

SOMMAIRE

I. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS	3
I.1. Objectif et contenu de l'étude de dangers	3
I.2. Structure de l'étude de dangers et textes réglementaires	3
II. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT	4
II.1. Nature des activités exercées	4
II.1.1. Rappel des principales activités	4
II.1.2. Descriptif de l'exploitation.....	6
II.2. Contexte environnant	8
III. MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES	9
III.1. Méthodologie d'identification des dangers	9
III.2. Méthodologie de l'analyse préliminaire des risques (APR)	10
III.2.1. Estimation de la probabilité initiale (PI).....	10
III.2.2. Estimation de l'intensité des effets	11
III.2.3. Estimation de la gravité	11
III.2.4. Estimation de la criticité initiale.....	12
III.3. Méthodologie de l'étude détaillée de réduction des risques (EDRR)	13
III.3.1. Cinétique	13
III.3.2. Évaluation de la probabilité	17
III.3.3. Détermination de la criticité	23
IV. ANALYSE DES RISQUES	24
IV.1. Identification des dangers présents sur site	24
IV.1.1. Dangers liés aux procédés d'exploitation	24
IV.1.2. Dangers liés aux produits présents sur le site	25
IV.1.3. Accidentologie / Retour d'expérience	26
IV.1.4. Réduction des potentiels de dangers	28
IV.1.5. Risques d'agression externes	29
IV.2. Analyse Préliminaire des Risques (APR)	32
IV.2.1. Identification des événements dangereux	33
IV.2.2. Synthèse des événements redoutés	34
IV.2.3. Estimation de l'intensité et de la gravité des phénomènes retenus	35
IV.2.4. Synthèse et estimation de la criticité initiale	42
IV.3. Etude détaillée de réduction des risques	43
IV.3.1. identification des scénarii menant aux phénomènes dangereux retenus et des mesures de maîtrise des risques associées.....	43
IV.3.2. Etude de la cinétique	43
IV.3.3. Estimation de la probabilité	44
IV.3.4. Synthèse de l'analyse détaillée et criticité finale	45
IV.3.5. Mesure de maîtrise des risque	46
IV.4. Conclusion générale de l'analyse des risques	48
V. MOYENS DE PRÉVENTION ET D'INTERVENTION	49
V.1. Moyens de prévention	49
V.1.1. Dispositions constructives	49
V.1.2. Prévention contre les incendies.....	49
V.1.3. Prévention contre les pollutions accidentelles	50
V.1.4. Emploi de substances dangereuses (explosifs)	51
V.1.5. Prévention contre les éboulements, effondrements, chutes	51
V.1.6. Prévention contre les collisions	52
V.1.7. Protection contre la foudre	52
V.1.8. Actes de malveillance.....	52
V.1.9. Contrôles.....	52
V.2. Moyens d'intervention	53
V.2.1. Moyens d'intervention internes.....	54
V.2.2. Moyens d'intervention externes.....	54

INDEX DES ANNEXES ET FIGURES

➤ LISTE DES ANNEXES

ANNEXE : ETUDE GÉOTECHNIQUE DU CABINET CFEG	55
---------------------------------------------------	----

➤ LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de la carrière du Moulin du Roz sur carte IGN.....	8
Figure 2 : Situation des établissements BCA et TRANSPORTS PRIGENT par rapport à la carrière	31
Figure 3 : Cartographie des flux thermiques	38
Figure 4 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles	40
Figure 5 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches ».....	44
Figure 6 : Illustration de la mesure de maîtrise du risque (MMR) « projection accidentelle ».....	47

➤ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Implantation des riverains.....	8
Tableau 2 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR.....	10
Tableau 3 : 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	11
Tableau 4 : Règles de calculs du nombre de personnes exposées selon l'occupation des sols.....	12
Tableau 5 : Matrice des risques pour la hiérarchisation de l'APR.....	12
Tableau 6 : Cinétique pré-accidentelle des événements initiateurs.....	14
Tableau 7 : Cinétique post-accidentelle des événements.....	16
Tableau 8 : Tableau de cotation et d'appréciation des classes de probabilité - Arrêté du 29/09/05.....	17
Tableau 9 : 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)	21
Tableau 10: 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)	21
Tableau 11 : Évaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance (Tab.5 de l'Omega 10)	22
Tableau 12 : Classes de probabilités définies par l'Arrêté du 29 septembre 2005	22
Tableau 13 : Grille de criticité des événements (couple Gravité – Probabilité).....	23
Tableau 14 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière	33
Tableau 15 : Synthèse des événements dangereux critiques redoutés de l'APR	34
Tableau 16 : Flux thermiques rayonnés pour les scénarii d'incendie.....	37
Tableau 17 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR et de leur caractérisation en termes de probabilité initiale et de gravité	42
Tableau 18 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus	42
Tableau 19 : Synthèse de l'identification des événements initiateurs et des mesures de maîtrise des risques.....	43
Tableau 20 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes dangereux redoutés	45
Tableau 21 : Synthèse de la criticité des phénomènes dangereux potentiels	45
Tableau 22 : Criticité des phénomènes dangereux potentiels après prise en compte des MMR	46

I. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS

I.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.

I.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.

II. PRÉSENTATION DE L'INSTALLATION ET DE SON ENVIRONNEMENT

II.1. NATURE DES ACTIVITÉS EXERCÉES

Note : l'installation classée 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.

Le présent projet porté par la société CARRIERES PRIGENT concerne le renouvellement et l'extension d'une carrière de roches massives (gneiss) exploitée au lieu-dit « Le Moulin du Roz » sur la commune de Guipavas, dans le département du Finistère (29).

II.1.1. RAPPEL DES PRINCIPALES ACTIVITÉS

La société CARRIERES PRIGENT sollicite dans le cadre de la présente demande :

- le renouvellement du droit d'exploiter sur une surface de 55 ha 14 a 65 ca,
- l'extension de 20 ha 59 a 62 ca du périmètre de la carrière, qui atteindra une superficie totale de 75 ha 74 a 27 ca,
- l'augmentation de la production maximale du site à 925 000 tonnes/an (contre 800 000 t/an actuellement) conditionnée à la mise en service de la nouvelle rocade de Guipavas, sollicitée sur la base d'un trafic total associé à l'enlèvement de la production inchangé, les camions pouvant circuler depuis le 1er janvier 2013 avec 30 tonnes de charge utile contre 25 t auparavant,
- le maintien de la cote minimale d'extraction autorisée (-60 m NGF) de manière à prévenir l'augmentation des débits d'eaux salines captées en fond de fouille,
- l'actualisation de la puissance totale installée des installations de traitement des matériaux à 2000 kW, à laquelle continuera de s'ajouter un groupe mobile de concassage-criblage d'une puissance de 640 kW,
- le droit d'accueillir des matériaux inertes extérieurs à hauteur de 100 000 t/an en moyenne et 150 000 t/an au maximum,
- la déviation du busage du ruisseau de Kerhuon qui traverse la carrière, sur une longueur totale d'environ 570 m,
- le dévoiement des eaux salines captées en fond de carrière à l'aval de la prise d'eau du Moulin de Kerhuon afin de sécuriser l'alimentation en eaux brutes de l'usine de potabilisation du Moulin Blanc qui approvisionne l'agglomération brestoise.

Les principales caractéristiques d'exploitation associées à ce projet 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 :	SAS CARRIERES PRIGENT		
Adresse du siège et du site :	Lieu-dit « Moulin du Roz » 29490 GUIPAVAS		
Coordonnées :	Tél : 02.98.84.61.76 Fax : 02.98.84.72.42		
N° immatriculation :	Siret 350 165 684 00019 - RCS Brest 89 B 135		
Personne suivant la demande :	Monsieur Matthieu SIMON (Directeur des carrières)		
Signataire de la demande :	Monsieur Louis-Paul LAGADEC (Président)		
LOCALISATION			
Département :	Finistère (29)		
Commune :	Guipavas		
Nom du site :	Carrière du Moulin du Roz		
Coordonnées du site (Lambert 93) :	X = 154,67 à 155,85 km	Y = 6839,55 à 6840,56 km	Z = -67 à 96 m NGF
Nature du gisement :	Roches massives (gneiss)		
RÉGIME ICPE			
Rubrique ICPE concernées :	Soumises à autorisation :	2510-1	Exploitation de carrières
		2515-1	Installations de traitement des matériaux
		2517-1	Station de transit de produits minéraux
	Autres rubriques :	1435, 4734, 2930	
Arrêtés Préfectoraux en vigueur :	Arrêté Préfectoral d'autorisation n°91-2002 du 17 mai 2002		
NATURE ET VOLUME DES ACTIVITÉS			
	<i>Autorisation actuelle</i>		<i>Futur sollicité</i>
Durée sollicitée :	30 ans (jusqu'au 17/05/2032)		30 ans
Surface totale du projet :	55 ha 14 a 65 ca		75 ha 74 a 27 ca
Surface totale de la zone d'extraction :	32,1 ha		46,7 ha
Puissance des installations de traitement :	Installations fixes : 1760 kW Installations mobiles : 640 kW		Installations fixes : 2000 kW Installations mobiles : 640 kW
Nature du traitement :	concassage-criblage-lavage		
Cote minimale d'extraction :	-60 m NGF		
Production maximale annuelle du site (moy/max) :	Non précisée / 800 000 t/an	800 000 t/an / 925 000 t/an	
Accueil de matériaux inertes extérieurs (moy/max) :	Aucun	100 000 t/an / 150 000 t/an	
SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE			
Occupation des sols :	Extension du site sur des parcelles agricoles (cultures) aux potentialités écologiques limitées		
Eau :	Carrière actuelle traversée par le ruisseau de Kerhuon et localisée dans le périmètre de protection de la prise d'eau AEP du Moulin de Kerhuon		
Milieu naturel :	Absence d'effets significatifs sur les espèces protégées fréquentant le site		
Paysage :	Fenêtres visuelles sur le site limitées par le contexte collinaire et bocager des terrains		
Natura 2000	Site Natura 2000 (Zone Spéciale de Conservation) « Rivière Elorn » à environ 2,1 km au Sud		
RAISONS DU CHOIX DU PROJET			
Volonté de maintenir et pérenniser les activités extractives sur la commune de Guipavas, et les emplois associés			
Volonté de constituer un site de stockage de matériaux inertes proche de l'agglomération brestoise sur lequel les matériaux accueillis permettront à la fois la remise en état du site ainsi que sa mise en sécurité (remblaiement partiel de la fosse)			
Proximité de la carrière avec l'agglomération brestoise qui permet de limiter le transport jusqu'aux lieux d'utilisation			
Présence d'un gisement de grande qualité exploité en granulats pour les travaux publics et la production de béton prêt à l'emploi (alimentation directe de la centrale à béton de la société BCA présente à proximité de la carrière)			
Possibilité pour les camions de circuler depuis le 1 ^{er} janvier 2013 avec 30 tonnes de charge utile (contre 25 tonnes auparavant), ce qui permet l'augmentation de la production de la carrière tout en conservant un trafic constant			
Volonté de sécuriser l'alimentation en eau potable de l'agglomération brestoise, en lien avec Brest Métropole et les services de l'Etat, au travers du dévoiement des eaux salines de la source chaude collectées en fond de carrière			

Au regard de la législation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, le projet de la société CARRIERES PRIGENT intègre les rubriques suivantes de la nomenclature ICPE :

- **2510-1** : Exploitation de carrière – AUTORISATION
- **2515-1**: Installations de traitement des matériaux – AUTORISATION
- **2517-1**: Station de transit de produit – AUTORISATION
- **2930** : Atelier de réparation et d'entretien d'engins – NON CLASSE
- **1435** : Station service – DECLARATION CONTROLEE
- **4734-1** : Stockage de produits pétroliers et carburants - NON CLASSE

II.1.2. DESCRIPTIF DE L'EXPLOITATION

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

➤ ZONE EXTRACTIVE

La zone d'extraction constitue la partie Est de la carrière du Moulin du Roz, par rapport au ruisseau de Kerhuon qui traverse le site du Nord au Sud (surface d'environ 26,3 ha).

Le présent projet permettra de renouveler le gisement gneissique disponible à l'extraction au travers de l'extension du périmètre de la carrière, essentiellement vers l'Est et le Sud, en direction des lieux-dits « Seiter », « Seiter-Bihan », « Kerbleuniou » et « Penvern », sur environ 20,6 ha.

La surface totale de la zone d'extraction sera de 46,7 ha (contre 32,1 ha actuellement autorisé) après extension du site et déviation de la partie Nord du ruisseau de Kerhuon (sur 570 m).

➤ PLATE-FORME DE TRAITEMENT ET DE STOCKAGE

La plate-forme des installations et des stocks (environ 7,0 ha) est localisée sur la partie Ouest du site (par rapport au ruisseau de Kerhuon), entre la fosse actuelle et l'ancienne fosse d'extraction actuellement en eau (environ 1,9 ha).

Les installations de traitement des matériaux de la carrière du Moulin du Roz comprennent, du Sud (côté piste) vers le Nord (côté sortie du site) :

- le poste primaire (concasseur et crible à 3 étages),
- l'usine de traitement secondaires / tertiaires et de reconstitution,
- les postes de lavage et de chargement des gravillons.

Le présent projet ne prévoit aucune modification des installations. Néanmoins, afin de prendre en compte la modernisation des installations depuis 2002, la puissance totale installée est portée à 2000 kW, à laquelle continuera de s'ajouter une éventuelle installation mobile de 640 kW.

A noter que le poste primaire sera déplacé en phases 5-6 dans la fosse d'extraction (cote 5-10 m NGF contre 43 m NGF actuellement) pour permettre la déviation du ruisseau busé de Kerhuon au droit de la carrière (phase 2 de la déviation).

➤ INSTALLATIONS ANNEXES

La carrière du Moulin du Roz dispose des installations connexes suivantes :

- deux ponts-bascules (entrée et sortie), un portique d'aspersion et un dispositif de lavage de roues aménagés sur la voie d'accès / sortie de la carrière,
- des bureaux et un poste de pesée localisés au Nord du site, à proximité de l'accès,
- un atelier de 1250 m² pour l'entretien et la réparation des engins, au Sud du site (atelier en sol béton / ossature métallique (poutres) / toit en tôles),
- des locaux du personnel comprenant vestiaires, douches et sanitaires (reliés à un dispositif d'assainissement autonome de type fosse) aménagés dans la partie Sud de l'atelier (côté parking) au Sud du site.

Ces installations annexes ne seront pas modifiées dans le cadre du présent projet.

➤ CIRCUIT DES EAUX

Le circuit des eaux de la carrière du Moulin du Roz comprend :

- le pompage des eaux d'exhaure (eaux pluviales et souterraines) en fond de fouille,
- la circulation de ces eaux au sein de bassins de décantation successifs,
- le rejet des eaux décantées dans le ruisseau de Kerhuon à l'aval du site,
- le pompage dans l'ancienne fosse en eau pour :
 - le lavage des gravillons et sables en **circuit fermé**,
 - l'alimentation du dispositif automatique d'aspersion des pistes (30 arroseurs),
 - l'alimentation du rotoluve et du portique d'aspersion.

La centrale à béton de la société BCA implantée à proximité de l'accès au site (en dehors du périmètre ICPE de la carrière) est également alimentée en circuit fermé par pompage depuis l'ancienne fosse en eau située au Nord-Ouest de la carrière.

II.2. CONTEXTE ENVIRONNANT

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

La carrière du Moulin du Roz est localisée à l'interface entre le centre-ville de Guipavas (rue la plus proche, la rue de Clujury, à environ 50 m au Nord-Ouest) et la campagne environnante.

Les terrains sollicités à l'extension des extractions à l'Est et au Sud-Est du site actuel sont occupés essentiellement par des parcelles agricoles exploitées en cultures ou en prairies :

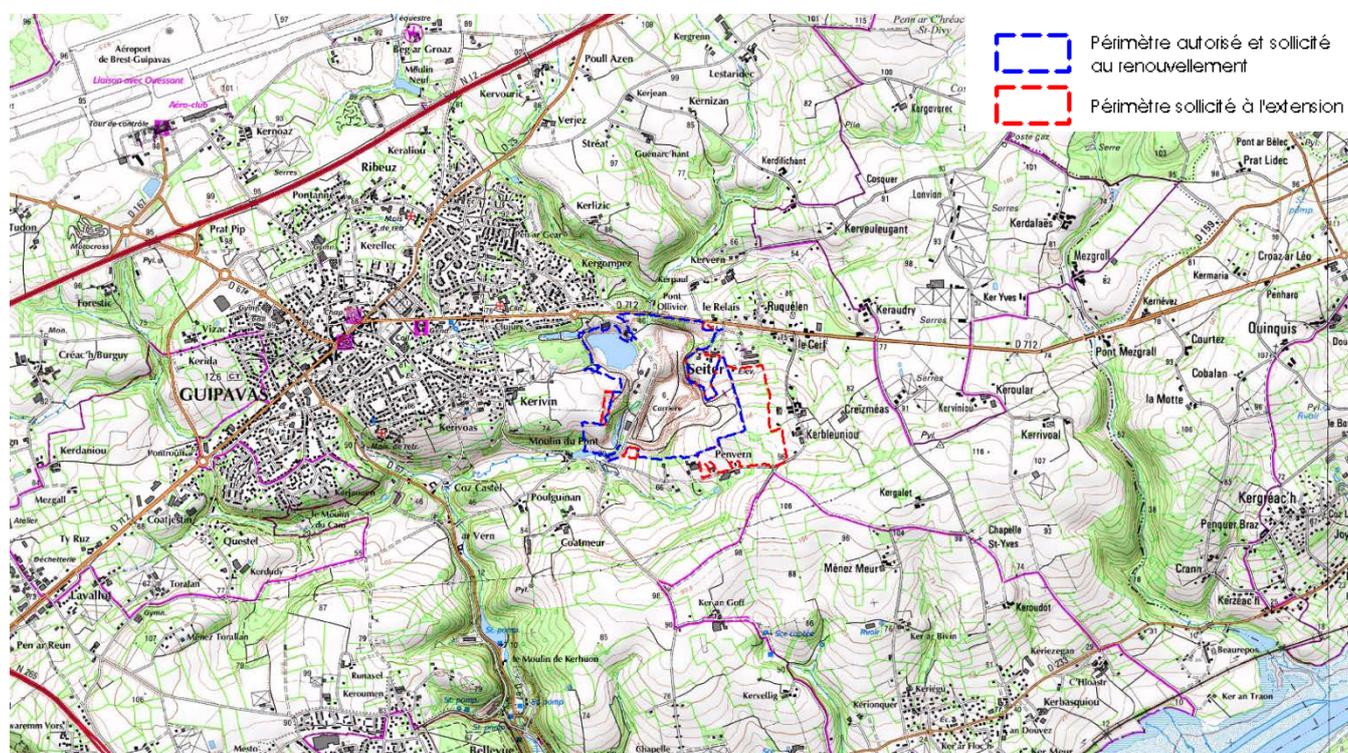


Figure 1 : Situation de la carrière du Moulin du Roz sur carte IGN

L'habitat du secteur du projet se concentre dans le centre-ville de Guipavas, l'Ouest du site, et demeure traditionnel et dispersé à l'Est, au Nord et au Sud du site.

