

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. Rappel des activités sollicitées	4
FICHE DE SYNTHÈSE	5
II.2. Descriptif de l'exploitation	6
II.3. Contexte environnant	7
III. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE DES RISQUES	8
III.1. Méthodologie d'identification des dangers	8
III.2. Méthodologie de l'analyse préliminaire des risques (APR)	9
III.2.1. Estimation de la probabilité initiale (PI).....	9
III.2.2. Estimation de l'intensité des effets	10
III.2.3. Estimation de la gravité	10
III.2.4. Estimation de la criticité initiale.....	11
III.3. Méthodologie de l'étude détaillée de réduction des risques (EDRR)	12
III.3.1. Cinétique	12
III.3.2. Évaluation de la probabilité	15
III.3.3. Détermination de la criticité	20
IV. ANALYSE DES RISQUES	21
IV.1. Identification des dangers présents sur le site	21
IV.1.1. Dangers liés aux procédés d'exploitation	21
IV.1.2. Dangers liés aux produits présents sur le site	22
IV.1.3. Accidentologie / Retour d'expérience	23
IV.1.4. Réduction des potentiels de dangers	25
IV.1.5. Risques d'agression externes	26
IV.2. Analyse Préliminaire des Risques (APR)	28
IV.2.1. Identification des événements dangereux	29
IV.2.2. Synthèse des événements redoutés	30
IV.2.3. Estimation de l'intensité et de la gravité des phénomènes retenus	31
IV.2.4. Synthèse et estimation de la criticité initiale	37
IV.3. Etude détaillée de réduction des risques	38
IV.3.1. Identification des scénarii menant aux phénomènes dangereux retenus et des mesures de maîtrise des risques associées.....	38
IV.3.2. Etude de la cinétique	38
IV.3.3. Estimation de la probabilité	38
IV.3.4. Synthèse de l'analyse détaillée et criticité finale	40
IV.3.5. Mesures de maîtrise des risques	41
IV.4. Conclusion générale de l'analyse des risques	43
V. MOYENS DE PREVENTION ET D'INTERVENTION	44
V.1. Moyens de prévention	44
V.1.1. Dispositions constructives	44
V.1.2. Prévention contre les incendies.....	44
V.1.3. Prévention contre les pollutions accidentelles	45
V.1.4. Emploi de substances dangereuses (explosifs)	45
V.1.5. Prévention contre les éboulements, effondrements, chutes	46
V.1.6. Prévention contre les collisions	46
V.1.7. Protection contre la foudre	46
V.1.8. Actes de malveillance.....	46
V.1.9. Contrôles	46
V.2. Moyens d'intervention	47
V.2.1. Moyens d'intervention internes.....	47
V.2.2. Moyens d'intervention externes.....	47

INDEX DES ANNEXES ET FIGURES

➤ LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de la carrière du Moulin du Vern sur carte IGN.....	7
Figure 2 : Echelle simplifiée pour l'estimation de l'intensité des effets.....	10
Figure 3 : Cartographie des flux thermiques	33
Figure 4 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles	35
Figure 5 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches ».....	39
Figure 6 : Illustration de la mesure de maîtrise du risque (MMR) « projection accidentelle ».....	41

➤ LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR.....	9
Tableau 2 : Grille d'évaluation de la gravité d'un événement (Arrêté du 29/09/2005 et circulaire du 10/02/2010) ...	10
Tableau 3 : Règles de calculs du nombre de personnes exposées selon l'occupation des sols.....	11
Tableau 4 : Matrice des risques pour la hiérarchisation de l'APR.....	11
Tableau 5 : Cinétique pré-accidentelle des événements initiateurs	13
Tableau 6 : Cinétique post-accidentelle des événements	14
Tableau 7 : Tableau de cotation et d'appréciation des classes de probabilité - Arrêté du 29/09/05.....	15
Tableau 8 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques simples de sécurité (adapté de l'Omega 10)	18
Tableau 9: Niveaux de confiance pour des systèmes techniques complexes de sécurité (adapté de l'Omega 10) .	18
Tableau 10 : Évaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance	19
Tableau 11 : Grille de criticité des événements (couple Gravité – Probabilité).....	20
Tableau 12 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière	29
Tableau 13 : Synthèse des événements dangereux critiques redoutés de l'APR	30
Tableau 14 : Flux thermiques rayonnés pour les scénarii d'incendie.....	32
Tableau 15 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR (gravité / probabilité).....	37
Tableau 16 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus	37
Tableau 17 : Synthèse de l'identification des événements initiateurs et des mesures de maîtrise des risques	38
Tableau 18 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes dangereux redoutés	40
Tableau 19 : Synthèse de la criticité des phénomènes dangereux potentiels	40
Tableau 20 : Criticité des phénomènes dangereux potentiels après prise en compte des MMR	42

I. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE DE DANGERS

I.1. OBJECTIF ET CONTENU DE L'ETUDE 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'ETUDE DE DANGERS ET TEXTES REGLEMENTAIRES

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 relatifs aux Installations Classées et l'article D181-15-2 relatif à l'autorisation environnementale.
- 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. RAPPEL DES ACTIVITES SOLLICITEES

❖ **Remarque :**

L'installation classée et son contexte ont déjà fait l'objet de descriptifs détaillés dans la demande d'autorisation environnementale 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 DE KERGUILLO concerne le renouvellement d'une carrière de roches massives (granite) exploitée au lieu-dit « Le Moulin du Vern » sur la commune de Kernilis, dans le département du Finistère (29).

La société CARRIERES DE KERGUILLO sollicite pour une durée 30 ans :

- le renouvellement du droit d'exploiter les terrains des parcelles ZH 534p et ZH 77p non compris dans la bande boisée au Sud, sur une surface de 40 480 m²,
- la renonciation du droit d'exploiter les terrains boisés classés présents au Sud (parcelles ZH 535 et ZH 77p) sur une surface de 4 110 m²,
- l'extension du droit d'exploiter les terrains de la parcelle ZH 534p non inclus dans le périmètre initialement autorisé sur 372 m²,
- le maintien de la hauteur maximale d'extraction à 30 m correspondant à une cote minimale d'extraction de 28 m NGF,
- le maintien de la production à 30 000 t/an en moyenne et 40 000 t/an au maximum,
- la possibilité d'employer lors de campagnes ponctuelles une installation mobile d'une puissance de 780 kW pour le traitement en granulats des matériaux extraits (granite).

Les principales caractéristiques d'exploitation associées à ce projet sont détaillées dans la demande d'autorisation environnementale. Elles sont synthétisées dans la fiche de synthèse jointe ci-après.

Au regard de la législation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, le projet de la société CARRIERES DE KERGUILLO relèvera des rubriques suivantes de la nomenclature :

- **2510-1** : Exploitation de carrière – AUTORISATION
- **2515-1-a** : Installations de traitement des matériaux – ENREGISTREMENT

FICHE DE SYNTHÈSE

IDENTIFICATION DU DEMANDEUR			
Raison sociale :	S.A. CARRIERES DE KERGUILLO		
Adresse du siège et du site :	Lieu-dit « Kerguillo » 29820 GUILERS		
Coordonnées :	Tél : 02 98 03 34 27	Fax : 02 98 47 47 95	
N° immatriculation :	Siren 302 451 984 – RCS de Brest		
Personne suivant la demande :	Monsieur Matthieu SIMON (Directeur des carrières)		
Signataire de la demande :	Monsieur Louis-Paul LAGADEC (Président)		
LOCALISATION			
Département :	Finistère (29)		
Commune :	Kernilis		
Nom du site :	Carrière du Moulin du Vern		
Coordonnées du site (Lambert 93) :	X =153,94 à 154,28 km	Y = 6 854,52 à 6 854,76 km	Z = 28 à 58 m NGF
Nature du gisement :	Roches massives (granite)		
RÉGIME ICPE			
Rubriques ICPE :	Régime de l'autorisation :	2510-1 : Exploitation de carrières	
	Régime de l'enregistrement :	2515-1-a : Concassage-criblage de produits minéraux inertes	
Arrêtés Préfectoraux en vigueur :	Arrêté Préfectoral d'autorisation du 4 avril 1990 Arrêté Préfectoral de changement d'exploitant du 4 octobre 1990 Arrêté Préfectoral complémentaire (garanties financières et suivi) du 31 mai 1999		
NATURE ET VOLUME DES ACTIVITÉS			
	<i>Autorisation actuelle</i>		<i>Futur sollicité</i>
Durée sollicitée :	30 ans (jusqu'au 04 avril 2020)		30 ans (date estimée : 2050)
Surface totale du site :	4 ha 45 a 90 ca		4 ha 08 a 52 ca
Puissance des installations de traitement :	/		Installations mobiles : 780 kW
Nature du traitement :	/		Concassage-criblage
Nombre et hauteurs des fronts :	2 fronts de 15 m		
Cote minimale d'extraction :	28 m NGF		
Production moyenne annuelle du site :	Non précisée		30 000 t/an
Production maximale annuelle du site :	40 000 t/an		
SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE			
Occupation des sols :	Terrains occupés par l'excavation actuelle en friche (1,3 ha) au Sud-Ouest et des cultures au Nord et à l'Est		
Eau :	Carrière localisée sur le versant Nord (rive droite) du vallon de l'Aber Wrac'h Carrière intégrée dans le périmètre de protection rapprochée (P1 / P2) de la prise d'eau de Baniguel		
Milieu naturel :	Enjeux limités concentrés sur l'excavation actuelle (1,3 ha) mais limités sur les cultures au Nord et à l'Est		
Paysage :	Visibilité nulle sur le site depuis le Sud et l'Est du fait de la présence des vallons boisés de l'Aber Wrac'h Visibilité limitée aux aménagements périphériques depuis le Nord et l'Ouest du fait de la topographie		
Natura 2000 :	Carrière localisée au plus près à environ 3 km à l'amont du site Natura 2000 « Abers – Côtes des légendes » classé au titre de la directive « Habitats » en Zone Spéciale de Conservation (ZSC) depuis 2007		
RAISONS DU CHOIX DU PROJET			
Volonté de renouveler l'autorisation d'exploiter le leucogranite de Ploudalmézeau-Kernilis (matériau noble)			
Volonté de protéger la ressource en eau potable (prise d'eau de Baniguel exploitée sur l'Aber Wrac'h à l'aval de la carrière)			
Compatibilité avec le Plan Local d'Urbanisme de Kernilis (renonciation des boisements classés autour de l'Aber Wrac'h)			
Maitrise foncière des terrains			

