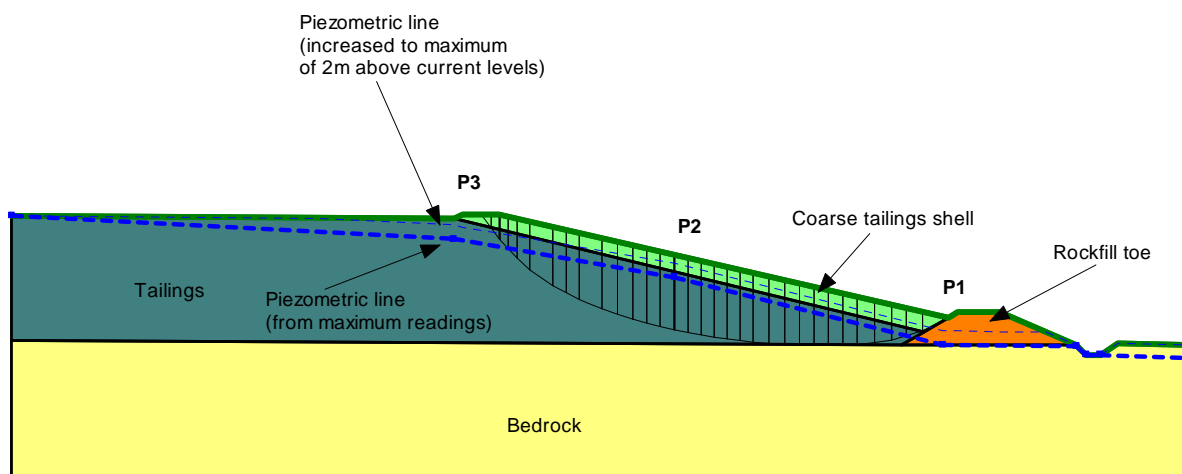
- Rockfill toe: Most likely effective angle of shearing resistance ( $\phi'$ )  $38^\circ$ , minimum value  $30^\circ$ . Unit weight  $20\text{kN/m}^3$ .

- Coarse tailings shell: Most likely effective angle of shearing resistance ( $\phi'$ )  $36^\circ$ , minimum value  $30^\circ$ . Unit weight  $16.0\text{kN/m}^3$ .
- General tailings within the outer shell: Most likely effective angle of shearing resistance ( $\phi'$ )  $30^\circ$ , minimum value  $25^\circ$ . Unit weight  $16.5\text{kN/m}^3$ .

The piezometric surface within the model was defined by the highest piezometer readings for P1 (at the rockfill toe), P2 (approximately halfway up the slope) and P3 (at the crest of the slope). The piezometric surface was varied according to a normal distribution curve up to a maximum of 2m above the highest readings.

The median (most expected) slip surface derived from the modelling is presented in Figure 2-1 below.

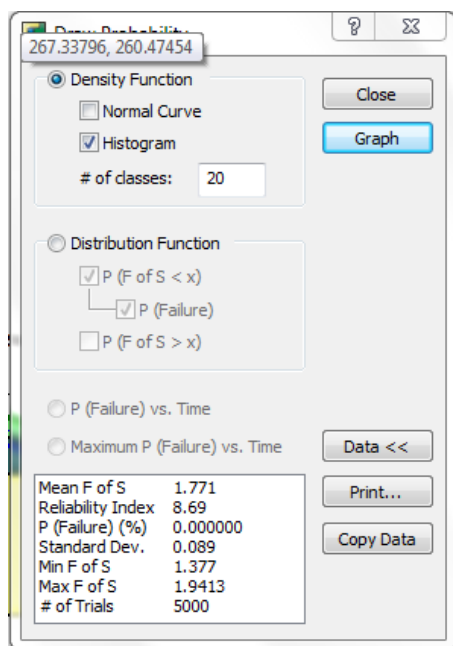
**Figure 2-1: Slope/W Model and Median Slip Surface**