Le tableau ci-après récapitule la situation des hameaux les plus proches du périmètre projeté (après extension) de la carrière du Moulin du Roz :

Commune	Hameau / lieu-dit	Distances site / habitations	Distance extractions / habitations	Orientation	
Guipavas (29)	Le Cerf	190 m	200 m	Nord-Est	
	Seiter-Bihan	90 m	100 m	Nord-Est	
	Le Relais	60 m	180 m	Nord-Est	
	Kerpaul	200 m	230 m	Nord	
	Pont-Ollivier	50 m	80 m	Nord	
	Centre-ville (rue de Clujury)	50 m	310 m	Nord-Ouest	
	Moulin du Pont	80 m	290 m	Sud-Ouest	
	Penvern		25 m	50 m	Sud
			10 m	25 m	Sud-Est
	Kerbleuniou		35 m	45 m	Sud-Est
		20 m	30 m	Est	

Tableau 1 : Implantation des riverains

III. 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).

III.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 procédés 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.

III.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 impact 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.

III.2.1. ESTIMATION DE LA PROBABILITÉ INITIALE (PI)

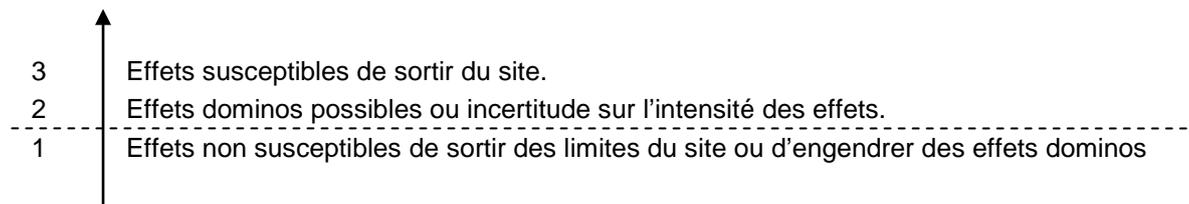
Pour l'estimation de la probabilité initiale (PI), une échelle de classification à 5 niveaux, basée sur le niveau qualificatif de la grille qui découle de l'Arrêté du 29/09/2005, est retenue :

Échelle Qualitative	
Évènement courant	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
Évènement probable	Qui s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation
Évènement improbable	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
Évènement très improbable	Évènement qui s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais à fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité
Évènement possible mais extrêmement peu probable	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 2 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR

III.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 évènement initiateur d'un autre phénomène dangereux.

III.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 3 : 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 évènements 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 4 : Règles de calculs du nombre de personnes exposées selon l'occupation des sols

III.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 5 : Matrice des risques pour la hiérarchisation de l'APR

III.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.

III.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 événements 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 6 : Cinétique pré-accidentelle des événements 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 événements 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'évènement 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 évènement 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.

	d₁ : délai d'occurrence	d₂ : délai de montée en puissance	d₃ : temps d'atteinte	d₄ : durée d'exposition	Cinétique de l'évènement
Incendie	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
Explosion	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
Pollution	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
Émissions toxiques	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 7 : Cinétique post-accidentelle des évènements

III.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 8 : 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 :

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 9 : 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 10: 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 11 : 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^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	

Tableau 12 : 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^{-2}) x classe C (10^{-3}) = classe E (10^{-5}),
- 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.

III.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



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

IV. ANALYSE DES RISQUES

IV.1. IDENTIFICATION DES DANGERS PRÉSENTS SUR SITE

IV.1.1. DANGERS LIÉS AUX PROCÉDÉS D'EXPLOITATION

Les dangers liés aux équipements et aux procédés d'exploitation de la carrière du Moulin du Roz à Guipavas 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 (installation fixe de traitement, stacker, postes de lavage sables et gravillons, atelier de maintenance, locaux sociaux, bascule).

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.

➤ L'excavation (risque : Éboulements sur un tiers et chutes de tiers liés à la présence de l'excavation)

Le danger lié à ces deux types d'évènements est directement associé à la présence de l'excavation.

L'exploitation est réalisée par gradins successifs présentant des hauteurs de fronts de 15 m maximum. (Les anciens fronts de plus de 15 m délimitant la partie Ouest de la fosse d'extraction ne sont plus exploités).

L'instabilité éventuelle d'un ou des 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.

La présence de bassins en eau 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 présentes sur le site peuvent représenter un danger pour les tiers s'aventurant sur le site (risque d'électrocution à hauteur des installations électriques, risque de chutes avec dénivellation depuis les passerelles, risque de chute dans les concasseurs - broyeurs en fonctionnement lors des horaires d'ouvertures).

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

➤ Les engins roulants

Les engins roulants qui sont et seront 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 pourront également représenter un danger en cas d'incendie et de rayonnement de flux thermiques en dehors des limites du site.

IV.1.2. DANGERS LIÉS AUX PRODUITS PRÉSENTS SUR LE SITE

➤ IDENTIFICATION DES PRODUITS DANGEREUX

Il n'existe pas de stockage de produits dangereux au sein de la carrière du Moulin du Roz.

Les stockages de la carrière concernent uniquement des produits minéraux inertes (granulats, sables et gravillons) produits et commercialisés sur le site.

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.

➤ DÉCHETS INERTES ET PRODUITS MINÉRAUX

Des déchets inertes extérieurs (déblais des chantiers de terrassement et de déconstruction) seront accueillis sur la carrière du Moulin du Roz pour le remblaiement partiel de la partie Nord de la fosse.

La définition des déchets inertes précisée à l'alinéa 4 de l'article R541-8 du Code de l'Environnement est la suivante : « *tout déchet qui ne subit aucune modification physique, chimique ou biologique importante, qui ne se décompose pas, ne brûle pas, ne produit aucune réaction physique ou chimique, n'est pas biodégradable et ne détériore pas les matières avec lesquelles il entre en contact d'une manière susceptible d'entraîner des atteintes à l'environnement ou à la santé humaine* ».

Compte tenu de ces caractéristiques, aucun risque particulier n'est associé aux déchets inertes qui seront accueillis sur la carrière du Moulin du Roz.

➤ AUTRES PRODUITS

❖ Carburants

Les carburants pour les engins (GNR) les véhicules légers (gasoil) sont stockés dans deux cuves enterrées de 40 m³ chacune, situées à proximité de l'atelier.

Ces carburants constituent des produits inflammables de 2^{ème} 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.

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

❖ 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 (sol béton / ossature métallique (poutres) / toit en tôles).

Les quantités de ces déchets susceptibles d'être présentes simultanément sur le site sont minimales. 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 la carrière du Moulin du Roz ne constitue pas un facteur de risque pour l'environnement naturel ou humain.

❖ Incompatibilité entre les produits

Aucune incompatibilité entre les produits stockés ou utilisés n'est à signaler.

IV.1.3. ACCIDENTOLOGIE / RETOUR D'EXPERIENCE

➤ ACCIDENTS OU INCIDENTS PROPRES AU SITE

En 2015, 1 accident de travail a été déclaré sur la carrière du Moulin du Roz :

- le 9 juin, un conducteur de dumper a déclaré s'être blessé au genou en descendant de son engin (accident bénin). Le 26 juin, il reçoit un arrêt de travail de 100 jours.

En 2016, 2 incidents n'ayant pas entraîné d'incidence hors site sont survenus :

- en avril, un éboulement de l'ancien front Ouest est survenu dans la partie Nord-Ouest de la fosse d'extraction, à l'Est de l'installation secondaire/tertiaire,
- à la mi-mai, quatre personnes ont pénétré de nuit sur le site en escaladant le merlon et la clôture, 2 d'entre elles ont chuté.

En 2017, 1 accident de travail a été déclaré sur la carrière du Moulin du Roz :

- en janvier, un employé s'est blessé à l'épaule en tentant d'ouvrir une porte bloquée par le gel.

➤ 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 événements accidentels d'origine industrielle).

Ce site a été consulté le 24/05/2016 pour identifier les principaux événements accidentels susceptibles de résulter de l'exploitation d'une carrière de roches massives à ciel ouvert.

La liste des événements accidentels fournie ci-après (liste non exhaustive) a pour objectif de préciser les dangers les plus représentatifs potentiellement transposables à l'exploitation de la carrière du Moulin du Roz.

⇒ Activité B08: « Autres activités extractives »

N°47407 - 19/11/2015 - FRANCE - 24 - SAINTE-CROIX-DE-MAREUIL

B08.11 - Extraction de pierres ornementales et de construction, de calcaire industriel, de gypse, de craie et d'ardoise

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.

N°46191 - 22/01/2015 - FRANCE - 80 - LE CROTOY

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Vers 10h30 dans une carrière de galets et de sable, un feu se déclare sur une bande transporteuse du cribleur. Un employé tente en vain d'éteindre les flammes avec un extincteur. Les secours établissent un périmètre de sécurité et évacuent 35 employés. Ils éteignent l'incendie vers 14h50 avec 3 lances puis dégarnissent l'installation. Les eaux d'extinction sont confinées. Le cribleur est endommagé et la production est arrêtée. 20 employés sont en chômage technique. Des étincelles générées par des travaux de soudure auraient enflammé le tapis en caoutchouc de la bande transporteuse. Les permis feu avaient été établis le matin avant le début des travaux.

N°45194 - 15/04/2014 - FRANCE - 83 - SAINT-RAPHAEL

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Vers 12 h, un chargeur, sortant de la zone de stockage de granulats, recule sur une voiture dans une carrière. Les 2 occupants du véhicule léger sont blessés dont 1 gravement. Le conducteur du chargeur n'a pas regardé la caméra de recul pendant sa marche arrière. La conductrice, persuadée que son véhicule avait été identifié, n'a pas eu le temps de l'éviter.

N°44882 - 09/10/2013 - FRANCE - 69 - RIVOLET

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Une foreuse est utilisée pour réaliser un pré-découpage sur un éperon rocheux étroit dans une carrière de roche massive. La zone aménagée pour le positionnement de la foreuse interdit la présence d'une bande plane de terrain pour évoluer autour de l'engin. Après forage du second trou, le conducteur sort de son engin muni d'un casque et d'un décimètre pour contrôler la bonne profondeur du trou. Son pied glisse sur le marche pied, il chute du front de taille et tombe de 15 m. Il souffre d'un hématome à la tête, d'un hématome sans gravité à la rate, d'une fracture du poignet gauche et d'une fracture du bassin. Il ne portait pas de harnais de sécurité.

N°43144 - 22/10/2012 - FRANCE - 11 - ALZONNE

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Lors des essais de remise en fonctionnement d'un convoyeur après le changement d'un roulement de tambour, un agent de maintenance constate la présence d'un caillou dans le tambour, gênant son fonctionnement. Il arrête le convoyeur et tente d'enlever le caillou. Le convoyeur, remis en service par son collègue, lui happe le bras. Il souffre d'une fracture ouverte du bras nécessitant un arrêt de travail de 3 mois.

N°42468 - 03/05/2012 - FRANCE - 16 - GENOUILLAC

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Un responsable des tirs expérimenté et un foreur se rendent au sommet du front de taille dans une carrière vers 8h30 pour évaluer les effets du tir du 27/04 et préparer le suivant. Ils se situent à 3 ou 4 m du bord. A 15 m en contrebas, une pelleteuse évacue les matériaux issus du tir précédent. Le front de taille s'effondre alors, le responsable des tirs chute de 8 m. Ses membres inférieurs se retrouvent coincés sous les morceaux de roche. Le foreur réussit à se retirer de la zone éboulée. L'alerte est donnée pendant que le conducteur de la pelleteuse dégage la victime et que celle-ci se met à l'écart de la zone. Le SAMU la conduit à l'hôpital, elle souffre d'une cote cassée, d'un épanchement de la plèvre et de contusions et hématomes sur les membres inférieurs. Elle reçoit un arrêt initial de travail de 37 jours. L'inspection des installations classées et la gendarmerie se sont rendues sur place.

Plusieurs causes sont envisagées. De fortes précipitations (71 mm) depuis le dernier tir auraient pu créer des infiltrations d'eau et altérer la cohésion de la roche. Il est également possible que la roche à cet endroit soit hétérogène avec des glissements de blocs rocheux. Enfin, l'action de la pelleteuse aurait également pu fragiliser le front et provoquer un ébranlement de massif rocheux non visible en surface. La présence des 2 employés sur le front de taille résulterait d'une erreur d'appréciation de la fragilisation du massif sous l'effet des circonstances naturelles exceptionnelles ainsi que des interventions en cours sur celui-ci. L'inspection des installations classées demande la mise en place d'une surveillance accrue des fronts d'abattage et des parois après de forts épisodes pluvieux.

N°41411 - 06/12/2011 - FRANCE - 79 - MAUZE-THOUARSAIS

B08.12 - Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin

Une pollution par hydrocarbures de 300 m² est découverte vers 14h15 dans un étang d'1 ha sur le site d'une carrière. Les secours déposent des buvards absorbants et installent un barrage flottant afin d'éviter l'extension de la pollution du plan d'eau. Un vol de carburant sur un engin présent à proximité semble être à l'origine de cette pollution. Les bidons utilisés contenant de l'huile ont préalablement été vidés dans une retenue d'eau d'exhaure.

L'analyse des différents accidents recensés au cours des dernières années sur les exploitations de carrières similaires à celle du Moulin du Roz (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...
- La seconde principale cause d'accidents met en cause le personnel d'exploitation dans le cadre de ses affectations : intervention sur matériel, circulation interne au site, ensevelissement, chute...
- Les autres accidents inventoriés concernent des pollutions d'origine accidentelle (hydrocarbures essentiellement) depuis les stockages ou les engins.
- 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.

IV.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 Ω 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 la carrière du Moulin du Roz 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.

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 15 m) permettant d'assurer l'alimentation des installations de traitement des matériaux du site. Ces matériels ne sont pas adaptés pour la production de granulats.

➤ PRINCIPE D'INTENSIFICATION

Aucun stockage d'explosif n'est présent sur la carrière du Moulin du Roz.

Les explosifs employés pour l'abattage des fronts sont amenés sur la carrière préalablement à chaque tir de mines, par une entreprise spécialisée dans le transport d'explosifs.

➤ PRINCIPE D'ATTÉNUATION

Les carburants (GNR et gasoil) employés sur la carrière du Moulin du Roz sont stockés dans deux cuves enterrées de 40 m³ chacune.

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

➤ PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS

Le remplissage des engins en carburant 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.

IV.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 6,3 % des cas à la station de Brest (29)) 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) sur l'Atlas des ZI de l'Elorn, consultable sur le site de la préfecture du Finistère.

❖ 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

Cf. étude géotechnique du cabinet CFEG jointe en annexe

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.

Suite à l'occurrence de plusieurs glissements au niveau des anciens fronts de la carrière (partie Nord de l'excavation), la société CARRIERES PRIGENT a missionné le cabinet CFEG afin de proposer une mise en sécurité de ces anciens fronts et de permettre l'extraction puis le remblaiement de cette partie de l'excavation.

Précisons qu'aucun de ces glissements n'a eu de répercussions à l'extérieur du site.

❖ 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^{er} mai 2011.

La commune de Guipavas 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. La carrière du Moulin du Roz 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

Les structures et aires d'exploitation sont en retrait des axes routiers limitrophes au site. Le site est entièrement clos.

Concernant le risque lié à des chutes d'aéronefs, l'aéroport le plus proche est celui de Brest-Guipavas, localisé à environ 2,1 km au Nord de la carrière. Du fait de leur dimension et de leur distance à l'aéroport, les installations de traitement de la carrière du Moulin du Roz ne font pas l'objet de prescriptions particulières associées aux servitudes aéronautiques de dégagement et de balisage de cet aéroport.

❖ Installations industrielles

La carrière du Moulin du Roz est implantée à la sortie Est du centre-ville de Guipavas, au sein de terrains essentiellement exploités pour l'agriculture.

Les seules autres installations industrielles ou commerciales présentent dans le secteur de la carrière sont la centrale à béton de la société BCA et la plate-forme logistique de la société TRANSPORT PRIGENT.