II.2. DESCRIPTIF DE L'EXPLOITATION

❖ **Remarque :**

Une présentation détaillée du projet porté par la société CARRIERES DE KERGUILLO est disponible aux chapitres III et IV de la demande d'autorisation environnementale. Le lecteur s'y reportera pour de plus amples informations.

➤ **ZONE D'EXTRACTION**

L'excavation actuelle se limite au quart Sud-Ouest du périmètre autorisé de la carrière du Moulin du Vern (1,3 ha), le carreau d'extraction atteignant actuellement la cote minimale de 46,6 m NGF au Sud-Ouest.

Les parties Nord et Est du périmètre autorisé du site n'ont pas encore été exploitées. La société CARRIERES DE KERGUILLO a laissé ces terrains à disposition d'agriculteurs locaux qui les exploitent en cultures (2,7 ha),

Des merlons temporaires végétalisés délimitent l'excavation actuelle des cultures.

➤ **INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES MATERIAUX**

L'installation mobile de traitement des matériaux sera constituée des éléments suivants :

- un groupe mobile primaire de concassage (modèle LT 110),
- un groupe mobile secondaire / tertiaire de concassage / criblage (modèle LT 330).

Cette installation, qui appartient au Groupe LAGADEC dont la société CARRIERES DE KERGUILLO est une filiale, intervient également sur d'autres carrières du Groupe.

Elle sera employée sur la carrière du Moulin du Vern lors de campagnes ponctuelles : 1 à 2 campagnes de 15 à 20 jours par an pour une durée cumulée inférieure à 2 mois par an.

➤ **INSTALLATIONS CONNEXES**

Aucune installation connexe ne sera installée sur la carrière du Moulin du Vern, le caractère ponctuel des activités ne justifiant pas la mise en place de telles infrastructures.

Ainsi, la société CARRIERES DE KERGUILLO :

- mettra en place sur le site une baraque de chantier mobile (incluant toilettes avec collecteur des eaux usées, réfectoire et vestiaires) en période d'extraction et de traitement,
- pourra amener sur le site un fourgon-atelier en cas de panne sur un engin,
- équipera la chargeuse d'un peson sur engin afin de quantifier les tonnages commercialisés,
- déploiera sur le site en période d'activité une aire étanche amovible pour le remplissage en carburant, le stationnement et l'entretien courant des engins.

Les tâches administratives seront réalisées sur le site principal (siège) de la société CARRIERES DE KERGUILLO à Guilers (29), à environ 20 km au Sud de Kernilis.

➤ **CIRCUIT DES EAUX**

Le circuit des eaux d'exhaure de la carrière du Moulin du Vern comprendra :

- la collecte des eaux pluviales reçues sur le site dans un bassin de décantation dédié aménagé en fond de fouille, à l'angle Sud-Est de l'excavation,
- un dispositif de pompage (50 m³/h) mis en place dans ce bassin qui permettra de rejeter les eaux décantées dans l'affluent rive droite de l'Aber Wrac'h qui s'écoule en limite Est du site,
- le point de rejet stricto sensu, aménagé aux coordonnées X = 154 274 m et Y = 6 854 546 m de telle sorte à permettre l'échantillonnage des eaux par un dispositif de prélèvement 24 h.

II.3. CONTEXTE ENVIRONNANT

❖ Remarque :

Une description détaillée de l'environnement humain du projet est présentée au chapitre II.2 de l'étude d'impact, à laquelle le lecteur se reportera pour de plus amples informations.