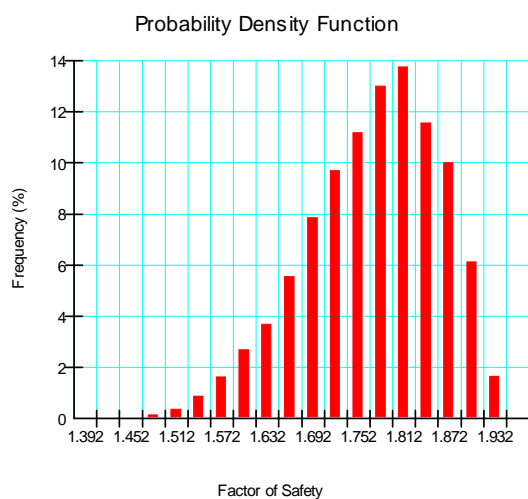
The median factor of safety for the highest piezometric levels recorded and the expected shear strength values is 1.941. The minimum calculated factor of safety from the probabilistic modelling (taking into account reduced shear strength and even higher piezometric levels) is 1.377, with a zero % probability of failure occurring. The overall results of the probabilistic modelling are presented in Figure 2-2 and Figure 2-3 below.

The overall conclusion to be drawn is that there is negligible probability of slope stability occurring due to the increased piezometric levels. A discussion on the readings and other issues is presented within Section 3.0 of this report.

**Figure 2-2: Summary of Probabilistic Modelling Results**



**Figure 2-3: Probability Density Function, Factor of Safety**



### 3.0 DISCUSSION

The increase in piezometer water levels is to be expected following prolonged heavy rainfall, particularly if the pond on top of the dam is not drained efficiently and increases in size. The stability analyses undertaken indicate a zero % probability of failure for low shear strength materials and even higher piezometric conditions. Hence, there are no immediate concerns and no need to consider actions such as the installation of depressurising wells.

In terms of the trigger (advisory) levels that are contained within the DAMREC piezometer spreadsheet, the increase in the readings has resulted in 'amber' conditions being reached. The attainment of the amber (or even red) condition does not imply any imminent threat of

instability but implies that increased vigilance is required – for example, for the amber condition, an increase in monitoring frequency to once per week, or for the red condition, an increase to readings every 2 days. Both conditions require a note to be made of pond water levels and for a response to be made in terms of lowering the pond water (via pumping from the north-eastern sump).

In overall terms, the potential for overtopping of the dam is a more critical condition than an increase in piezometer readings. However, overtopping also has a negligible probability of occurring as there is an emergency spillway located on the south-eastern flank at approximately 215.8m amsl. This should ensure that no uncontrolled overtopping will occur. Notwithstanding this, any increase in pond water size should trigger the requirement to inspect the spillway to ensure that there are no blockages / obstructions within the spillway such that it would function as designed. In addition, any increase in pond water size should trigger the requirement to increase the pumping rate off the dam from the pumping sump. It is understood that this is currently being undertaken.

It is understood that the old decant location in the north-eastern area of the dam has now been decommissioned and that all pond control is now managed by pumping from the sump. A formal report on the decommissioning measures (such as grouting of the decant) should be produced.

There are proposals to extend the Sabes Tip further to the south on top of the old tailings deposits and SLR has previously undertaken stability analyses for this extension of the tip. It should be noted that the stability analyses were based upon a piezometric conditions that were measured at that time within the old tailings deposits. If there are consistently higher groundwater levels within the old tailings due to higher rainfall, then it would be advisable to re-run the previous analyses to determine the potential affect on stability of the Sabes Tip as it is extended onto the old tailings surface. While the level of stability would not be expected to drop significantly, the recent rise in water levels is likely to imply that the factors of safety will reduce. It is not anticipated that this would suggest unstable conditions, but the target factors of safety for operation of the tip might not be met where the originally-calculated factors of safety are already close to the target condition for some cross sections. It is understood that a potential alternative would be to extend the Sabes Tip to the east over natural ground rather than to the south over old tailings deposits. In overall risk management terms, the extension towards the east would represent the lower risk option since the sand would be placed on a relatively strong foundation. The presence of old tailings as a foundation (for the southern extension option) requires the detailed consideration of weak materials, variability of strength, variability of groundwater levels prior to tipping and

variability in the pore water pressure response of the tailings when the sand load is applied. While the stability analyses and design carried out previously by SLR included mitigation measures to provide adequate factors of safety, the weaker foundations and potential variability in the input parameter values inherently implies a lower level of certainty within the results when compared to simple (natural ground) foundation conditions.