Ces installations, implantées en limite Nord de la carrière, disposent d'un accès commun avec la carrière sur la RD n°172 (axe Guipavas / Brest) :

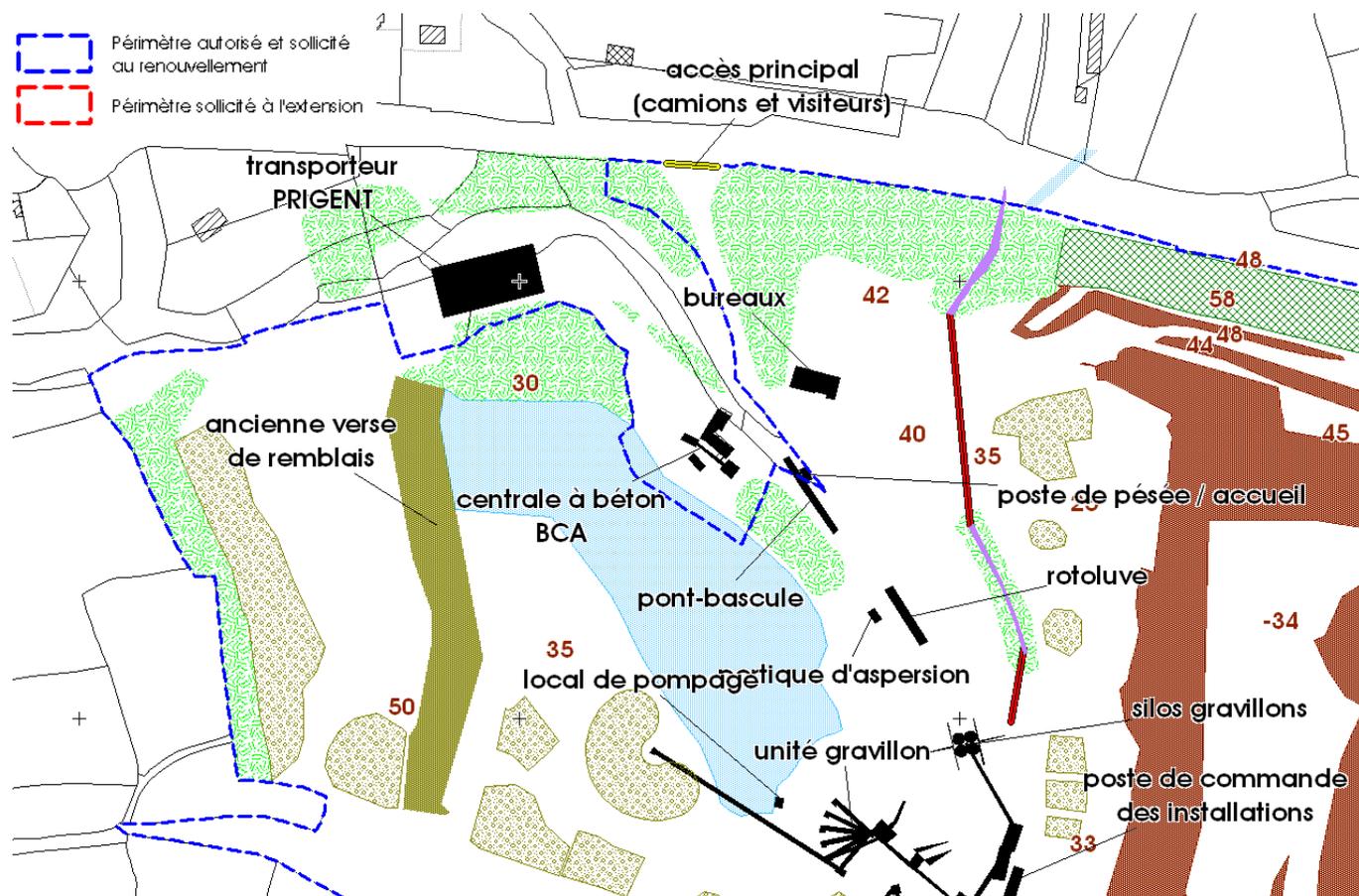


Figure 2 : Situation des établissements BCA et TRANSPORTS PRIGENT par rapport à la carrière

L'accès principal à la carrière depuis la RD n°172 est aménagé de telle sorte que les trafics associés aux 3 installations coexistent sans entrainer de risque d'accident. A ce titre, la présence de ces autres installations ne constitue pas un facteur aggravant des potentiels de risque vis-à-vis de la carrière du Moulin du Roz.

IV.2. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES (APR)

On rappellera que l'objectif de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) est d'identifier l'ensemble des scénarii 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.

Les tableaux suivants recensent les différents évènements à risques associés aux procédés / produits qui sont réalisés / employés sur la carrière du Moulin du Roz, 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 opérations de traitement des matériaux extraits,
- les différentes activités annexes.

Les événements 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).

IV.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	
EXTRACTION DES MATÉRIAUX							
1.1	Extractions	Instabilité des fronts	Éboulement, ensevelissement	Maintien de la bande réglementaire de 10 m, Site interdit aux tiers (portail, clôture), Limitation de la hauteur des nouveaux fronts à 15 m, Respect des préconisations de l'étude CFEG afin d'assurer la mise en sécurité des anciens fronts	1	Probable	Un évènement accidentel lié aux processus d'extraction resterait confiné dans la fosse d'extraction
1.2		Présence excavation	Chute depuis les fronts	Site interdit aux tiers (portail, clôture), 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, 36 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, épanchage 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...), 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	?	Probable	
TRAITEMENT DES MATERIAUX							
2.1	Traitement des matériaux au sein des installations de la carrière	Présence d'installations de traitement des matériaux	Chute de personne	Site interdit aux tiers (portail, clôture), Installations arrêtées et fermées en dehors des périodes d'activité	1	Probable	Les installations de traitement ne sont pas accessibles aux tiers
2.2			Chute de matériaux		1	Probable	
2.3			Ecrasement, coupure		1	Probable	
2.4		Incendie (départ de feu accidentel)	Atteinte à la qualité de l'air (fumées de combustion)	Entretien et contrôle régulier des matériels, installations électriques et dispositifs de sécurité, Respect des consignes de sécurité et des procédures d'intervention sur matériel (permis de feu délivré), Présence de 36 extincteurs répartis sur l'ensemble du site (bureaux, installations, engins)	2	Probable	Un éventuel départ d'incendie au niveau d'un convoyeur est susceptible de se propager à l'ensemble des installations possibilité d'effets dominos)
ACTIVITÉS ANNEXES							
3.1	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
3.2		Ravinement des stocks	Ensevelissement		1	Probable	
3.3	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 (sol béton / ossature métallique (poutres) / toit en tôles). 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
3.4		Déversement de produits	Pollution du sol et des eaux		1	Probable	
3.5	Remplissage en carburant des engins et véhicules	Source d'ignition	Incendie	Stockage des carburants en cuves enterrées, Remplissage des engins sur aire étanche bétonnée, Respect de la procédure de remplissage (interdiction d'employer une source de chaleur), Présence d'extincteurs dans l'atelier	2	Probable	En cas de déversement accidentel, un éventuel départ d'incendie au droit de l'aire étanche serait susceptible d'affecter l'environnement (possibilité d'effets dominos)
3.6		Incendie	Atteinte à la qualité de l'air (fumées)		1		
3.7		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	Probable	

Tableau 14 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière

IV.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
2.4 – Traitement des matériaux	Incendie	Flux thermiques rayonnés pouvant potentiellement sortir du site en cas d'effet dominos
3.5 – Remplissage en carburant		

Tableau 15 : Synthèse des évènements dangereux critiques redoutés de l'APR

Pour le présent projet, les principaux évènements dangereux redoutés concernent :

- **le risque d'incendie : les conséquences d'éventuels effets dominos affectant les matériaux inflammables présents sur le site (caoutchouc des convoyeurs et déversement de carburant sur l'aire étanche bétonnée dans le cas présent) sont à préciser dans la suite de l'APR.**

A noter que du fait de la faible quantité de matériaux combustibles présents sur le site (les stockages de carburants étant exclus car enterrés) qui limite fortement la durée d'un éventuel incendie, le risque d'exposition aux fumées d'incendie n'apparaît pas significatif et n'est donc pas retenu pour la suite de l'APR.

- **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.

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

➤ RISQUE D'INCENDIE ET FLUX THERMIQUES RAYONNÉS

❖ Valeurs de référence des flux thermiques

Les valeurs de référence des seuils thermiques retenues pour les installations classées sont définies dans 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.

Ces valeurs seuils sont les suivantes :

⇒ Pour les effets sur les structures :

- **5 kW/m²**, seuil des destructions de vitres significatives ;
- **8 kW/m²**, seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures ;
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

⇒ Pour les effets sur l'homme :

- **3 kW/m²** ou 600 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- **5 kW/m²** ou 1000 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- **8 kW/m²** ou 1800 [(kW/m²)^{4/3}]. s, seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

❖ Modèle de calcul des flux thermiques

◆ Équation générale du rayonnement thermique

L'équation générale se présente sous la forme :

$$\Phi = \Phi_0 \cdot f \cdot \tau$$

avec :
 Φ = flux reçu par une cible en kW/m²
 Φ_0 = flux émis à la surface de la flamme en kW/m²
 τ = coefficient d'atténuation dans l'air, f = facteur de forme

Pour pouvoir calculer la valeur numérique du flux thermique reçu par une cible, il est nécessaire de connaître le facteur de forme, le coefficient d'atténuation dans l'air ainsi que la valeur du flux thermique émis par la source.

♦ Paramètres de calculs des flux thermiques

⇒ Flux émis par la source Φ_0

Les valeurs des flux Φ_0 ont été déterminées expérimentalement par certains organismes et sont issues de la littérature.

⇒ Détermination du coefficient d'atténuation atmosphérique τ

La relation de Brzustowski-Sommer est utilisée pour calculer ce coefficient. Elle prend en compte différents facteurs comme notamment le taux d'humidité dans l'air.

⇒ Détermination du facteur de forme f

- Le facteur de forme représente la fraction d'énergie émise par une surface A (incendie) et reçue par une surface B (la cible).

Le facteur de forme dépend des dimensions de la source de chaleur, de sa forme ainsi que de la distance entre la source et la cible. Il prend en compte la vision du feu en fonction de l'endroit où se trouve la cible.

- Le facteur de forme est déterminé par la formule de Sparrow et Cess.

La hauteur de flamme est un élément important du dimensionnement d'un feu et de ses flammes. Le diamètre équivalent est utilisé dans le cas où le feu ne serait pas représenté sous la forme d'un cylindre vertical. Le diamètre équivalent permet de se rapporter à un cas simple (cas cylindrique) :

$$D_{eq} = 4 \cdot \frac{\text{surface du feu}}{\text{périmètre du feu}} \quad (D_{eq} = \text{Diamètre équivalent en mètre})$$

Pour le calcul de la hauteur de flamme, la corrélation de THOMAS est généralement utilisée. Quand cette relation est hors de son domaine de validité, une corrélation plus adaptée est prise parmi celles fournies par la bibliographie (The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition – Zukoski & Heskestad).

Cette hauteur de flamme dépend du diamètre équivalent calculé précédemment, du produit considéré et de l'endroit où il se consume (les vitesses de combustion sont issues de la littérature).

De plus, il est possible, lorsque la surface occupée par les matières combustibles est inférieure à la surface globale de la cellule, d'introduire un coefficient pondérateur.

- Il est également possible de prendre en compte la présence de murs coupe-feu. En présence d'un mur coupe-feu, les facteurs de forme sont alors recalculés pour les zones occultées par le mur.

❖ Détermination de la gravité des incendies

◆ Intensité d'un incendie

Les principaux événements d'incendie redoutés identifiés dans l'APR concerne :

- un incendie au niveau de l'aire étanche bétonnée (3.5),
- un incendie au niveau de l'installation de traitement des matériaux (2.4).

Les tableaux ci-après synthétisent, pour ces scénarii d'incendie, les calculs des flux thermiques réalisés à partir de l'équation générale du rayonnement thermique présentée au point précédent :

Évènement redouté	Typologie des cellules à risques – Calculs des flux thermiques					
<p>3.5</p> <p>Incendie au niveau de l'aire étanche bétonnée de remplissage des engins en carburant</p>	Déversement accidentel d'hydrocarbures sur l'aire étanche bétonnée					
	Évènement	Départ de feu au niveau de l'aire étanche bétonnée employée pour le remplissage des engins (à proximité de l'atelier) en cas de déversement accidentel lors des opérations de remplissage d'un engin ou véhicule en carburant depuis l'une des cuves de stockage enterrée				
	Cellule	Zone occupant une surface au sol de l'ordre de 70 m ² (14 x 5 m)				
	Taux de combustion et flux initial	Taux de combustion : 0,035 kg/m ² .s Flux initial : 30 kW/m ² Un liquide inflammable de 2 ^{ème} catégorie (point d'éclair > 55°C) est considéré : GNR utilisé comme carburant				
	Flux thermique	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Face (14 m)	3,0 m	4,0 m	8,0 m	11,0 m	15,0 m	
Face (5 m)	0 m	2,5 m	5,0 m	7,0 m	9,0 m	
Hauteur de flamme : 7,3 m						

Évènement redouté	Typologie des cellules à risques – Calculs des flux thermiques					
<p>2.4</p> <p>Incendie sur les installations de transformation</p>	Bande transporteuse					
	Évènement	Départ de feu au niveau d'une bande transporteuse				
	Cellule	Linéaire de bande de 100 m (linéaire considéré en feu de manière simultanée), pour une largeur de 1m <i>On notera que la longueur totale de tapis est supérieure à 100 m. Toutefois, les distances de perception des flux thermiques sont plafonnées pour des très grandes dimensions de zone en feu. La distance maximale atteinte par les flux est donc identique pour la longueur d'un tapis (100m) ou la longueur totale de tapis sur l'installation.</i>				
	Taux de combustion et flux initial	Taux de combustion : 0,014 kg/m ² .s Flux initial : 32,6 kW/m ² Le matériau combustible considéré est du polyéthylène				
	Flux thermique	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
Linéaire (100m)	0 m	0 m	2,0 m	4,0 m	6,50 m	
Hauteur de flamme : 10 m						

Tableau 16 : Flux thermiques rayonnés pour les scénarii d'incendie

♦ Illustration des flux thermiques rayonnés

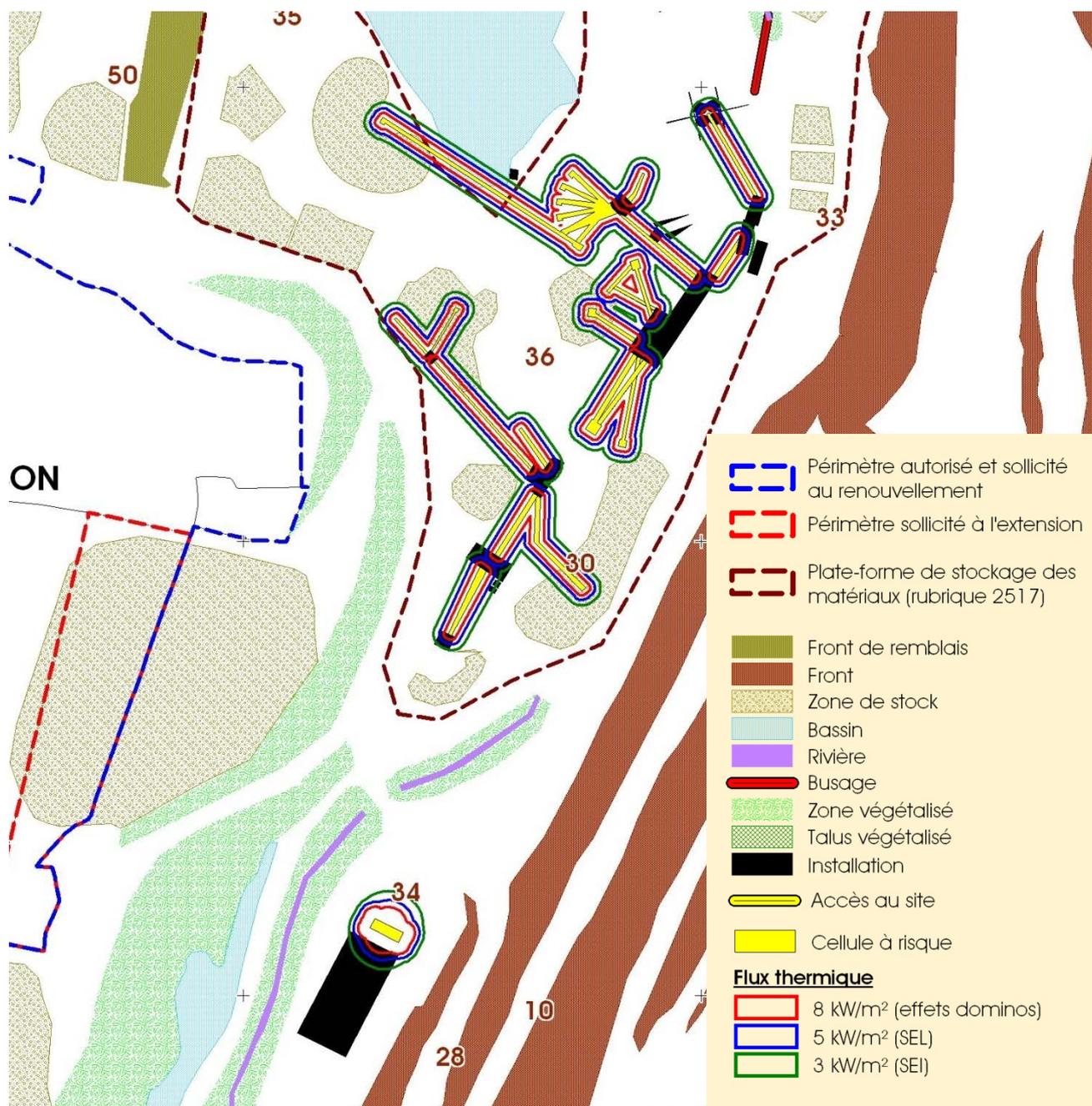


Figure 3 : Cartographie des flux thermiques

♦ Exposition humaine

Au regard de l'implantation des différentes installations sur la carrière du Moulin du Roz, les constats suivants peuvent être faits :

- ⇒ Les flux thermiques de 3 kW/m², 5 kW/m² de 8 kW/m² restent confinés à l'intérieur du site.
- ⇒ Le risque de propagation (effet domino / flux de 8 kW/m²) ne concerne pas les espaces végétalisés périphériques internes (secteurs non exploités) et externes (parcelles agricoles / boisées).

Au regard de l'éloignement entre les aires végétalisées périphériques et l'emplacement des installations du site, la propagation d'un éventuel incendie en dehors des limites du site n'est pas envisageable.

♦ Conclusion sur la gravité de l'évènement « incendie » :

L'étude des scénarii d'incendie permet de considérer l'absence de zone d'effets létaux ou irréversibles hors de l'établissement, c'est-à-dire susceptibles de toucher des personnes tierces (autres que le personnel d'exploitation).