La carrière du Moulin du Vern est localisée dans un secteur rural, sur le versant Nord du vallon encaissé et boisé du fleuve Aber Wrac'h, à l'extrémité Sud de la commune de Kernilis (29) :

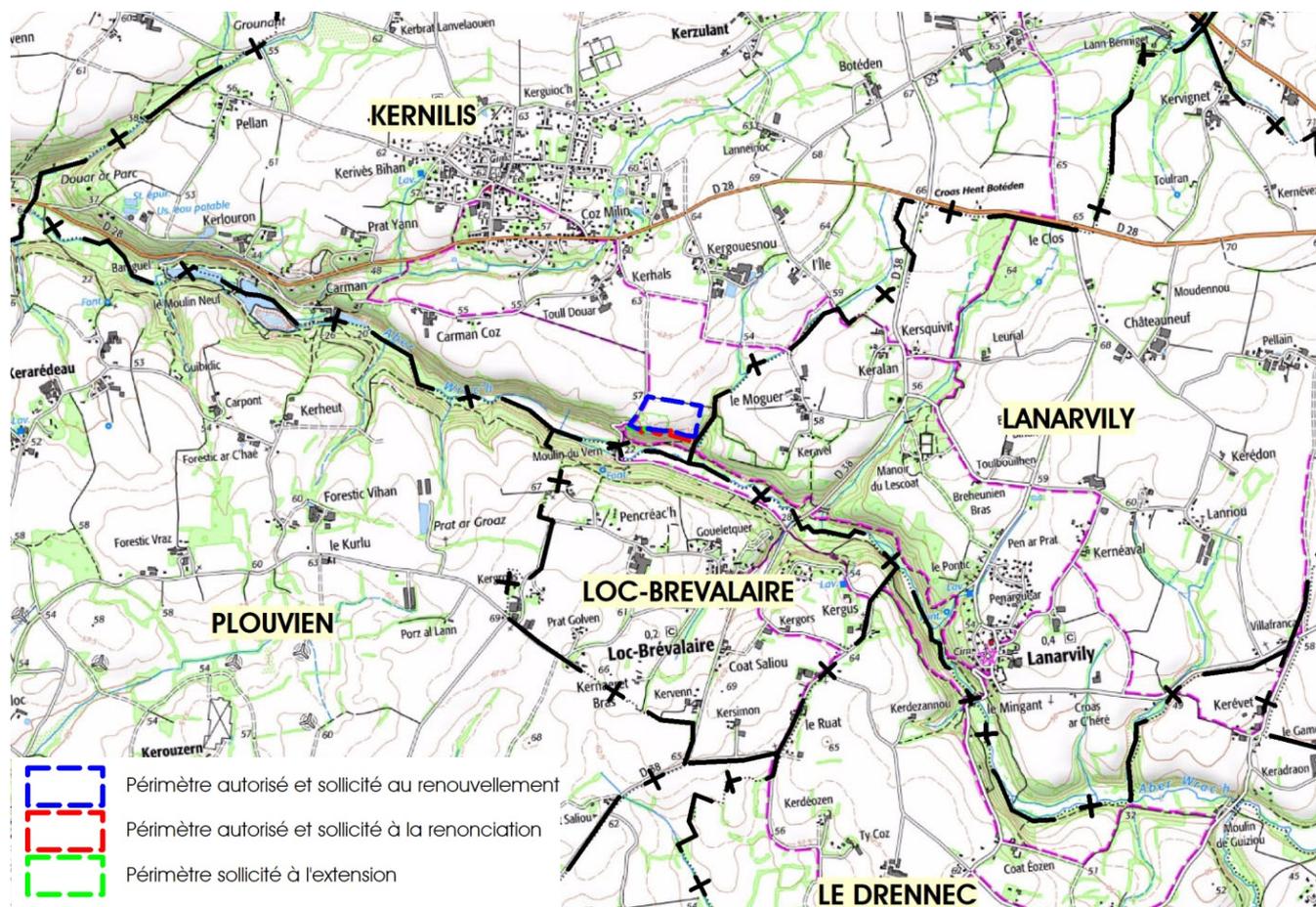


Figure 1 : Situation de la carrière du Moulin du Vern sur carte IGN

L'habitat du secteur se concentre dans les centres-bourgs de Kernilis, à 0,4 km au Nord-Ouest de la carrière du Moulin du Vern, et de Loc-Brévalaire à 0,4 km au Sud.

Les habitations les plus proches du site sont localisées au lieu-dit « Le Moulin du Vern » dans l'Aber Wrac'h, au plus près à environ 160 m au Sud-Ouest de l'excavation actuelle de la carrière.