#### 4.0 CLOSURE

We trust that the foregoing is of assistance to DAMREC in terms of the concerns raised by the increase in piezometer levels. Please do not hesitate to contact me should you have any queries.

Yours sincerely  
**SLR Consulting Limited**



**Ricky Collins**  
Technical Director



18/03/2014

## **NIVEAU DES PIEZOMETRES DE L'ANCIENNE DIGUE A STERILES SUITE AUX FORTES PRECIPITATIONS DE L'HIVER 2013-2014 ET IMPLICATIONS SUR L'EXTENSION DU SABES**

### **1.0 INTRODUCTION**

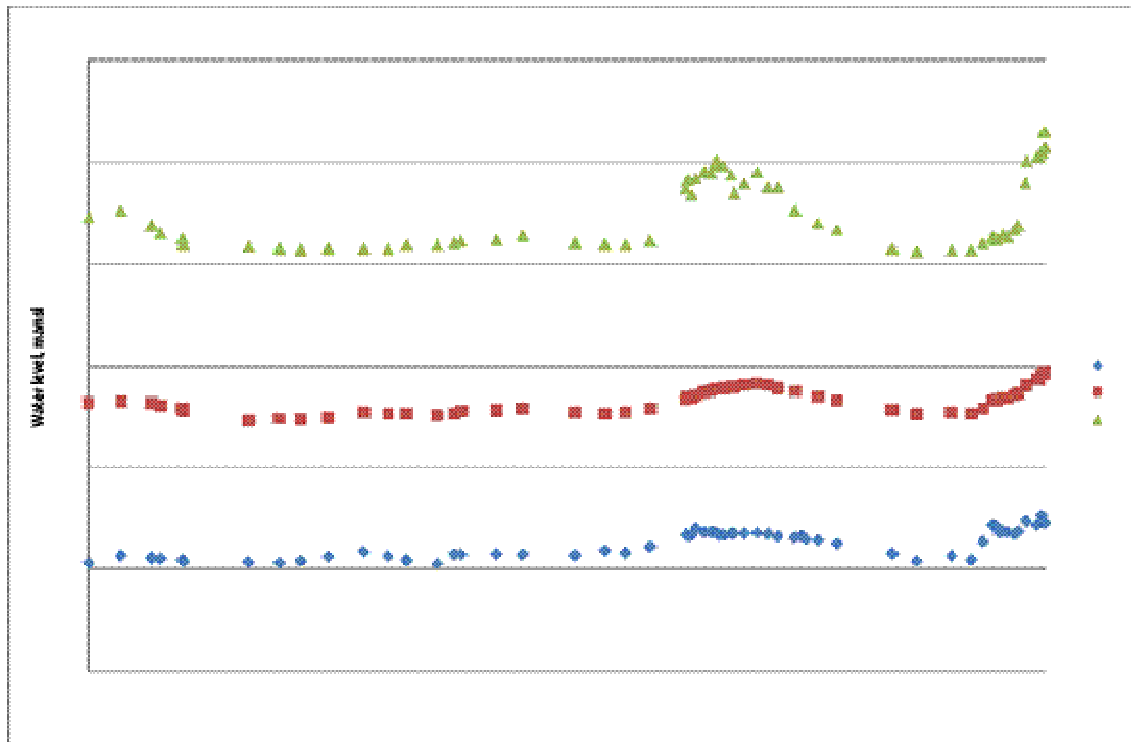
Suite à votre demande, ce rapport présente nos résultats par rapport aux niveaux piézométriques dans le versant sud de l'ancienne digue à stériles de la mine de Glomel, Guerphalès – 22110 GLOMEL.

SLR a été contacté par Armand Dubus de IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL (ex DAMREC) le 4 Mars 2014, à propos de l'augmentation des niveaux enregistrés dans les piézomètres installés dans le flanc aval du barrage. L'objectif de ce rapport est l'étude des piézomètres situés sur le versant sud du barrage plutôt que des instruments vibrants qui sont situés plus au nord dans le voisinage du SABES. Ces derniers ont été installés à des fins de surveillance de niveaux piézométriques dans la zone nord, une fois que le sable du SABES aura été étendu sur l'ancienne digue à stériles. IL n'y a pas de déversement de sable ni d'enrochement à cet endroit et par conséquent il n'y a aucune nécessité actuelle d'évaluer les données pour cette zone.