➤ 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

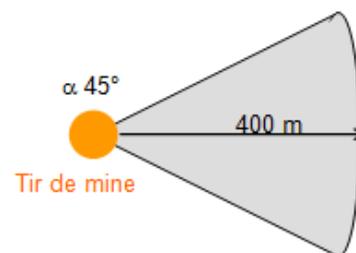
L'évènement redouté concerne des projections accidentelles de roches consécutives à un tir de mines mal maîtrisé (anomalie de tir). On rappellera que ces tirs sont destinés à ébranler le massif rocheux, préalablement au traitement des matériaux.

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

En fin d'exploitaton (fin de phase 6), la fosse d'extraction étendue de la carrière du Moulin du Roz atteindra les dimensions suivantes : 750 m (en Ouest-Est) * 730 m (en Nord-Sud).

En comparaison, la fosse d'extraction actuelle atteint 210 m de large au Sud-Est de la fosse d'extraction, et 130 m de large dans la partie centrale du site, à l'Est des installations.

Ainsi, le projet permettra à terme de supprimer les risques de projection accidentelle, la largeur de la fosse devenant nettement supérieure à la distance maximale de projection de 400 m.

♦ Intensité et illustration des zones de retombées

Néanmoins, au regard de l'évolution projetée de la fosse d'extraction (plans de phasage), il apparaît que les projections accidentelles de roches en cas d'anomalie de tirs seront temporairement susceptibles d'atteindre l'extérieur du site, et en particulier durant la phase 4.

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

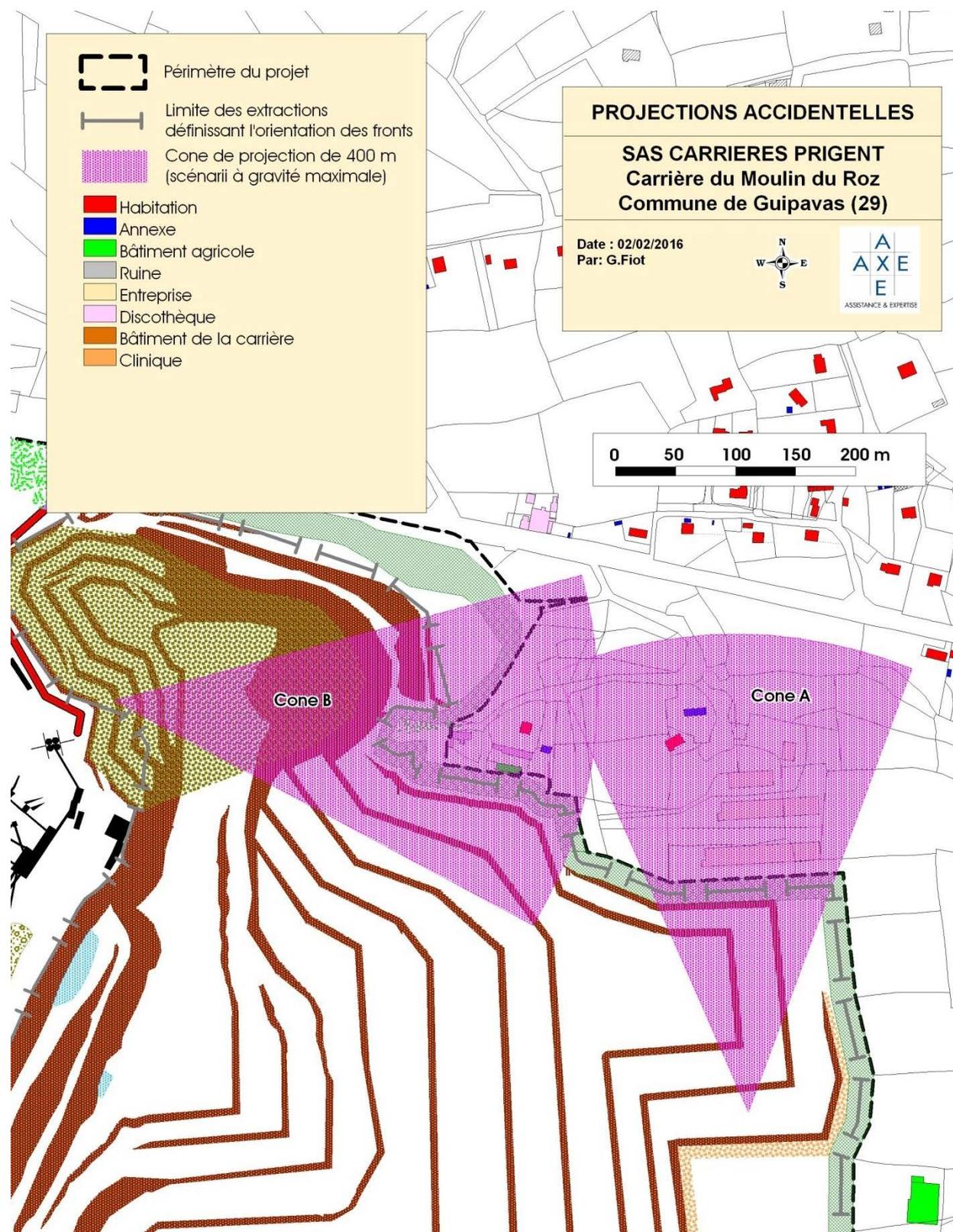


Figure 4 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles

♦ 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 les terrains sollicités à l'extension (à l'Est de la carrière actuelle), les principales zones d'exposition potentiellement occupées par des tiers (cônes de projections) sont :

- **cône A** : les deux entreprises (dont le laboratoire du Groupe LAGADEC) et l'habitation situées au Nord-Est de la carrière au lieu-dit « Seiter Bihan »,
- **cône B** : les constructions (habitation et annexe, bâtiment agricole) du lieu-dit « Seiter » non incluses dans la zone sollicitée à l'extension, et les usagers du chemin rural de « Seiter ».

Ces principales zones d'exposition potentielles sont localisées sur le plan précédent.

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

- pour l'habitat : 2,5 personnes par habitation,
- pour les entreprises : personnel salarié,
- pour les voies de circulation : 0,4 personne / km / 100 véhicules-jour,
- pour les terrains non bâtis (champs, forêt, prairie) : 1 personne / 100 ha.

Cône A - projections de roches vers le Nord vers « Seiter Bihan » : on peut estimer que 2,5 (habitants) + 2 (personnel du laboratoire LAGADEC) + 8 (société TRANS LINE OUEST) = 12,5 personnes sont susceptibles d'être exposées à d'éventuelles projections accidentelles de roches.

Cône B - projections de roches vers l'Est vers « Seiter » : on peut estimer que 2,5 (habitation) + 1 (exploitant agricole) + 6,5 usagers du chemin rural (0,4 x 0,3 x 100 véhicules/jour) = 10 personnes sont susceptibles d'être exposées à d'éventuelles projections accidentelles de roches.

Il convient toutefois de nuancer ce mode d'exposition en considérant le caractère majorant de la méthodologie employée :

- d'éventuelles projections ne toucheraient que des zones restreintes du cône de projection potentiel défini, d'où un nombre de personnes susceptibles d'être impactées à l'évidence plus limité (hypothèses considérées majorantes).
- de plus, la surveillance des abords de l'exploitation assurée lors des tirs de mines, destinée à limiter dans la mesure du possible la présence de personnes sur les zones susceptibles d'être concernées par des projections (par principe de précaution) réduit le nombre de personnes potentiellement exposées.

A ce titre, et en l'absence de victimes avérées dans les événements de projections de roches recensés dans la base ARIA du BARPI, sont considérés pour la détermination de la gravité de l'évènement les Seuils d'Effets Irréversibles (SEI).

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

L'étude des scénarii d'exposition à d'éventuelles projections de roches permet de considérer que les personnes exposées représenteraient un nombre compris entre 10 et 100 personnes, classant le risque en « important ».

IV.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	Important	Probable
2.4	Incendie	Flux thermiques rayonnés pouvant potentiellement sortir du site en cas d'effets dominos	SEI non sortants	-	Probable
3.5					

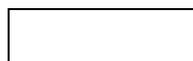
Tableau 17 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR et de leur caractérisation en termes de probabilité initiale et de gravité

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				Phénomène 1.7	
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 18 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus

Il apparait 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.

IV.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.

IV.3.1. IDENTIFICATION DES SCÉNARIOS MENANT AUX PHÉNOMÈNES DANGEREUX RETENUS ET DES MESURES DE MAÎTRISE 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 le lieu-dit « Seiter-Bihan » en cas d'anomalie de tir	Plan de tir inadapté aux conditions réelles rencontrées	Adaptation du plan de tir aux conditions réelles rencontrées : - Identification des irrégularités du front miné - Contrôle de l'inclinaison des trous de foration - Identification des zones de faiblesses du massif miné
	(tir réalisé dans l'extension Est de la fosse d'extraction)	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 19 : Synthèse de l'identification des événements initiateurs et des mesures de maîtrise des risques

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.

IV.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.

IV.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 la carrière du Moulin du Roz identifiées précédemment sont présentées dans le logigramme suivant :

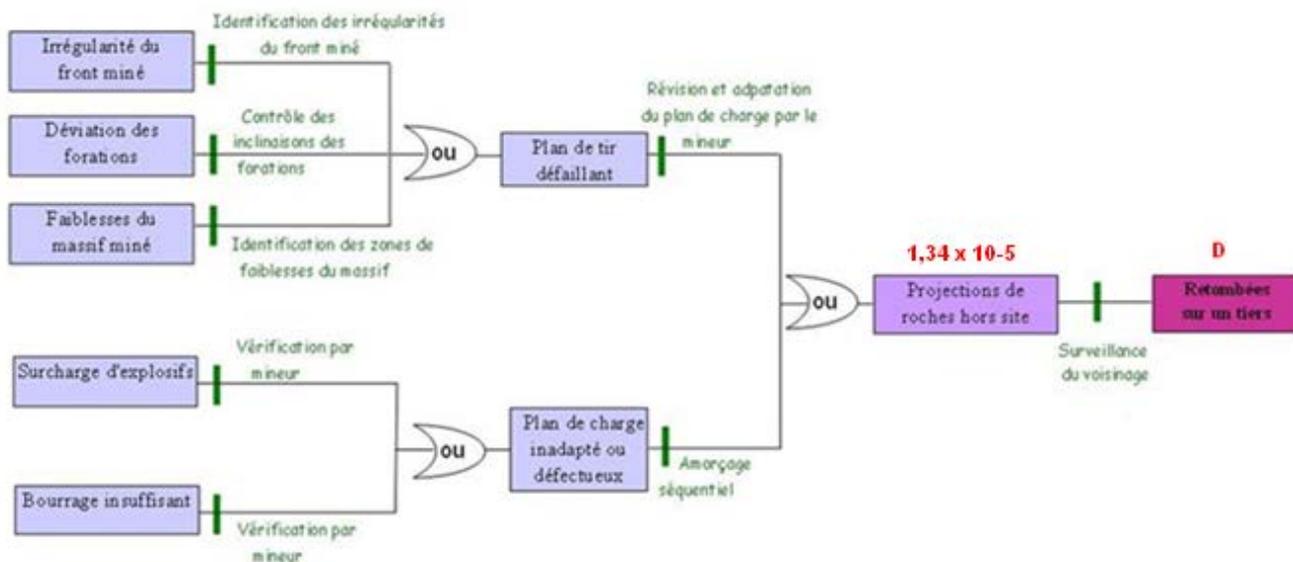


Figure 5 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches »

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 en France entre janvier 2010 et mai 2017 (soit sur une période de 7,5 ans), ce qui correspond en moyenne à 0,25 évènement/an,
- le nombre de tirs de mines réalisés annuellement en carrière de roches massives en France, estimé à environ 18 635 tirs/an à partir des données :
 - de 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,
 - des données propres à la carrière du Moulin du Roz, en l'absence de données disponibles à l'échelle nationale, qui fixent un tonnage abattu moyen à chaque tir d'environ 11 000 t/tir (moyenne sur la période 2011-2016).

Ainsi, il a été calculé une fréquence d'occurrence annuelle de projections de roches hors site en France à $0,25 / 18\,635 = 0,0000134$ soit $1,34 \times 10^{-5}$ (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 2010-2017 n'a entraîné d'atteinte à un tiers.

IV.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	Important	Riverains et entreprises du lieu-dit « Seiter-Bihan »	D	Très rapide

Tableau 20 : 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
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 Évènement 1.7 Projection de roche	MMR rang 2	NON Rang 1	NON Rang 2
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON Rang 1
Modéré					MMR rang 1

	Risque élevé : 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
	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	

Tableau 21 : 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 intermédiaire nécessitant une Mesure de Maitrise des Risques de rang 1.

La circulaire du 10 mai 2010 prévoit pour les risques intermédiaires « *une démarche d'amélioration continue [...] particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation* ».

IV.3.5. MESURE DE MAITRISE DES RISQUE

Les mesures de maîtrise des risques déjà mises en œuvre sur la carrière du Moulin du Roz (cf. logigramme au chapitre IV.3.3) seront complétées et renforcées comme suit :

- ⇒ L'amorçage des tirs de mines sera systématiquement réalisé en fond de trous. Cette technique permettra un ébranlement du front miné à partir de sa base et de limiter ainsi les projections verticales susceptibles de retomber hors de la zone d'extraction.
- ⇒ Lorsque les tirs de mines seront réalisés au niveau des fronts de taille identifiés à risque (fronts des zones d'extension pour lesquels une projection accidentelle de roche serait susceptible d'atteindre les constructions périphériques), la géométrie de tir sera spécifiquement adaptée afin d'orienter la trajectoire d'éventuelles projections vers l'intérieur de la zone d'extraction et/ou du périmètre du site. Cet aspect est illustré sur le schéma de principe ci-après.
- ⇒ L'exploitant communiquera aux riverains qui le souhaiteront les dates et heures des tirs.
- ⇒ L'exploitant emploie une sirène afin de prévenir les riverains ainsi que les personnes potentiellement présentes en périphérie immédiate du site de l'imminence d'un tir.

Ces mesures permettront de réduire de manière très significative le nombre de personnes susceptibles d'être exposées. On peut ainsi estimer que le nombre de personnes exposées sera inférieur à 1, classant ainsi le risque en « modéré » :

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		Evènement 2.4			MMR rang 1

Tableau 22 : Criticité des phénomènes dangereux potentiels après prise en compte des MMR

Du fait des mesures de réduction des risques (MMR) supplémentaires qui seront mis en œuvre sur la carrière du Moulin du Roz, le risque de projection accidentelle de roches est jugé acceptable.

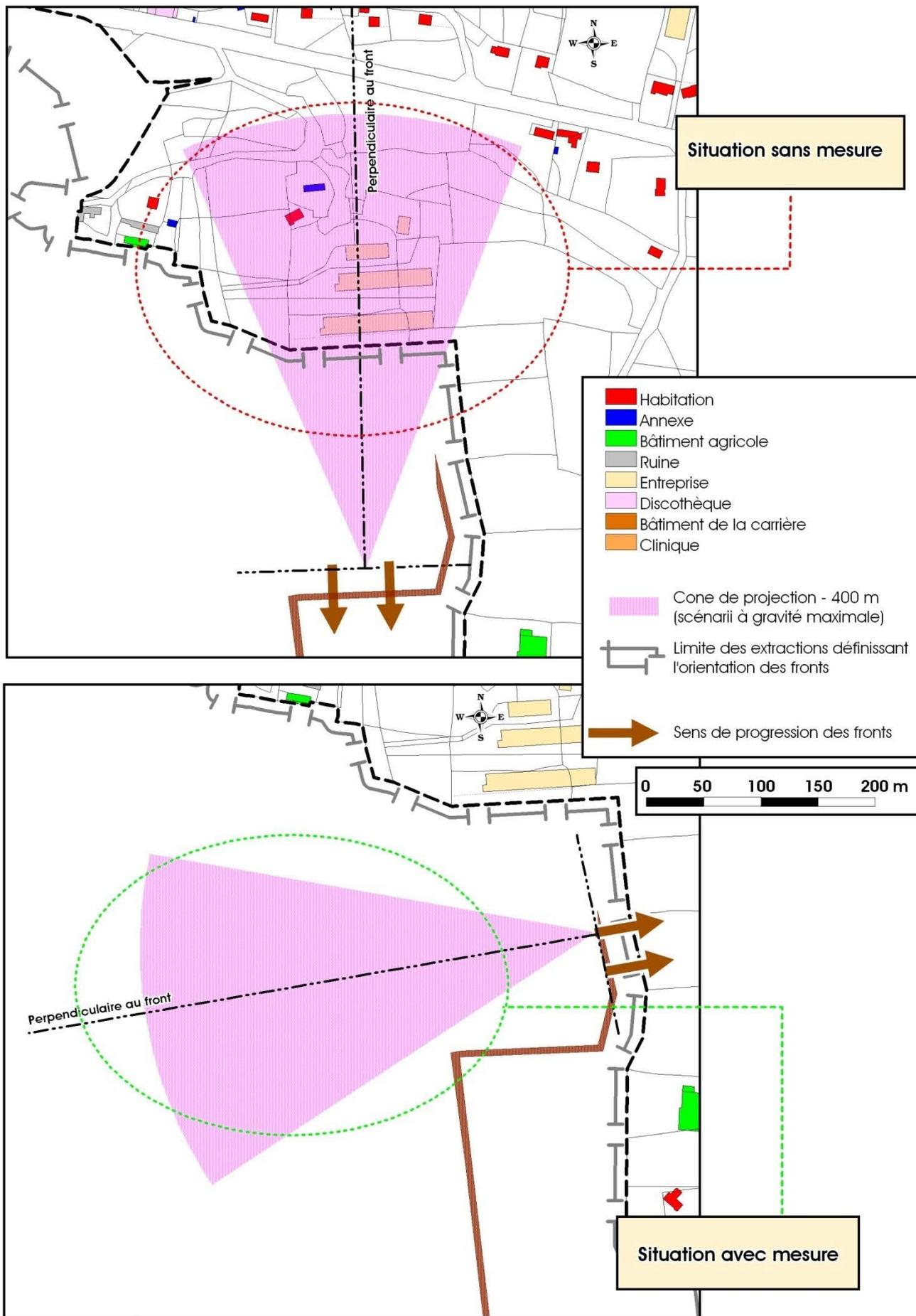


Figure 6 : Illustration de la mesure de maitrise du risque (MMR) « projection accidentelle »

IV.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 la carrière du Moulin du Roz a eu pour objectif dans un premier temps d'**identifier les dangers présents sur le site** :

- ⇒ Dangers liés aux procédés (abattage à l'explosif puis traitement par concassage-criblage-lavage de roches massives).
- ⇒ 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 la carrière du Moulin du Roz.