Au Nord et à l'Est, autour des parcelles agricoles comprises dans le périmètre autorisé du site mais non encore exploitées, l'habitat demeure relativement éloigné du site (> 400 m) :

- Moulin du Vern : 160 m au Sud-Ouest
- Keravel : 410 m à l'Est
- Pencreac'h : 410 m au Sud-Ouest
- Le Moguer : 420 m à l'Est
- Goueletquer : 480 m au Sud
- Kerhals (rue des Moulins) : 530 m au Nord-Ouest
- Kergouesnou : 550 m au Nord
- Toull Douar : 660 m au Nord-Ouest

III. METHODOLOGIE 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.

❖ **Remarque :**

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. METHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES DANGERS

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

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

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

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

❖ **Remarque :**

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. METHODOLOGIE DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)

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

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

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

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

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

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

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

III.2.1. ESTIMATION DE LA PROBABILITE 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 a 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 1 : Grille de cotation de la probabilité initiale pour l'APR

III.2.2. ESTIMATION DE L'INTENSITE DES EFFETS

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

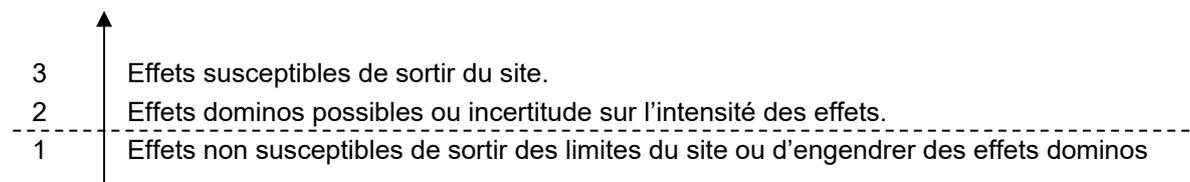


Figure 2 : Echelle simplifiée pour l'estimation de l'intensité des effets

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 GRAVITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

III.2.4. ESTIMATION DE LA CRITICITE INITIALE

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

La matrice utilisée est la suivante :

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



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



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

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

III.3. METHODOLOGIE DE L'ETUDE DETAILLEE DE REDUCTION 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 ainsi que 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. CINETIQUE

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**, soit 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.

➤ CINETIQUE PRE ACCIDENTELLE

▪ Cinétique d'un incendie et de l'explosion

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

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

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

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

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

Tableau 5 : Cinétique pré-accidentelle des évènements initiateurs

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

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

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

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

▪ **Cinétique d'une pollution**

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

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

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

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

▪ Cinétique d'une émission toxique

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

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

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

➤ CINETIQUE 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 6 : Cinétique post-accidentelle des évènements

III.3.2. ÉVALUATION DE LA PROBABILITE

➤ CLASSES DE PROBABILITES

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

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

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

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

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

➤ REALISATION 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 ».

➤ DETERMINATION DE LA PROBABILITE

▪ 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'évènement 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 évènement 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'évènement 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'évènement 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'évènement initiateur, chaque événement courant ayant par défaut une probabilité initiale de classe A (évènement courant).
- **3** : Comparaison, lorsque cela s'avère possible, de la probabilité de l'évènement initiateur avec la probabilité du même évènement 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 (*cf. guide OMEGA 10 ci-dessous*) : 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 : 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** : le temps de réponse est à comparer à la cinétique du phénomène.
- **le niveau de confiance (ou intégrité de sécurité)** : c'est la probabilité de défaillance à la sollicitation de la mesure de sécurité, dans son environnement d'utilisation, soit la probabilité qu'elle n'assure pas la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie lorsqu'elle est sollicitée. Cette probabilité est calculée pour une capacité de réalisation et un temps de réponse donnés. La probabilité de défaillance est liée aux paramètres suivants :
 - type d'architecture,
 - principe de sécurité positive,
 - tolérance à la première défaillance,
 - comportement sur défaut (mise hors service, blocage ou dérive possible),
 - maintien dans le temps de la qualité de la mesure (existence de procédures de tests réguliers, de maintenance préventive, de procédures d'installation ou d'inspection/audits internes).

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

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

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

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

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

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

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

❖ **Cas des barrières techniques de sécurité**

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

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

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

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

Tableau 8 : Niveaux de confiance pour des systèmes techniques simples de sécurité (adapté de l'Omega 10)

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

Tableau 9: Niveaux de confiance pour des systèmes techniques complexes de sécurité (adapté 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 (Omega 10) permet de faire le lien avec le niveau de confiance :

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

Tableau 10 : Évaluation d'un niveau de confiance en fonction de sa probabilité moyenne de défaillance

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.