La principale préoccupation réside dans l'impact potentiel de la hausse des niveaux d'eau sur la stabilité de la pente sud. Malgré cela, les commentaires sont fournis dans la section 3.0 en fonction de considérations potentielles pour la stabilité du SABES à condition que les niveaux piézométriques dans l'ancienne digue à stériles restent à des niveaux élevés.

Nous avons tenu compte du fait que des précipitations exceptionnellement fortes se sont produites en Février 2014, qui ont entraîné une montée des eaux dans l'ancienne digue à stériles. Par conséquent, il faut s'attendre à une augmentation de lectures piézométriques après des périodes prolongées de fortes pluies, en particulier si un étang se développe. La figure 1-1 ci-dessous présente les résultats du piézomètre de mars 2011 à mars 2014. On peut observer qu'une variation saisonnière naturelle est visible qui peut être associée aux augmentations des pluies. Les pics de 2013 et 2014 pouvant être associés aux fortes précipitations enregistrées pendant la période et en raison de l'agrandissement de l'étang au-dessus du barrage qui n'aurait pas été efficacement contrôlé par le système d'évacuation situé dans le coin nord-est du barrage.

Figure 1-1: lectures de piézomètres, March 2011 to March 2014



## 2.0 ANALYSES DE STABILITE

Afin de déterminer les impacts potentiels des augmentations de niveaux piézométriques sur la stabilité de la pente sud du barrage, SLR a entrepris la modélisation de stabilité probable en utilisant la suite logicielle Slope / W Version 7.21 (GEO-SLOPE International Limited, de 2007 à 2014)

Le modèle Slope / W se compose de la section croisée à travers la ligne de piézomètres dans le mur situé au sud. Le matériau est composé d'un lit de roches relativement dur, la base rocheuse (barrage initial), une couche de déchets (formé par la méthode de dépôt aérien utilisé dans les dépôts résiduels) et les résidus ordinaires composant la couche extérieure. Les propriétés des matériaux sont les mêmes que celles adoptées dans les travaux de modélisation entrepris précédemment par SLR, à l'exception que la résistance au cisaillement des déchets, la couche supérieures des déchets et l'enrochement ont varié en fonction d'une distribution normale entre les valeurs attendues (adoptée précédemment) et des valeurs minimales estimées. Un résumé des propriétés des matériaux est présenté ci-dessous

- Enrochement de pied : angle de résistance efficace ( $\phi'$ ) 38°, 30° de valeur minimale, poids unitaire 20kN/m<sup>3</sup>.
- Couche de résidus fins : angle de résistance efficace ( $\phi'$ ) 36°, valeur minimale 30°, poids unitaire 16.0kN/m<sup>3</sup>.
- Couche de stériles généraux : angle de résistance efficace ( $\phi'$ ) 30°, valeur minimale 25°, poids unitaire 16.5kN/m<sup>3</sup>.

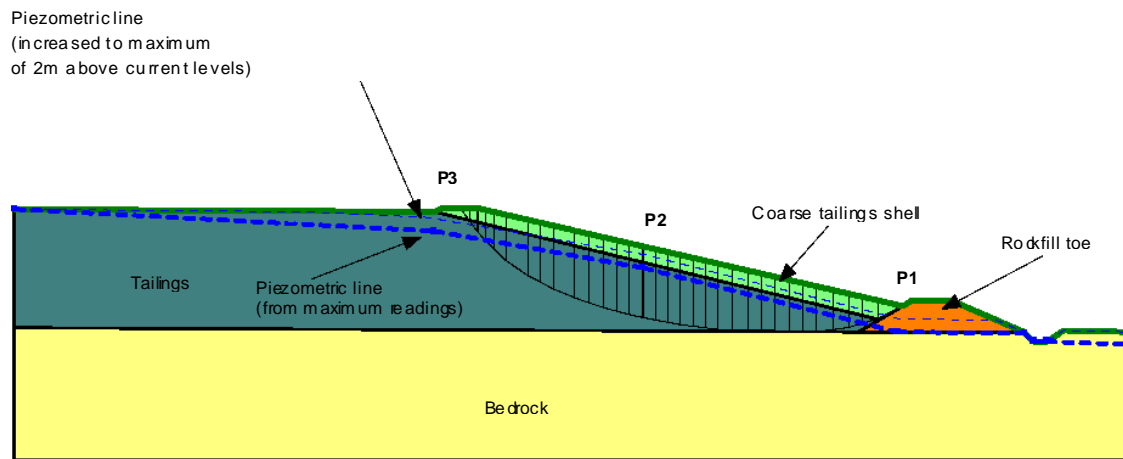
La surface piézométrique dans le modèle a été définie par les lectures piézométriques les plus élevées pour le P1 (au pied de l'enrochement), le P2 (environ à mi-hauteur de la pente)