Les évènements dangereux pour lesquels des effets potentiels vis-à-vis des tiers (c'est-à-dire hors périmètre d'exploitation) étaient susceptibles de se produire ont fait l'objet d'une estimation détaillée de leur intensité / gravité. Ces évènements concernent :

- ⇒ Le risque incendie au niveau de l'aire étanche amovible qui sera mise en place sur la carrière du Moulin du Roz pour le remplissage et l'entretien des engins sur la carrière du Moulin du Roz, pour lequel les conséquences d'éventuels effets dominos nécessitaient d'être précisées.
- ⇒ 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 incendie, l'APR a permis de déterminer l'absence de risque sur l'environnement naturel et humain périphérique (effets thermiques intégralement inclus au sein des limites du site).

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 proposer de nouvelles Mesures de Maitrise des Risques pour rendre ce risque acceptable.

V. MOYENS DE PRÉVENTION ET D'INTERVENTION

V.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.

V.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.

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

⇒ 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.



V.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.

Si le site dispose de deux cuves enterrées de stockage de carburant, le remplissage et la maintenance des engins d'exploitation sont respectivement réalisés au niveau d'une aire étanche bétonnée reliée à un séparateur à hydrocarbures et de l'atelier du site (sol bétonné).

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).

V.1.4. EMPLOI DE SUBSTANCES DANGEREUSES (EXPLOSIFS)

L'acheminement des explosifs nécessaires aux opérations de minage sur la carrière du Moulin du Roz 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) 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 CARRIERES PRIGENT dispose d'un arrêté préfectoral d'autorisation d'utilisation d'explosifs dès réception, régulièrement renouvelé.

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 boute-feu).
- 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, selon la situation du lieu de minage).

V.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 CARRIERES PRIGENT (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 vis-à-vis du 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.

V.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 vis-à-vis des 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 de l'exploitation sont prévenus par l'adoption des mesures suivantes :

- la limitation de la vitesse sur site,
- des aires de circulation et de manœuvre suffisamment larges,
- 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 ou véhicules de transport.

V.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'évènements 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 2510-1, 2515-1 et 2517-1) ne rentrent pas dans le champ d'application de l'Arrêté sus-visé.

V.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 de la carrière (fermeture des bâtiments et des locaux techniques associés).

V.1.9. CONTRÔLES

La carrière du Moulin du Roz 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 : contrôle annuel des 36 extincteurs du site par SOCOTEC,
- des VGP (vérifications générales périodiques) des engins qui sont réalisées par un organisme agréé (SOCOTEC) 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) - 2 visites par an de PREVENCEM.

V.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.

V.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 ou 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 de 36 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.
- ⇒ **CO₂** : le dioxyde de carbone favorise l'extinction en diminuant la teneur en oxygène de l'atmosphère. Il agit par étouffement mais également par refroidissement.

V.2.2. MOYENS D'INTERVENTION EXTERNES

Dans l'éventualité où les moyens de premiers secours visés précédemment s'avèreraient 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 :

ETUDE GÉOTECHNIQUE DU CABINET CFEG



Département du FINISTÈRE
Commune de GUIPAVAS

CARRIÈRES PRIGENT

◆ Moulin du Roz / 29490 GUIPAVAS ◆

CARRIÈRE DE GUIPAVAS PROJET DE RENOUVELLEMENT ET D'EXTENSION

**ETUDE DE LA STABILITÉ
DES FRONTS DE TAILLE**

Rapport E.138/16-1

Dossier n° 2016-04-1018

INDICE	DATE	RÉDIGÉ PAR	ÉTUDE	NB. PAGES
E.138/16	03/06/2016	Christine REY	Géotechnique G5	28
E.138/16-1	21/06/2016	Christine REY	Géotechnique G5	41

1 - OBJET

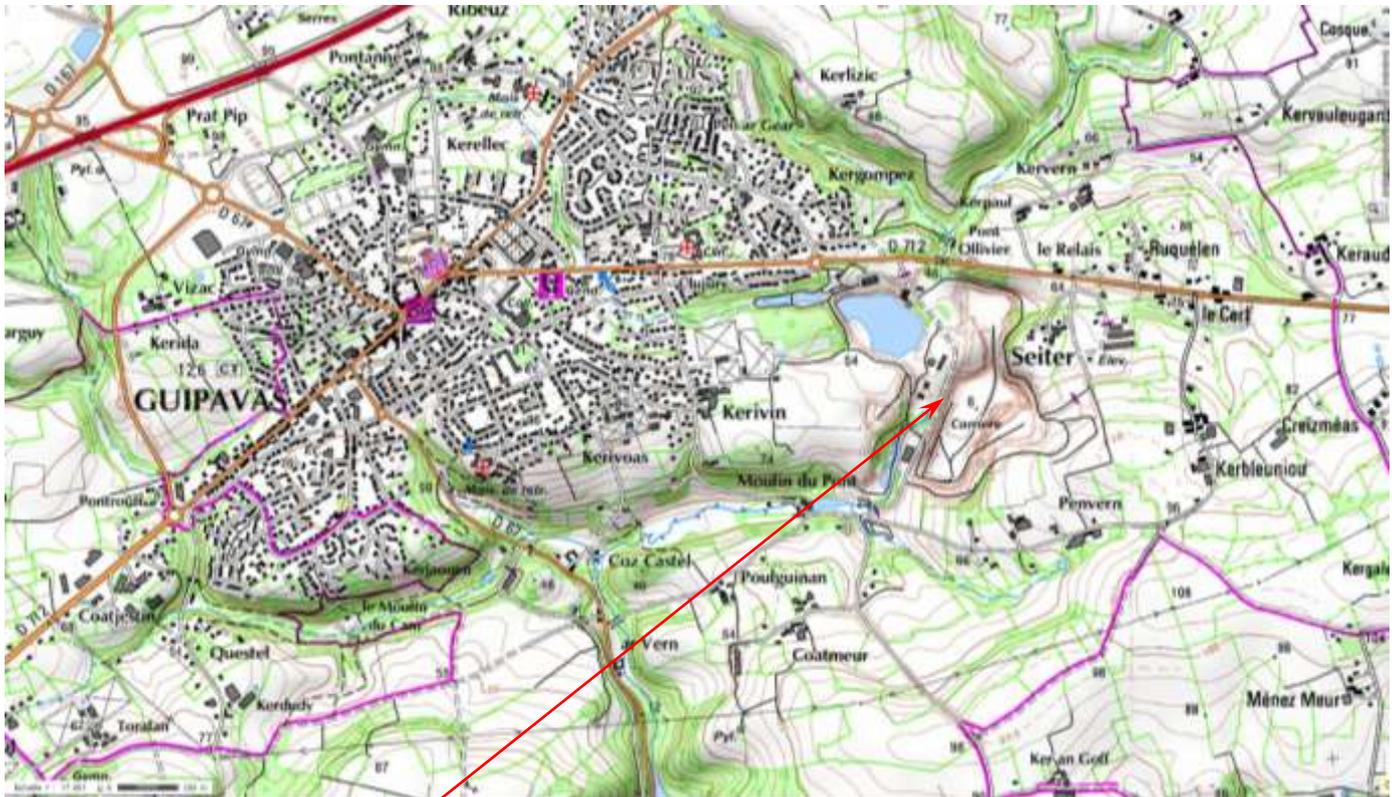
- ❑ La présente étude a été réalisée à la demande et pour le compte des **Carrières PRIGENT – Moulin du Roz / 29490 GUIPAVAS** – dans le cadre du **projet de renouvellement et d’extension de sa carrière de GUIPAVAS (FINISTÈRE)**.
- ❑ Cette étude a pour objet de :
 - vérifier les conditions géologiques, structurales, morphologiques et de stabilité du site dans son état actuel,
 - de déterminer, en conséquence, les conditions d'exploitation et de stabilité des futurs fronts dans le cadre du projet de renouvellement de la carrière, compte-tenu des plans de phasages projetés,
 - et préciser, le cas échéant, les mesures correctives et/ou confortatives à mettre en œuvre pour assurer la sécurité du site et du personnel en phase d'exploitation.
- ❑ Cette étude s'appuie sur le levé de terrain effectué du 17 au 19 Mai 2016
 - cartographie/observation des fronts (nature, altération, présence d'eau...)
 - mesures des pentes et hauteurs de talus,
 - levé structural : pendage, orientation des discontinuités (fractures, diaclases, ...), évaluation des masses instables, blocométrie,, sur l’historique et l’expérience du site de l’exploitant, ainsi que sur le relevé topographique du site effectué le 25 janvier 2016 par le géomètre de la carrière, et les orientations de phasage définies par l’entreprise et son bureau d’études **Axe-Géoarmor**.
- ❑ Notre étude entre dans le cadre des missions normalisées de notre classification professionnelle au titre "diagnostic géotechnique" de type **G5** (cf. Norme NF P 94-500 en fin de rapport).

2 - SITUATION - CONTEXTE GEOLOGIQUE

- ❑ **La Carrière PRIGENT** se situe à la sortie Est du bourg de GUIPAVAS en bordure de la RD 712 (cf. **Fig. 1 et 2** ; p. 3 - SITUATION GEOGRAPHIQUE / VUE AERIENNE).
- ❑ Elle s'inscrit en dent creuse dans un terrain initialement penté de quelques degrés vers le Nord-Ouest, et exploite la formation des gneiss de Brest (faciès orthogneissique de Landerneau) qui forment une large bande dirigée W-SW à E-NE depuis le phare de Saint Mathieu jusqu’à Landerneau.



Fig. 1 – SITUATION GÉOGRAPHIQUE
(Extrait Geoportail.gouv.fr)



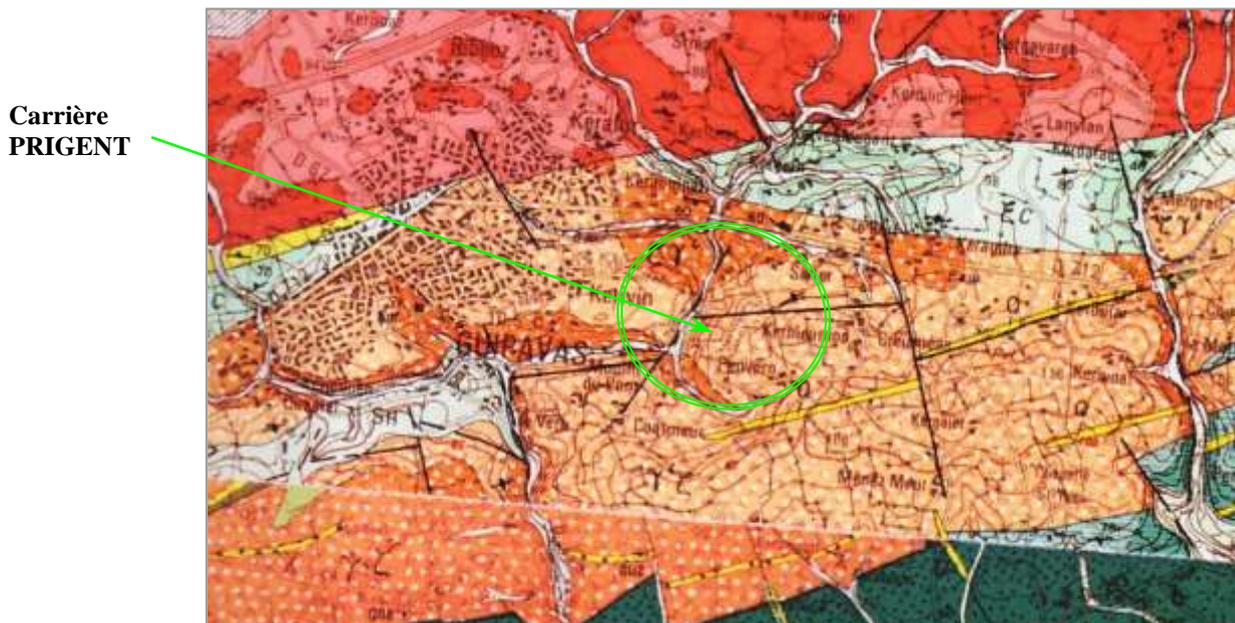
Carrière PRIGENT

Fig. 2 – VUE AERIENNE
(Extrait Google Earth)



Ces gneiss, quasi-subaffleurants sur le site ou faiblement masqués (côté Sud) par une frange d'altération ± blocailleuse s'apparentent à un granite ± cataclastique (roche broyée / structure en mortier, à texture grenue hétérogranulaire), de teinte gris-bleuté à brunâtre après altération.

Fig. 3 – EXTRAIT CARTE GÉOLOGIQUE
(Extrait Infoterre)



Le site est traversé par un ruisseau, canalisé en souterrain par une buse en béton Ø 1200 qui passe sous les installations, et dont la génératrice supérieure s'inscrit à environ 1,50 m de profondeur côté Nord (amont) ; il reprend son cours normal au Sud-Ouest de la carrière.

☐ Séismicité

Le décret n° 2010-1254 du 22 Octobre 2010, classe la commune en "zone de sismicité faible" (**zone 2**) ; dans ce cas, on retiendra les hypothèses suivantes :

Zone de sismicité	Catégorie d'importance de l'ouvrage	Coefficient d'importance γ_I	Accélération de référence (Sol rocheux de Classe A)	Accélération horizontale de calcul (Sol rocheux de Classe A)	SOLS	
			a_{gr}	$a_g = \gamma_I \times a_{gr}$	Classe	Paramètre de sol
2	II	1	0,7	0,7	A	1

☐ Activité argileuse

D'après la cartographie réalisée par le BRGM sur la sensibilité des sols aux phénomènes de **gonflement / retrait** (cf. "Argiles – Alea retrait-gonflement" sur www.argiles.fr), ce tènement s'inscrit dans une **zone d'aléa faible**.

3 - EXAMEN DETAILLÉ DU SITE

3.1 - Méthodologie

- La carrière de Guipavas exploitée "industriellement" depuis 1960 est constituée de 5 à 9 fronts, évoluant entre les cotes :
 - + 92 NGF côté Sud-Est et + 33 côté Ouest (côté installations),
 - à – 52 NGF : cote du carreau actuel le plus bas,
 , soit des hauteurs de front variant de 70 à 144 m.

- Chaque front a été examiné en détail depuis les banquettes aval et amont dans le secteur Sud-Est en cours d'exploitation, et depuis le carreau et la crête sommitale pour les fronts anciens sur lesquels les banquettes ne sont plus accessibles.

Les levés réalisés ont consisté en :

- des mesures structurales : pente des talus, pente et orientation des discontinuités,
 - l'appréciation de l'altération du massif rocheux sur les plans de discontinuité,
 - l'observation des zones humides, venues d'eau, suintements, ...
 - la détermination des zones instables (observation de chutes de blocs ou d'écaillés, dièdres, présence de "glissoirs", ...).
-
- Les principales observations sont reportées sur un support topographique au 1/1500 – "*PLAN DE MASSE / Levé du 25/01/2016*", établi par la Société CARRIÈRES LAGADEC (cf. planche hors-texte **E.138/16-1-A** en fin de rapport).

Elles sont illustrées par les planches photographiques, jointes en **Annexe 1**.

La carrière a été divisée 6 secteurs :

- les anciens fronts datant approximativement des années 2000 et comprenant : (cf. **Fig. 4** ; p. 6)
 - ✚ le front Est
 - ✚ le secteur glissement 2009 (front Est)
 - ✚ le front Nord
 - ✚ le front Ouest au Nord du glissement 2016
 - ✚ le front Ouest et Sud

- le secteur Sud-Est en cours d'exploitation.



Fig. 4 – VUE AERIENNE
(Document carrières PRIGENT)



3.2 - Observation sur les fronts

(cf. Photographies en Annexe 1)

3.2.1 - Front Est "Ancien"

(cf. Photos n° 1 à 5)

□ Géométrie :

Hauteur totale	Nombre de talus	Nombre et largeur des banquettes	Fruit / Pente intégratrice	Orientation
# 95 m	5 à 6	4 à 5 banquettes de très faible largeur (0 à 2,50 maxi), ± discontinues	# 70° à 75°	globalement N-S

□ Observations structurales et autres :

- Principales orientations relevées :
 - N 150° à 155° - 82° E à subvertical
 - N 147° - 85° E
 - N 75° - 75° à 83° S, flexueux
 - N 60° - 53° N-NO, flexueux
 - N 165° - 70° à 75° W
 - N 5° - 55° W
- Discontinuités en générale sèches, d'ouverture variable.
- Pas de venue d'eau observée.
- Banquettes végétalisées (végétation arbustive).

□ Evaluation des masses potentiellement instables :

Ce front montre :

- quelques cicatrices récentes, témoignant de chutes de blocs (volumes de quelques m³),
- des glissoirs anciens affectent 2 à 3 talus consécutifs,
- des masses potentiellement instables (écaillés, dièdres, blocs de volume variable) à ± long terme.

3.2.2 - Front Est / Secteur Glissement 2009

(cf. Photos n° 6 à 10)

- En 2009, à l'extrémité Nord du front Est, un glissement a affecté les fronts n° 3 à 5 sur une cinquantaine de mètres de largeur, et apparemment sur environ 5 à 15 m d'épaisseur. Il semblerait que la partie supérieure du front se soit affaissée sur elle-même, quasiment d'un seul tenant, entre deux discontinuités orientées approximativement :

N 105° - subverticale côté Nord

et N 60° à 70° - 53° à 66° N-NW côté Sud

Les matériaux éboulés se sont stabilisés au droit des trois fronts inférieurs et forme un éboulis penté à près de 45° qui s'est végétalisé.

- Ce secteur apparaît stabilisé en l'état.