❖ Remarque :

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, notées de A (la plus courante) à E (la moins courante), définies dans l'Arrêté du 29/09/2005. Elles sont présentées dans le tableau 7 ci-avant.

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 + une barrière NC2 : décote de trois classes (A donnera D).

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. DETERMINATION DE LA CRITICITE

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

IV. ANALYSE DES RISQUES

IV.1. IDENTIFICATION DES DANGERS PRESENTS SUR LE SITE

IV.1.1. DANGERS LIES AUX PROCEDES D'EXPLOITATION

Les dangers liés aux équipements et aux procédés d'exploitation projetés par la société CARRIERES DE KERGUILLO sur la carrière du Moulin du Vern à Kernilis sont les suivants :

➤ LES STRUCTURES D'EXPLOITATION

En l'absence d'installation fixe de taille importante sur la carrière du Moulin du Vern, il n'y aura pas de risque d'effondrement des structures sur un tiers.

➤ L'EXCAVATION

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

L'exploitation sera réalisée au niveau de deux fronts de taille de 15 m maximum.

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 du bassin de fond de fouille peut également constituer un danger pour toute personne non autorisée et pénétrant sur le site (risque de chute / noyade).

➤ LES INSTALLATIONS DE TRANSFORMATION

Les groupes mobiles de traitement des matériaux pourront représenter un danger pour les tiers s'aventurant sur le site (risque d'ensevelissement en sortie de convoyeurs, risque de chute dans les concasseurs / broyeurs en fonctionnement).

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

➤ LES ENGIN ROULANTS

Les engins roulants pourront représenter un danger pour les tiers s'aventurant sur le site (risque de collision avec des tiers se trouvant 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 LIES AUX PRODUITS PRESENTS SUR LE SITE

➤ IDENTIFICATION DES PRODUITS DANGEREUX

Il n'existe pas de stockage de produits dangereux (hydrocarbures) sur la carrière du Moulin du Vern.

Les stockages de la carrière concerneront uniquement les produits minéraux inertes produits et commercialisés sur le site (granite de différentes granulométries) ainsi que les matériaux de recouvrement (terre végétale et arène granitique) conservés pour la remise en état.

Aucun stockage d'explosif n'existera sur le site : les explosifs et détonateurs utilisés pour les tirs de mines sont acheminés sur la carrière pour une utilisation dès réception.

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

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

➤ AUTRES PRODUITS

▪ Hydrocarbures

Sur la carrière du Moulin du Vern, le remplissage des engins en carburant se fera en bord-à-bord depuis un camion-citerne, au niveau d'une aire étanche amovible qui sera déployée sur le site.

Il en sera de même pour l'entretien courant des engins qui sera réalisé par un fourgon-atelier qui sera amené ponctuellement sur le site.

Par conséquent, aucun stockage d'hydrocarbures (carburants et huiles) ne sera présent sur le site.

De fait, le principal risque identifié concernera un éventuel incendie, en cas de déversement accidentel au niveau de l'aire étanche amovible lors du remplissage des engins en carburant, et en présence d'une source d'ignition.

▪ Déchets Industriels Banals (DIB) ou Dangereux (DID)

Les DIB / DID produits sur le site comprennent uniquement les déchets liés à l'entretien courant des matériels (huiles, graisses usagées, batteries, métaux...) qui sera réalisé par un fourgon-atelier amené périodiquement sur la carrière du Moulin du Vern.

Le fourgon-atelier repartira du site avec les déchets industriels produits (filtres, huiles, pneumatiques...) et aucun stockage permanent de DIB / DID ne sera présent sur le site.

La gestion des DIB / DID sur la carrière du Moulin du Vern ne constituera pas un facteur de risque pour l'environnement naturel ou humain.

▪ Incompatibilité entre les produits

Aucune incompatibilité entre les produits présents sur la carrière n'est à signaler.

IV.1.3. ACCIDENTOLOGIE / RETOUR D'EXPERIENCE

➤ ACCIDENTOLOGIE DU SECTEUR D'ACTIVITE

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 en **janvier 2019** 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 ci-après (liste non exhaustive) a pour objectif de préciser les dangers les plus représentatifs potentiellement transposables à l'exploitation de la carrière de Kernilis.

➤ ACTIVITE B08: « AUTRES ACTIVITES 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 côte 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 Vern (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) sont rares et concernent la projection accidentelle d'éléments rocheux hors du périmètre de la carrière.

➤ ACCIDENTS OU INCIDENTS PROPRES AU SITE

Aucun des accidents recensés dans la base ARIA ne concerne la carrière du Moulin du Vern.

En outre, en l'absence d'extraction récente sur la carrière du Moulin du Vern, aucun accident récent survenu sur le site n'est à signaler.