et le P3 (au sommet de la pente). On a fait varier la surface piézométrique en fonction d'une courbe de distribution normale, jusqu'à un maximum de 2 m au-dessus des plus hautes valeurs enregistrées en Février 2014.

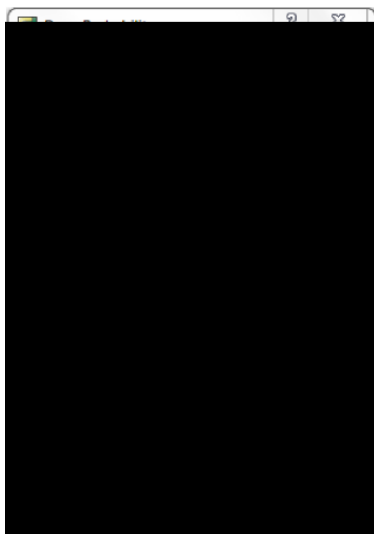
La surface de glissement médiane (la plus probable) provenant de la modélisation est présentée dans la Figure 2-1 ci-dessous. Le facteur médian de sécurité pour les plus hauts niveaux piézométriques enregistrés et les valeurs attendues de résistance au cisaillement est de 1.941. Le facteur minimal calculé de sécurité forme la modélisation probabiliste (en tenant compte de la force de cisaillement réduite et des niveaux piézométrique encore plus élevés) est de 1,377, avec une probabilité de défaillance proches de 0%. Les résultats globaux de la modélisation probabiliste sont présentés à la figure 2-2 et la figure 2-3 ci-dessous.

**Figure 2-1: Slope/W Model et surface de glissement médiane**



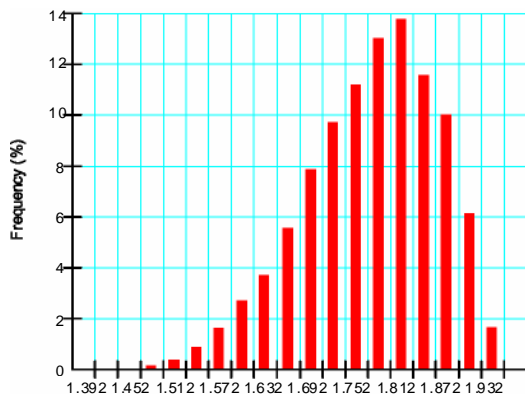
La conclusion générale qui peut en être tirée est qu'il y'a une probabilité négligeable de glissement de stabilité qui se produirait à cause des niveaux piézométriques en augmentation. Une discussion sur les valeurs et d'autres questions sont présentées dans la section 3.0 de ce rapport.

**Figure 2-2: Résumé des résultats modélisation probabiliste**



**Figure 2-3: Probability Density Function, Factor of Safety**

Probability Density Function



Factor of safety

### 3.0 DISCUSSION

L'augmentation des niveaux d'eau des piézomètres est à prévoir suite à de fortes pluies récurrentes, en particulier si l'étang au-dessus du barrage n'est pas évacué efficacement et qu'il augmente en taille. Les analyses de stabilité entreprises indiquent une probabilité de 0% de rupture pour des matériaux à faible résistance au cisaillement et même supérieur aux conditions piézométriques. De ce fait, il n'y a pas de préoccupation immédiate et pas d'urgence à envisager des mesures telles que l'installation de puits de dépressurisation.