3.2.3 - Front Nord "Ancien"

(cf. Photos n° 11 à 14)

- Géométrie :

Hauteur totale	Nombre de talus	Nombre et largeur des banquettes	Fruit / Pente intégratrice	Orientation
# 80 m	5	4 banquettes de largeur variable (quelques mètres), localement discontinues	# 65°	N 105° – 110°

- Observations structurales et autres :

- Principales orientations relevées
 - N 80° - 80° N (déversant)
 - N 65° - subvertical
 - N 62° - subvertical, flexueux
 - N 100° - 83° S à subvertical
- Discontinuités sèches en partie haute, d'ouverture variable.
- Venues d'eau en pied de front et dans l'angle N-O.
- Banquettes végétalisées (végétation arbustive).

☐ **Evaluation des masses potentiellement instables :**

Ce front montre :

- un glissement affectant deux talus consécutifs ; les éboulis atteignent le carreau et masquent le pied du front sur une hauteur d'un talus $\frac{1}{2}$,
- pas de grosses masses instables visibles, mais des possibilités de chute de blocs de quelques m³, principalement en crête de talus (plans \pm déversants, \pm ouverts localement).

3.2.4 - Front Ouest "Ancien" – au Nord du glissement 2016

(cf. Photos n° 15 à 17)

- ☐ **Nota** : Ce front a été récemment affecté par un glissement en avril 2016. Le glissement a fait l'objet d'une spécifique (cf. Rapport SOLUSOL E.138/16).

☐ **Géométrie** :

Hauteur totale	Nombre de talus	Nombre et largeur des banquettes	Fruit / Pente intégratrice	Orientation
# 57 m	4	3 banquettes de faible largeur (2-3 m maxi)	# 65° à 70°	N 5°

☐ **Observations structurales et autres** :

- Principales orientations relevées :
plans grossièrement N-S, subparallèles au front, déversant (80° W), de fréquence métrique
- Discontinuités en générale sèches, d'ouverture variable.
- Venues d'eau en pied de talus et dans l'angle N-O.
- Banquettes végétalisées, et partiellement masquées par des dépôts (sables et graviers) issus des anciens stocks sommitaux.

☐ **Evaluation des masses potentiellement instables** :

- Les éboulis de pied sont peu importants.
- Pas de grosses masses instables visibles, mais des possibilités de chute de blocs de quelques m³, notamment en crête de talus.

3.2.5 - Fronts Ouest et Sud "Anciens"

(cf. Photos n° 18 à 28)

□ Géométrie :

	Hauteur totale	Nombre de talus	Nombre et largeur des banquettes	Fruit / Pente intégratrice	Orientation
Front Ouest	# 70 à 87 m	7 max	banquettes résiduelles de faible largeur (2-3 m maxi), et piste d'accès de 7 à 12 m de largeur environ	Variable : 65° à 70° maxi	N 30°
Front Sud	# 75 à 80 m	5 à 6 (?)	Banquettes de faible largeur et piste d'accès	# 45° – 50°	N 105° – N 115°

□ Observations structurales et autres :

- Principales orientations relevées :

N 185° - subvertical, a légèrement déversant

N 5° à 10° - subvertical à 85° W

N 17° - 80° W

N 32° à N 90° - 47° à 57° SE

N 30° - 55° SE

N 50° - 44° SE

- Front sec côté Ouest / venue d'eau en front Sud notamment à l'angle Sud-Ouest.
- Banquettes végétalisées (végétation arbustive).
- Piste délimitée par des merlons aval et amont (en terre ou blocs rocheux), localement de faible hauteur.

□ Evaluation des masses potentiellement instables :

On note :

- la trace de petits éboulements récents, de volumes restreints ; les éboulis pluri-décimétriques ont été majoritairement stoppés sur la banquette immédiatement inférieure (cf. Photos n° 19 et 20),
- la trace d'un éboulement pelliculaire affectant au moins deux talus, côté Nord du front Ouest (cf. Photos n° 22 et 23),

- localement des discontinuités \pm ouvertes, individualisant des masses métriques à pluri-métriques potentiellement instables.

3.2.6 - Fronts Sud-Est

(cf. Photos n° 29 à 62)

□ Géométrie :

	Hauteur totale	Largeur de la banquette inférieure	Fruit	Orientation
Front 1	# 18 m	20 à 35 m	Variable : 55° à subvertical (globalement 75° – 80°)	Variable
Front 2	# 20 m	15 à 35 m		
Front 3	# 17 - 18 m	15 à 35 m		
Front 4	# 15 m	25 à 40 m		
Front 5	# 15 - 16 m	25 à 30 m		
Front 6	# 15 - 16 m	10 à 60 m		
Front 7	# 15 - 16 m	10 à 40 m		
Front 8	# 10 - 12 m	12 à 35 m		
Front 9	# 15 - 16 m	carreau (- 52 NGF)		

□ Observations structurales et autres :

- Principales orientations relevées :
 - N 62° à 75° - 49° N à subvertical / N 75° - 60° à 87° S
 - N 165° à N 15° - 48° W à subvertical / N 165° – 170° - 72° E
 - N 35° à N 55° - 49° NW à subvertical / N 40° à N 57° - 65° à 72° SE
 - E – W à N 104° - 53° à 80° S / N 110° - 66° N
 - N 135° à 145° - 67° à 80° NE / N 135° à 143° - 67° à 75° Sw
- Discontinuité en générale sèches, localement quelques épontes argileuses.
- Axe de venue d'eau globalement SE – NW (N 130°)

- Les talus de découvertes, constitués de roches altérées, blocailles à matrice \pm terreuse ont été taillés entre 40° et 50° ; ils ne présentent pas d'indice d'instabilité ou d'érosion (loupe de glissement, ravinement) et se végétalisent progressivement.

□ Evaluation des masses potentiellement instables :

On note principalement :

- Les fronts, notamment en tête, sont très déstructurés, et génèrent un débit en blocs décimétriques à pluri-métriques (possibilités de chutes d'écailles, dièdres et masses pluri-métriques, mais se fragmentant à la chute en éléments $< 2 - 3 \text{ m}^3$ maxi).
- Les fronts supérieurs (1 à 4) sont beaucoup plus altérés, et présentent des secteurs très fracturés, et terreux, conduisant à des glissements localisés (cf. Fronts 2 et 3 – **Photos 37 et 38**), qui restent néanmoins pelliculaires, et dont le produit s'amasse en pied de front sur la banquette immédiatement inférieure.
- Dans les secteurs les plus anciens, où les banquettes ont commencé à se végétaliser, les éboulis de pied (blocs principalement pluri-décimétriques) s'étalent sur quelques mètres (5 à 7 m maxi).
- Aucune fissure de décompression n'affecte les têtes de fronts, même récemment tirés.
- Certaines orientations de fronts subparallèles aux discontinuités (notamment N $55^\circ - 65^\circ$ / et N $25^\circ - 35^\circ$) conduisent à des fronts assez sains, car purgés naturellement selon les plans de discontinuités. Cette orientation est à favoriser dans l'établissement des plans de phasage.

3.3 - Conclusions

- Les observations de terrain et mesures structurales conduisent à retenir les éléments suivants :
 - Dans les secteurs anciens : les hauteurs totales de fronts avoisinent 60 à 95 m, avec des pentes intégratrices de l'ordre de 65° à 75° en moyenne. Les banquettes sont résiduelles, voire localement inexistantes (cf. **Fig. 5 / Coupes 1 et 2**; pp. 13).
 - Dans le secteur Sud-Est en cours d'exploitation, les hauteurs de front sont de 15 à 20 m en moyenne, et les largeurs de banquettes sont telles que la pente intégratrice du front s'inscrit en 30° et 37° maxi.

On distingue principalement 6 familles de discontinuités, dont les orientations approximatives sont les suivantes, et dont les pendages sont très variables :

Famille 1	N 170° à N 10° - 48° à 80° W à subvertical
Famille 2	N 30° à N 40° - 55° à 72° SE et 67° à 80° NW
Famille 3	N 50° à N 55° - 44° à 71° SE, à subvertical et 49° à 55° NW
Famille 4	N 60° à N 75° - 47° à 83° SE et 49° à 66° NW
Famille 5	N 100° à N 105° - subvertical (80° S ou N)
Famille 6	N 143° à N 165° - 45° à subvertical SW et 80° - 85° NE

□ Considérations sur la stabilité des fronts

Cette densité de fracturation multidirectionnelle favorise le morcellement du massif après les tirs d'abattage : formation d'écaillés, dièdres, et découpage en blocs pluri-décimétriques à pluri-métriques. Les masses potentiellement instables peuvent selon la géométrie du front engager des volumes importants.

Sur les anciens fronts

Les largeurs de banquettes sont insuffisantes (quelques mètres maxi à inexistantes) et conduisent à une pente intégratrice trop forte :

- compte-tenu de la fracturation, ces largeurs de banquette ne permettent pas de limiter les masses instables à un seul front, en témoigne les nombreux glissements intéressant 2 à 3 fronts, et les glissements de masse survenus en 2009 sur le front Est et en avril 2016 sur le front Ouest,
- ces banquettes sont bien sûr insuffisantes pour réceptionner ces masses instables, qui descendent jusqu'au carreau avant de se stabiliser,
- de même, la pente intégratrice trop forte des fronts ne permet pas d'enrayer une chute de bloc, ce dernier ne pouvant être stabilisé et stoppé sur la banquette immédiatement inférieure,

- on notera d'autre part le caractère imprévisible des glissements de masse survenus en 2009 et 2016, soit près de 10 ans après leur exploitation.
- ↳ **En l'état actuel, la géométrie des anciens fronts ne permet pas de garantir leur stabilité**, notamment dans la moitié Nord de la carrière ou l'étroitesse du carreau accentue les risques. Toute intervention dans ce secteur en pied de front ne pourra se faire sans prendre les mesures de sécurité adéquates.
- ↳ Côté Ouest et Sud, l'insertion de la piste permet d'adoucir la pente intégratrice du front, et la végétation sur les banquettes et la présence de merlons bordant la piste limitent les risques inhérents à une chute de blocs ou à un glissement. Ces risques restent néanmoins présents dans les tronçons où la piste est surmontée de 2 à 3 fronts ; la largeur de la piste, et la géométrie des merlons étant localement insuffisantes au vu des hauteurs la surmontant.

Dans le secteur Sud-Est en cours d'exploitation

- ↳ Dans ces secteurs, **les méthodes actuelles d'exploitation de l'entreprise (phasage et méthodologie) apparaissent adaptées à la structure du massif** :
 - largeurs de banquettes importantes / pente intégratrice du front inférieure à 40°, permettant de s'affranchir des risques d'instabilité intéressant plusieurs fronts,
 - minage adapté : absence de fissures de décompression en arrière des crêtes de talus, absence de projection importante au moment des tirs, morcellement du front en blocs majoritairement inférieurs au m³.

4 - RECOMMANDATIONS – CONDITIONS D'EXPLOITATION

4.1 - Rappel des directives des arrêtés préfectoraux

- ☐ Les principales directives des Arrêtés préfectoraux (Arrêté du 23/05/1991 et Arrêté n° 91-2002-A du 17/05/2002) autorisent :

- entrées en terre à 10 m des limites du périmètre d'autorisation
- cote du carreau : - 60 m NGF maxi
- hauteur des paliers :

de la cote + 70 à -15 NGF	en dessous de la cote -15 NGF
25 m	15 m

et stipulent que :

- *"L'exploitation du gisement à son niveau le plus bas est arrêtée à compter du bord supérieur de la fouille à une distance horizontale telle que la stabilité des terrains voisins ne soit pas compromise."*
- lors de la mise en état :
 - *les fronts de taille seront purgés et stabilisés,*
 - *les terrains hors-excavation seront remodelés puis végétalisés.*

4.2 - Phasages envisagés

- D'après les orientations de phasage définies par les **Carrières PRIGENT** et son bureau d'études **Axe-Géoarmor** (cf. **Documents en Annexe 2**), il est envisagé :

Phase 1

Dans le périmètre actuel (*Arrêté du 17/05/2002*) :

- **Côté Nord-Ouest et Nord**
 - la déviation du ruisseau pour reprise de l'extraction côté Nord-Ouest,
 - la constitution d'une I.S.D : comblement partiel de la fosse Nord par des stériles et dépôts inertes.
- **Secteur Sud-Est**
 - Extraction/élargissement de la fosse actuelle vers le Sud

Phase 2

- Reprise du front Est en extraction pour optimisation et sécurisation de la fosse

Phases 3 à 6

Dans le périmètre sollicité à l'extension :

- Extension Sud-Est : stockage de matériaux
- Extension Est : extension + merlon périphérique
- Extension Sud-Ouest : extraction et aménagement d'un bassin de décantation
- Extension Nord-Ouest : édification d'un merlon

Ce périmètre sollicité à l'extension représente une surface d'environ 127 776 m².

4.3 - Adaptation des orientations projetées aux conditions de stabilité du site - Recommandations

4.3.1 - Profil type proposé

□ Le profil type proposé tient compte des principales caractéristiques structurales du site, et notamment :

- la fracturation importante du massif, et la présence de plans pentés entre 44° et 90° (subvertical),
- la fréquence des plans subverticaux ($\geq 75^\circ$), qui à terme provoque un écaillage des têtes de fronts et en conséquence une diminution progressive de la largeur de banquette

, avec pour objectif :

- limiter les volumes potentiellement instables à une hauteur de front, c'est-à-dire de limiter les risques d'instabilité de masse pouvant affecter plusieurs fronts successifs,
- en conséquence, contenir les volumes potentiellement instables sur la banquette immédiatement inférieure,
- et assurer la pérennité des banquettes à long terme.

□ De ce fait, nous recommandons le **profil type suivant au sein du massif rocheux** (cf. **Fig. 6** ; p. 18) :

- talutage des fronts à 75° / horizontale (1 base / 4 haut maxi),
- limitation des hauteurs de talus à 20 m maxi,
- largeur **minimale** des banquettes

Hauteur de front	15 m (de - 60 à - 15 NGF)	20 m (au-dessus de - 15 NGF)
Largeur minimal de la banquette	12 m	18 m

, conduisant à **une pente intégratrice des fronts voisine de 40°**.

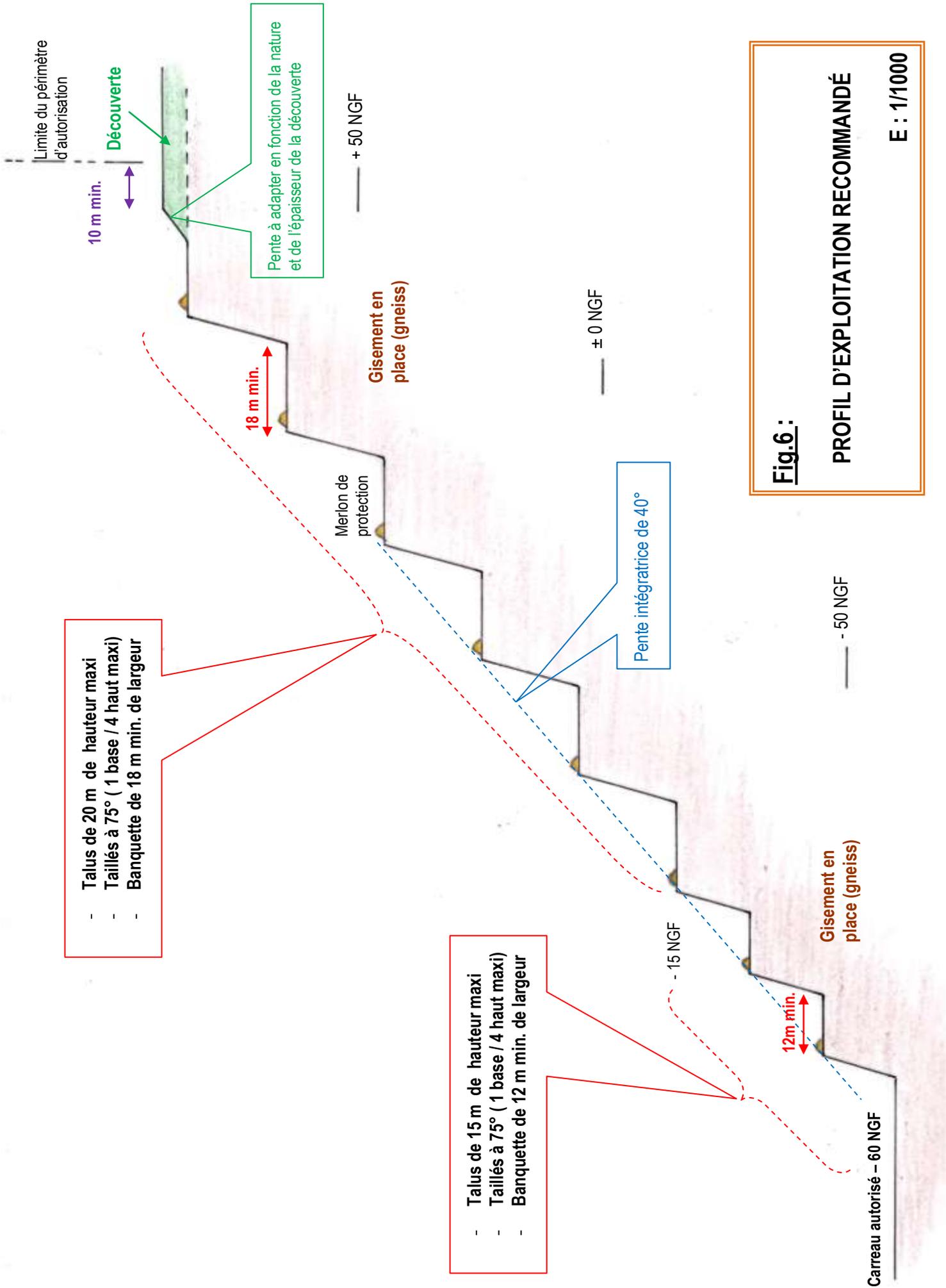


Fig.6 :
PROFIL D'EXPLOITATION RECOMMANDÉ
E : 1/1000

Nota : les orientations de front N 55° - 65° et N 25° - 35° sont à favoriser dans l'établissement des plans de phasage.