IV.1.4. REDUCTION 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 événement 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 Vern seront :

- le carburant (gasoil) nécessaire au fonctionnement des engins et groupes mobiles,
- les explosifs pour l'abattage du massif rocheux par tirs de mines.

L'emploi de matériels spécifiques (scie à fil, briche-roche...) en lieu et place des explosifs ne permettrait pas de disposer de matériaux bruts (tout-venant) en quantité suffisante et de taille adaptée pour alimenter les groupes mobiles, d'autant plus que le caractère abrasif de la roche entraîne une usure importante de ce type de matériel (sans compter le caractère bruyant de ces équipements).

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

➤ PRINCIPES D'INTENSIFICATION ET D'ATTENUATION

Aucun stockage d'explosif ne sera présent sur la carrière du Moulin du Vern. Les explosifs employés pour l'abattage des fronts seront amenés sur la carrière préalablement à chaque tir de mines, par une entreprise spécialisée dans le transport d'explosifs, pour utilisation dès réception.

De même, aucun stockage d'hydrocarbures (huile, carburant) ne sera présent sur le site, le remplissage des engins étant réalisé en bord-à-bord (par camion-citerne) sur aire étanche amovible.

➤ PRINCIPE DE LIMITATION DES EFFETS

La réalisation des tirs de mines respectera des règles strictes visant notamment à la mise en sécurité du personnel du site et de ses abords. Les tirs de mines seront effectués par un personnel qualifié disposant d'un certificat de préposé aux tirs.

Le remplissage des engins en carburant sera réalisé sur aire étanche (rétention) amovible permettant de collecter les éventuelles égouttures :

- dans le cas d'un déversement accidentel de carburant lors du remplissage des engins,
- 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

Le classement des risques majeurs auxquels est soumise la commune de Kernilis d'après le DDRM du Finistère (version de 2015) est détaillée au chapitre IV de l'étude d'impact. Le lecteur s'y reportera pour de plus amples informations.

▪ 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 l'absence d'installation fixe sur la carrière du Moulin du Vern, il n'y aura pas de risque d'effondrement des structures sur un tiers.

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

D'après le Document Départemental des Risques Majeurs du Finistère en vigueur (version de 2015), la commune de Kernilis n'est pas concernée par le risque d'inondation.

Aucune inondation n'a affectée la carrière du Moulin du Vern depuis son ouverture en 1990.

▪ 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, précise toutefois que les installations classées soumises à autorisation sous les rubriques sollicitées dans la présente demande (rubriques 2510 et 2515) ne rentrent pas dans le champ d'application de l'Arrêté susvisé.

▪ Glissements de terrains

D'après le Document Départemental des Risques Majeurs du Finistère en vigueur (version de 2015), la commune de Kernilis n'est pas concernée par les risques de mouvements de terrain.

La carrière du Moulin du Vern exploitant uniquement des roches massives (granite), le projet n'est pas concerné par la problématique de retrait / gonflement des argiles.

▪ 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.

La commune du Kernilis, à l'instar de toutes les communes finistériennes, est classée en zone de sismicité n°2 « aléa faible » pour laquelle aucune disposition parasismique particulière n'est requise pour les exploitations de carrière d'après l'Arrêté Ministériel du 22 octobre 2010.

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

➤ **LES RISQUES LIES AUX ACTIVITES HUMAINES**

▪ **Actes de malveillance**

Les risques liés aux actes de malveillance sont variables suivant l'objet visé. La carrière du Moulin du Vern 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 groupes mobiles et l'excavation sont en retrait des axes routiers limitrophes au site (CE n°40 et 41). 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 12 km au Sud de la carrière du Moulin du Vern.

Du fait de la distance à l'aéroport, les équipements de la carrière du Moulin du Vern 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 Vern est implantée en milieu rural, au sein de terrains boisés (franges boisées des vallons de l'Aber Wrac'h et de son affluent) ou exploités pour l'agriculture. Aucune autre installation industrielle ou commerciale n'est présente en périphérie de la carrière.

De plus, la commune de Kernilis n'est pas concernée par les risques industriels d'après le DDRM du Finistère et les autres installations classées soumises à autorisation ou à enregistrement recensées sur la commune de Kernilis (9 autres installations en janvier 2019) sont toutes des élevages.

IV.2. ANALYSE PRELIMINAIRE 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 Vern, 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 évènements communs aux différentes activités (par exemple : fuite de carburant depuis un engin) ne sont mentionnés qu'une seule fois dans le tableau.