En terme de niveaux de déclenchement (consultatifs) qui sont contenus dans la feuille de calcul piézométrique de IRM Glomel, l'augmentation dans les lectures a abouti à atteindre des conditions «orange». Atteindre la couleur « orange » (ou même rouge) n'implique aucune menace imminente d'instabilité mais implique qu'une vigilance accrue est nécessaire - par exemple, lorsqu'on atteint l'orange, une augmentation de la fréquence de surveillance de une fois par semaine, ou pour l'état rouge, une augmentation de vérification tous les 2 jours. Les deux conditions nécessitent de diffuser une note concernant les niveaux d'eau de l'étang et d'une réponse à apporter en terme de réduction de l'eau dans l'étang (par pompage via le bassin Roch'Lédan au nord-est).

Dans d'autres termes, le risque de débordement du barrage est une possibilité plus critique que l'augmentation dans les lectures piézométriques. Toutefois, le débordement a également une probabilité négligeable de se produire car il ya un déversoir d'urgence situé sur le flanc sud-est à environ 215.8m RGF. Cela doit suffire à ce qu'aucun débordement incontrôlé ne se produise. Malgré cela, une augmentation de la quantité d'eau de l'étang devrait déclencher l'obligation de vérifier le déversoir pour s'assurer qu'il n'y a pas de blocages / obstructions dans le déversoir qu'il l'empêcherait de fonctionner comme prévu. En outre, toute augmentation de taille de l'étang doit déclencher l'obligation d'augmenter le débit de pompage hors du barrage depuis le puisard de pompage. Il est entendu que ceci est actuellement la procédure à suivre.

Il existe des propositions pour étendre la verse du SABES plus au sud au-dessus des anciens dépôts de stériles et SLR a déjà entrepris des analyses de stabilité de cette extension de la verse.

Il convient de noter que les analyses de stabilité ont été basées sur des conditions piézométriques qui ont été mesurées à l'époque sur les anciens dépôts. S'il y a des niveaux d'eau souterraine systématiquement plus élevés dans les dépôts de stériles en raison de précipitations plus élevées, il serait souhaitable de ré-exécuter la précédente analyse afin de déterminer les effets éventuels sur la stabilité du SABES puisqu'il est étendu sur la vieille surface des résidus. Bien que le niveau de stabilité ne doive pas avoir à baisser de manière significative, la hausse récente des niveaux d'eau est susceptible d'impliquer une baisse des facteurs de sécurité. Cela ne veut pas forcément dire des conditions deviendraient instables en cas d'extension du SABES, mais les facteurs de sécurité envisagés pour le fonctionnement du dépôt pourraient ne pas être atteints étant donné que les facteurs de sécurité calculés à l'origine étaient déjà proches de la cible pour certaines sections.

Il est entendu qu'une alternative potentielle serait d'étendre le SABES à l'est sur un terrain naturel plutôt que vers le sud sur les anciens dépôts de résidus. En termes de gestion globale des risques, l'extension vers l'est représenterait l'option la moins risquée, car le sable serait placé sur une base solide. La présence d'anciennes digues comme fondation (pour l'option d'extension sud) nécessite l'examen détaillé des matériaux faibles, la variabilité de la force, de la variabilité des niveaux d'eau souterraine avant le versement et la variabilité dans la réponse de la pression de l'eau interstitielle des déchets lorsque la charge de sable est versée. L'analyse de la stabilité et la conception réalisée auparavant par SLR comprenait néanmoins des mesures d'atténuation afin de fournir les facteurs de sécurité adéquats, mais les faibles fondations et la variabilité possible dans des paramètres impliquent intrinsèquement un niveau de certitude plus faible dans les résultats par rapport à la simple condition de fondation (comme une extension du SABES vers l'Est) sur des terrains naturels.

#### 4.0 CONCLUSION

Nous espérons que ce qui précède va aider IRM Glomel concernant les préoccupations soulevées par l'augmentation des niveaux piézométriques.

S'il vous plaît n'hésitez pas à me contacter si vous avez des questions.

RICKY COLLINS

SLR Consulting Limited