☐ On retiendra d'autre part les **préconisations suivantes :**

- Mise en place systématique d'un merlon de protection de 1,50 m minimum de haut, en léger retrait des crêtes de talus.
- chaque front définitif sera **soigneusement purgé** des blocs et écailles instables, avant d'entreprendre le talutage du front intérieur.

Nota : *Le maintien d'un accès à la majorité des fronts laissera la possibilité d'une ré-intervention selon nécessité (nouvelles purges, nettoyage des banquettes, rétablissement du cordon de protection en cas de détérioration, confortement éventuel...)*

- La géométrie des fronts pentés à 75° \ horizontale pourra être localement contrariée par des conditions structurales défavorables (plans plus faiblement pentés, zone faillée, à remplissage argilo-terreux).
Dans ce cas, les fronts seront localement et naturellement déstructurés et conservés en l'état pour une meilleure intégration paysagère si la stabilité est vérifiée.
- Dans les terrains de découverte
Les pentes des talus de découverte seront adaptées en fonction de la nature de cette dernière. Nous préconiserons au vu des observations réalisées en carrière :
 - 45° maxi dans le rocher très altéré (bocailles rocheuses à matrice ± abondante),
 - 3 base / 2 haut maxi dans les terrains meubles, et les remblais localement mis en œuvre (à adapter selon leur tenue).

4.3.2 - Adaptations des orientations de phasage

- ☐ En l'état actuel, compte-tenu de l'étroitesse du carreau et de la géométrie des anciens fronts, **l'accès au carreau en pied de front dans la moitié Nord de la carrière ne pourra se faire sans prendre les mesures de sécurité adéquates liées à la proximité du front et au risque de chute de blocs.**
- ☐ Il est d'autre part souhaitable d'envisager une modification de la piste d'accès aux banquettes inférieures et au carreau, la piste actuelle n'étant pas sécurisée vis-à-vis des chutes de blocs.

- ❑ La faisabilité des reprises d'extraction en phase 1 côté Nord-Ouest et côté Sud-Ouest intéressant des surfaces modérées doit être précisément étudiée en fonction de la géométrie des fronts recommandée ci-avant, notamment côté Nord-Ouest, compte-tenu de la présence de remblais ne pouvant être taillés à 75° et de la proximité des installations et de la RD n°12.

4.3.3 - Conclusions

- ❑ La surveillance et le suivi attentif des fronts après chaque tir et l'observation visuelle régulière des talus sont nécessaires pour garantir la stabilité du site et la sécurité du personnel, et évaluer ou anticiper les risques..

Des aléas géologiques, non identifiés lors de notre intervention sur site pourront être révélés au fur et à mesure de de l'avancement des travaux d'exploitation, de même des désordres localisés peuvent survenir en cours d'exploitation.

Le géologue de la carrière (ou un géotechnicien) devra en être immédiatement informé afin de prendre, le cas échéant, des mesures conservatoires nécessaires, en concertation avec les différents intervenants.

Fait à Meyzieu, le 21 Juin 2016

SOLUSOL
INGENIERIE - GEOTECHNIQUE
46 rue Marcel Girardin
69330 MEYZIEU
Tél. 04 78 31 64 30 - Fax 04 78 31 41 21
SIRET 451 414 155 00023 - NAF 7112 B

Christine REY
Ingénieur Géotechnicien ISTG

ANNEXE 1

□ **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES**

pp. 22 à 33

FRONT EST ANCIEN

1

Partie Nord

Ancien glissement affectant plusieurs talus

Cote + 60 NGF environ



Cote -35 NGF environ

2

Partie Sud



Glissoir ancien affectant 3 talus, orienté grossièrement N65 à 75° et pente d'environ 53° vers le Sud

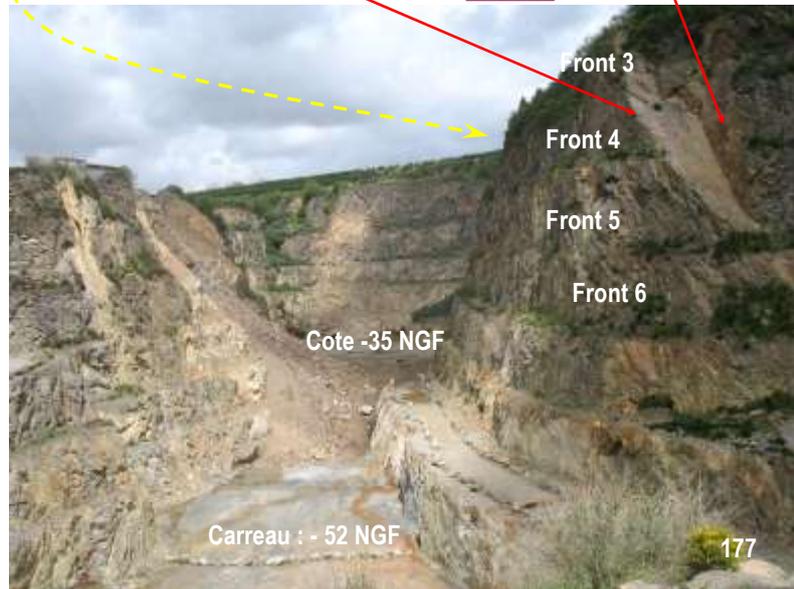
Plan # N174° - 75 à 85°W

3

Front de 95 m de hauteur :

- constitué de 5 à 6 talus,
- entrecoupés de 4 à 5 banquettes résiduelles de très faible largeur (0 à 2-2,5 m maxi), voire discontinues
- pente intégratrice # 70 à 75 °

4



Cote -35 NGF

Carreau : - 52 NGF

177

Glissoir affectant 2 à 3 talus (front 4 et 5 principalement) / Plan # N5° -55°W

5



Plans principaux relevés :

- N150 à 155° - 82° E à subvertical
- N147° - 85° E
- N75° - 75 à 83°S, flexueux
- N60° - 53° N-NO, flexueux
- N165° - 70 à 75°W
- N5° - 55°W

6

FRONT EST – Glissement 2009



Glissement survenu en 2009 affectant les fronts 3 à 5 à l'angle Nord-Est sur environ 40 à 50 m de largeur et sur 5 à 15 m d'épaisseur en tête

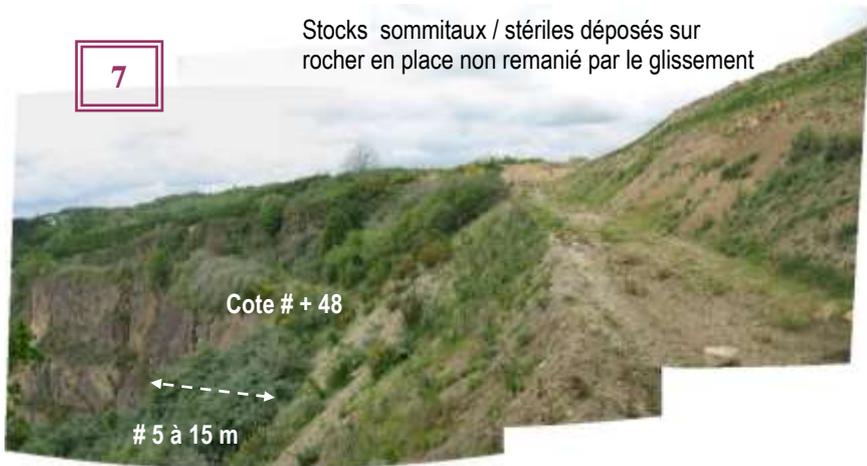
Plan # N70° - 66°N à N60° - 53°N-NW

Plan # N105° subparallèle au front, subvertical à flexueux, voir déversant (72°N)

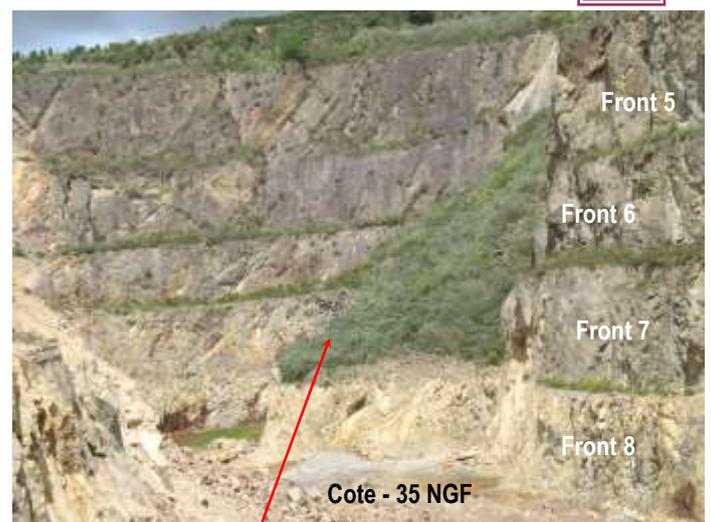
8



7



9



Pied du glissement

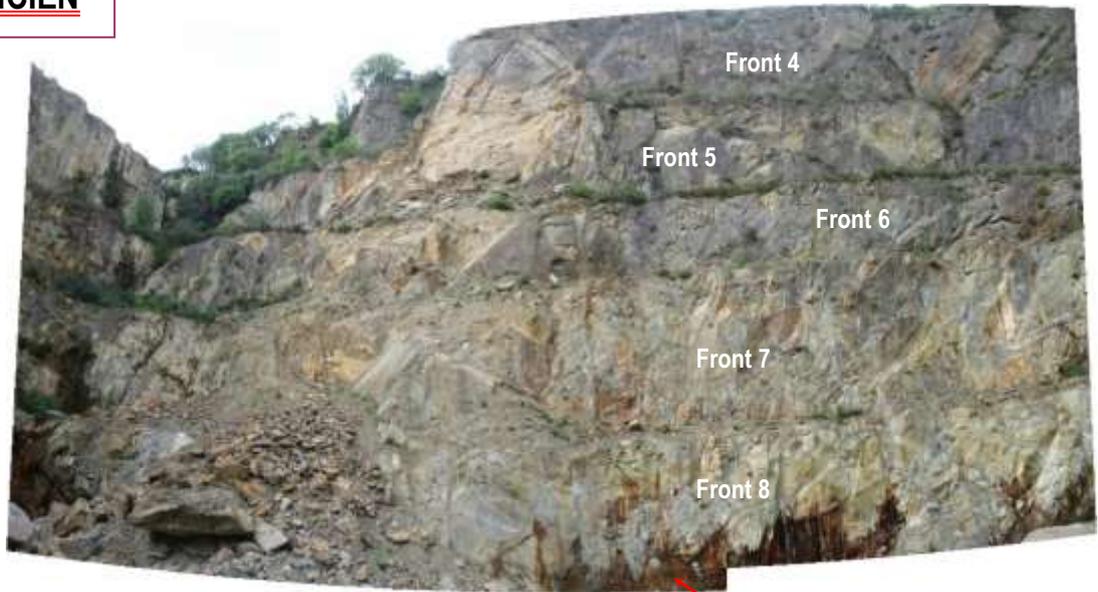
Eboulis de pied stabilisé selon une pente proche de 45°, entièrement végétalisé

10



11

FRONT NORD ANCIEN



Carreau : - 34 NGF

Venues d'eau en pied de front

12

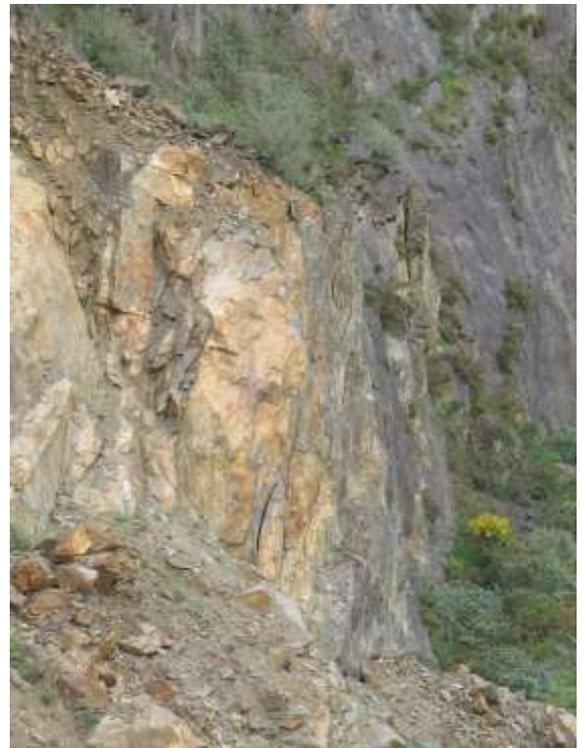


Glissement affectant 2 talus

Front d' environ 80 m de hauteur :

- constitué de 5 talus,
- entrecoupés de 4 banquettes résiduelles de largeur variable (< 4 m), localement discontinues
- pente intégratrice # 65 °

13



14



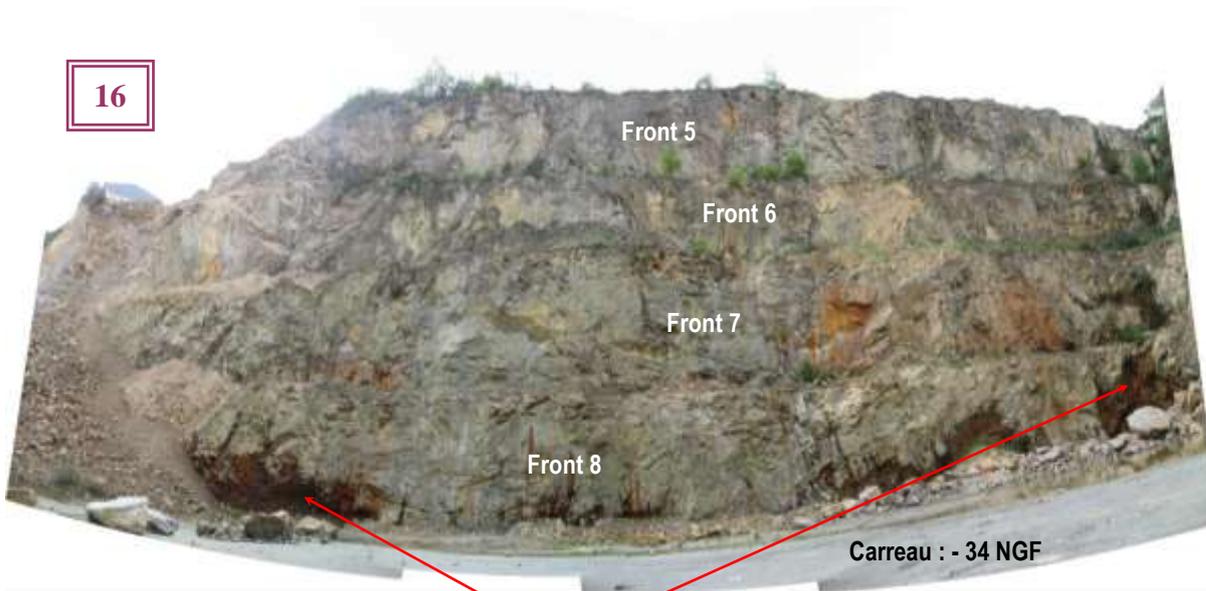
Plans principaux relevés :
 N80° - 80°N (déversant)
 N85° - subvertical
 N62° - subvertical, flexueux
 N100° - 83° S à subvertical

FRONT OUEST – Au Nord du Glissement 2016

15



16



Venues d'eau en pied de front et dans l'angle Nord-Ouest

17

Front de 57 m de hauteur :

- constitué de 4 talus,
- entrecoupés de 3 banquettes résiduelles de faible largeur (< 2-3 m maxi),
- pente intégratrice # 65 à 70 °

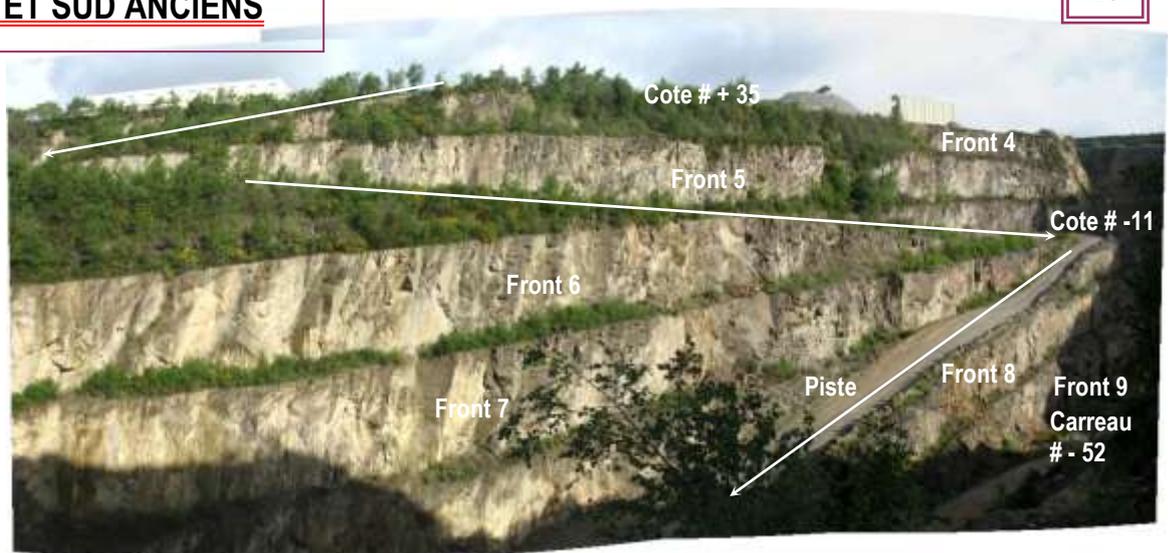
Plans principaux relevés :

Grossièrement N-S, subparallèle au front – 80°W (déversants), de fréquence métrique



FRONTS OUEST ET SUD ANCIENS

18



Front de 70 à 87 m de hauteur :

- constitué de 7 talus maxi,
- entrecoupés par la piste et par des banquettes résiduelles de largeur variable (2-3 m maxi) , végétalisés
- pente intégratrice variable # 65 à 70 °

19



Petits éboulements "récents" / les éboulis pluri-décimétriques ont été majoritairement stoppés sur la banquette immédiatement inférieure



20

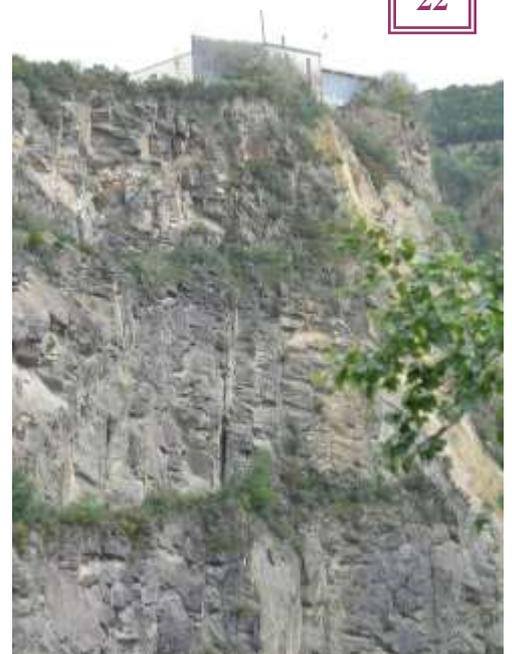
22

21

Plans principaux relevés :
 N185° - subvertical, à légèrement déversant
 N5° - subvertical à 85°W
 N17° - 80°W
 N32° - 80°W
 N62 à N70° - 47 à 57°SE
 N30° - 55°SE
 N50° - 44°SE



Merlon de protection en pied de talus



24

FRONTS OUEST ET SUD ANCIENS

23



Glissement affectant 2 talus



Merlon de protection en pied de talus

25



Partie supérieure du front Sud très boisé

Front Sud

26



Cote # + 5 à +15

Fronts Sud et Est

27



Plans déversants sur retour Est

Cote # + 5

Front Sud

28



Cote # - 35

Virage protégé en pied par un merlon de pied de 2 à 3 m de hauteur / piste située à 15-20 m du pied de front Venues d'eau en pied de front

SECTEUR SUD-EST EN COURS D'EXPLOITATION

29

Vues générales



30



31

Découverte

32

Talus de découvertes (roche altérée, blocailles à matrice terreuse), pentés entre 40 et 50°, stables



33



35

FRONT 1

34



Front rocheux, altéré, très déstructuré (débit en blocs dm³ à pluri-dm³)
Plans principaux relevés :
 N72° - subvertical, flexueux
 N-S° - 85°W
 N55 à 57° - 49 à 80°NW
 N104° - 80°S
 N75° - 49°N
 N143° - 67 à 77°SW
 N48° - 72°NW



Cote # + 72-74

Cote # + 72-74

36



Cote # + 89-91

Cote # + 72-74

Hauteur_{Talus} # 18 m
 Largeur_{Banquette inférieure} # 20 à 35 m en moy.

FRONT 2

Eboulements " ± récents " / les éboulis (jusqu'à Ø 800 mm) s'étalent en pied de talus sur 5 à 7 m de large environ

37



Cote # + 52-54



38

H_{Talus} # 20 m
L_{Banquette inférieure} # 15 à 35 m moy.

FRONT 2

39



Masse pluri-dm³ à pluri-m³, découpée, ouverte

40



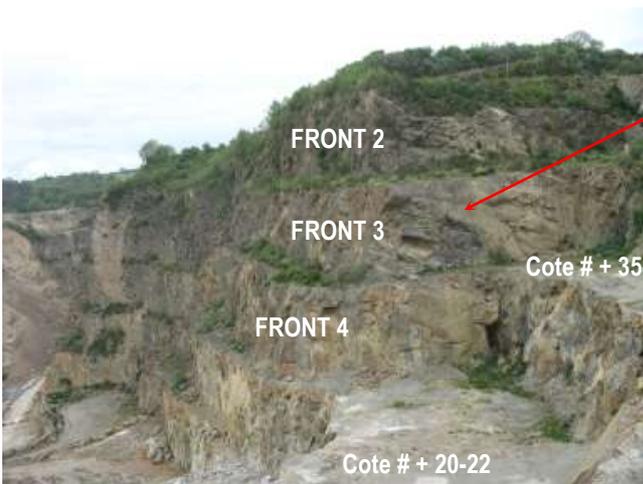
Front rocheux, altéré, très déstructuré (débit en blocs pluri-dm³ à pluri-m³)
Plans principaux relevés :
N15° - subvertical
N160 à 165° - 45 à 75°W, flexueux
N135° - 80°NE
N55° - 55°NW

41



42

FRONT 3



Fronts globalement orientés selon les discontinuités
N65-70° : assez sains

H_{Talus} # 17-18 m
L_{Banquette inférieure} # 15 à 35 m moy.

43



Front rocheux, altéré, très déstructuré (débit en blocs pluri-dm³ à pluri-m³)
Plans principaux relevés :
N165° - 45°W N150° - 71°E
N67 à 74° - 54 à 67°N N110° - 66°N
N15° - 58 à 60°W
N140° - 75°SW
N170 à 178° - 48 à 80°W

44

N170° - 80°W à subverticale,
flexueuse, à remplissage argileux



FRONT 3

Masses ± instables,
ouvertes

45

31



FRONT 4

47

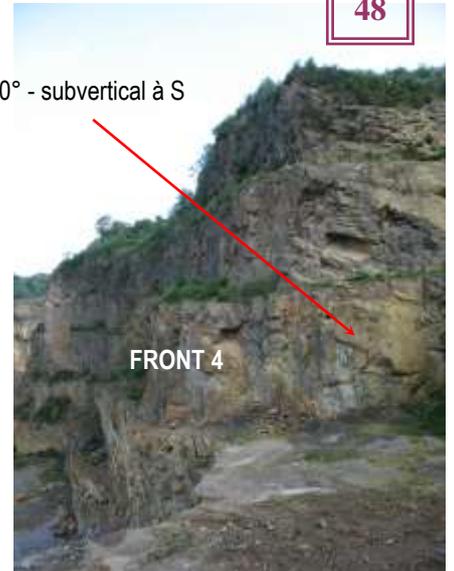


46

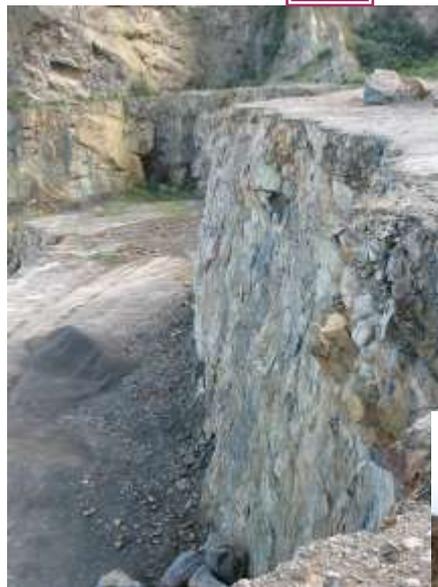


48

N65-70° - subvertical à S



49



H_{Talus} # 15 m
L_{Banquette inférieure} # 25 à 40 m moy.

Front rocheux déstructuré (débit en blocs pluri-dm³ à m³,
fissures terreuses)

Plans principaux relevés :

- N75° - 60 à 78°S
- N150° - subvertical, flexueux
- N53° - 71°SE
- N40° - 72°SE
- N165° - 72°E
- N170° - 70 à 80°W
- N62° - 55 à 65°NW
- N35° - 67 à 75°NW

50



N75° - 60 à 78°S, déversants
(fréquence pluri-décimétrique)

51



FRONT 5

52



Résultat du tir : blocométrie
< 1 m³ – quelques blocs de
2-3 m³,



55

H_{Talus} # 15-16 m
L_{Banquette inférieure} # 25 à 30 m moy.

54



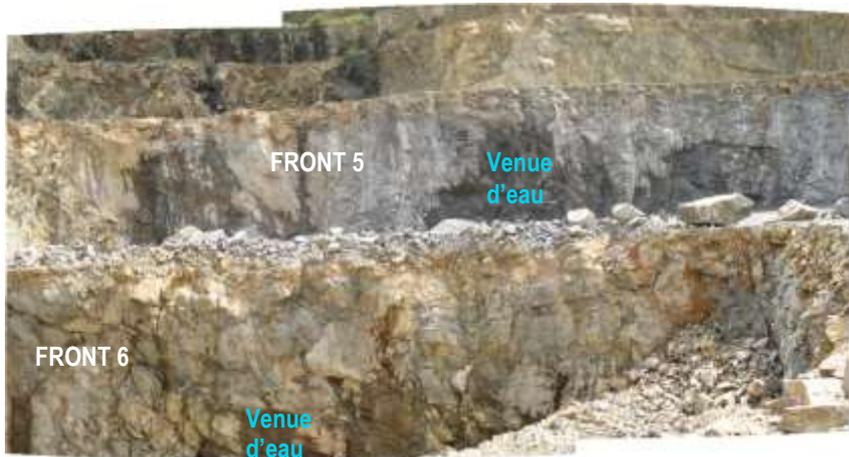
Morcellement du front
après le tir



56



FRONT 6



57

H_{Talus} # 15-16 m
L_{Banquette inférieure} # 10 à 60 m moy.

Cote # + 4-5

Cote # -11

Front rocheux assez massif, + déstructuré côté
Sud (récemment tiré et non purgé)
Plans principaux relevés :
N53° - subvertical
N145° - subvertical, variable

FRONT 7

58

H_{Talus} # 15-16 m
L_{Banquette inférieure} # 10 à 40 m moy.

Front rocheux assez massif, sain
Plans principaux relevés :
N65°
N142° - 72°NE



59



FRONT 8

Front rocheux assez massif, quelques masses et blocs ± stables en surplomb
Plans principaux relevés :
N75° - 57°S
N165° - subvertical
N135 à 145° - 70 à 75°SW

H_{Talus} # 10-12 m
L_{Banquette inférieure} # 12 à 35 m moy.

60



FRONT 9

61



H_{Talus} # 15-16 m

Plans principaux relevés :
N55° - 65-67°SE
N172° - subvertical
N90 à 95° - 53°S
N160° - 70°W à subvertical

62



ANNEXE 2

- ❑ **Définition des périmètres autorisés et sollicités au renouvellement et à l'extension** **p. 35**
- ❑ **Orientations de phasages** **p. 36**
(Documents transmis par les Carrières PRIGENT / Bureau d'études Axe-Géoarmor

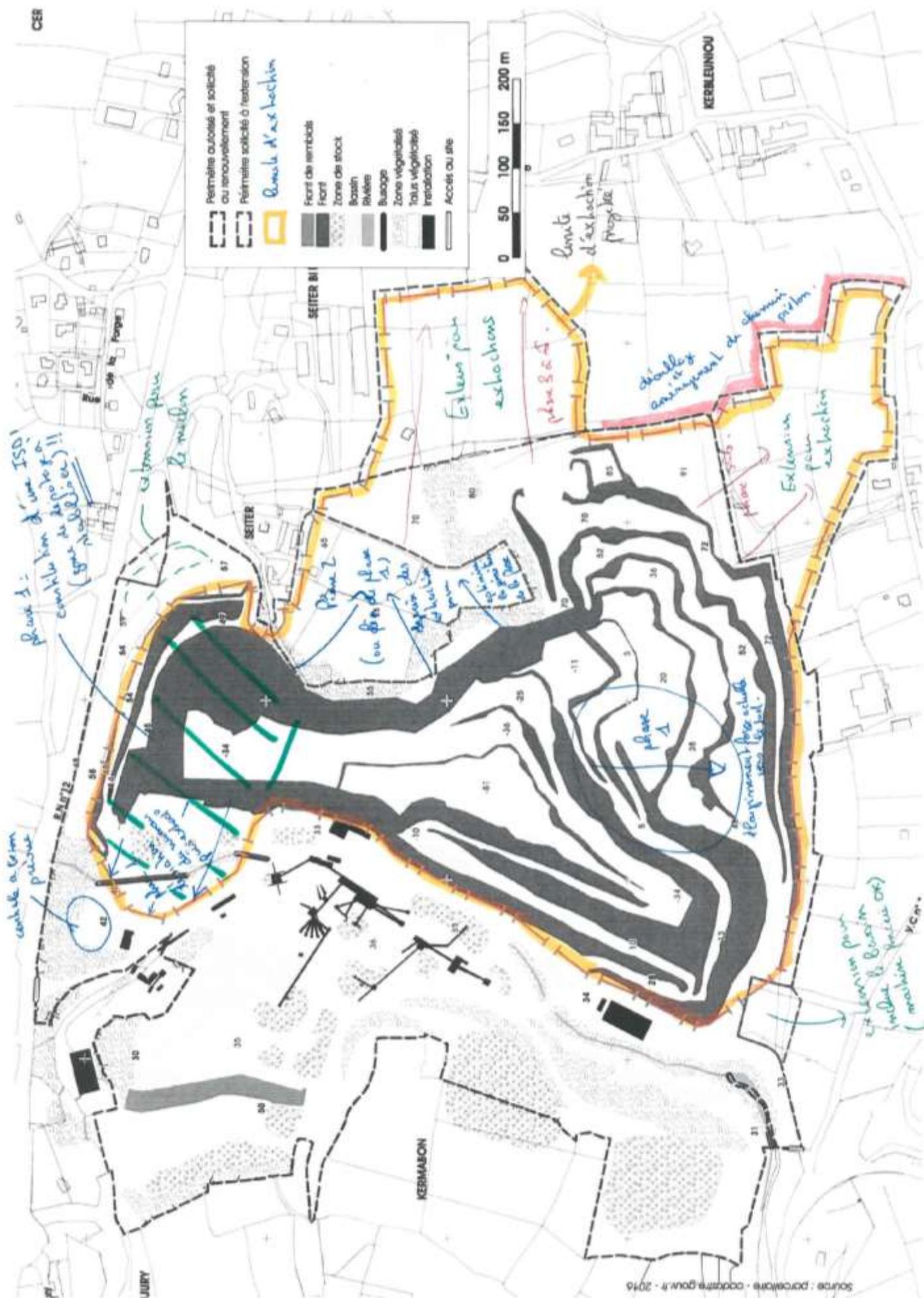
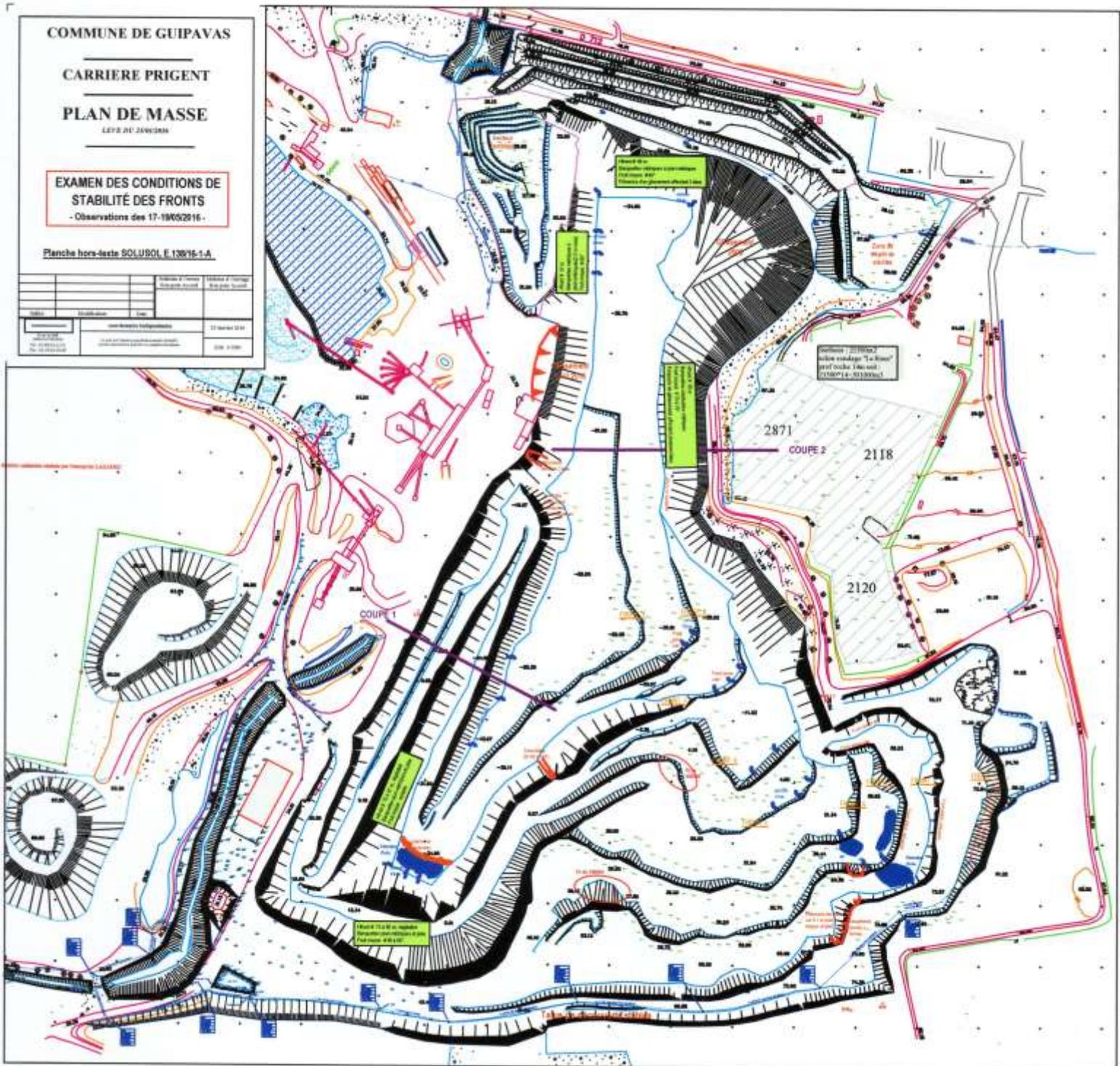


Planche hors-texte E.138/16-1-A

- **Examen des conditions de stabilité des fronts /
Observations des 17 au 19 Mai 2016**



4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. • Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). • Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).