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

IV.2.1. IDENTIFICATION DES EVENEMENTS 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, merlon, clôture) Profondeur de l'excavation limitée à 2 fronts de 15 m	1	Probable	Un événement 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, merlon, 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 Extincteurs présents dans les engins et la baraque Respect du plan de circulation	1	Probable	
1.4		Incendie	Atteinte à la qualité de l'air (fumées de combustion)		1	Probable	
1.5		Collision entre véhicules (Fuite, épandage de carburant)	Pollution du sol et des eaux	Présence de roches massives pas ou peu perméables assurant le confinement d'une éventuelle pollution en fond de fouille Entretien régulier des engins Respect du plan de circulation Présence de kits de dépollution (absorbants)	1	Probable	
1.6	Minage à l'explosif	Départ inopiné de charge	Explosion	Explosifs et détonateurs conformes aux normes Transport et manipulation séparées des explosifs et des détonateurs (risque restreint au chargement des trous)	1	Improbable	En cas d'anomalie de tir et selon la géométrie de l'excavation, les projections de roches sont susceptibles d'atteindre la périphérie de l'exploitation
1.7		Tir de mines mal maîtrisé	Projection de roches	Adaptation du plan de tir aux conditions réelles rencontrées (faille, fissuration, dureté des matériaux, présence d'eau, etc...) 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 groupes mobiles	Présence de groupes mobiles des matériaux	Chute de matériaux	Site interdit aux tiers (portail, merlon, clôture) Installations arrêtées et fermées en dehors des périodes d'activité	1	Probable	Les groupes mobiles ne sont pas accessibles aux tiers
2.2			Ecrasement, coupure		1	Probable	
2.3		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) Extincteurs présents dans les engins et la baraque	2	Probable	Un éventuel départ d'incendie au niveau d'un groupe mobile 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, merlon, 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	Incendie (départ de feu accidentel)	Atteinte à la qualité de l'air (fumées de combustion)	Entretien des engins sur aire étanche amovible Extincteurs présents dans les engins et la baraque	1	Probable	Un événement 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	Source d'ignition	Incendie	Absence de stockage de carburant / station service sur la carrière du Moulin du Vern Remplissage des engins en bord-à-bord sur aire étanche amovible	1	Probable	Un événement accidentel lié au traitement des eaux resterait confiné sur la carrière (fosse d'extraction)
3.6		Incendie	Atteinte à la qualité de l'air (fumées)		1		
3.7		Déversement accidentel	Pollution du sol et des eaux		1		

Tableau 12 : Évènements dangereux accidentels liés aux activités de la carrière

IV.2.2. SYNTHESE DES EVENEMENTS REDOUTES

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
2.3 – Traitement des matériaux	Incendie	Flux thermiques rayonnés pouvant potentiellement sortir du site en cas d'effet dominos

Tableau 13 : 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 susceptibles d'atteindre les espaces boisés périphériques 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 (aucun stockage de carburant sur la carrière) 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'INTENSITE ET DE LA GRAVITE DES PHENOMENES RETENUS

➤ RISQUE D'INCENDIE ET FLUX THERMIQUES RAYONNES

▪ 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 :

$$\Phi = \Phi_0 \cdot f \cdot T$$

Avec :
 Φ = flux reçu par une cible en kW/m²
 Φ_0 = flux émis à la surface de la flamme en kW/m²
T = 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).

Il 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 (Source : *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 : les facteurs de forme sont alors recalculés pour les zones occultées par le mur coupe-feu.

▪ Détermination de la gravité des incendies

❖ Intensité d'un incendie

Les principaux événements d'incendie redoutés identifiés dans l'APR concernent l'incendie des convoyeurs à bande de l'un des groupes mobiles de traitement des matériaux lors des campagnes de traitement des matériaux (2.3).

Le tableau ci-après synthétise, pour ce scénario 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					
2.3 Incendie sur les installations de transformation	<u>Bande transporteuse</u>					
	Évènement	Départ de feu au niveau d'une bande transporteuse				
	Cellule	Linéaire de bande de 100 m (linéaire considéré en feu de manière simultanée afin de prendre en compte une situation majorante) pour une largeur de 1m				
	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 14 : Flux thermiques rayonnés pour les scénarii d'incendie

❖ Illustration des flux thermiques rayonnés

L'implantation des groupes mobiles de traitement des matériaux est considérée dans sa position la plus défavorable, soit lors de la première phase (période 0-5 ans) pendant laquelle les groupes mobiles seront positionnés :

- au plus près de la frange boisée Sud du site, avant élargissement progressif de la fosse d'extraction en phases 2 à 4 (période 5-18 ans),
- sur le palier supérieur (cote 43 m NGF), avant l'ouverture puis l'élargissement du palier inférieur (cote 28 m NGF) en phases 4 à 6 (période 18-30 ans).

Les flux thermiques rayonnés sont les suivants :

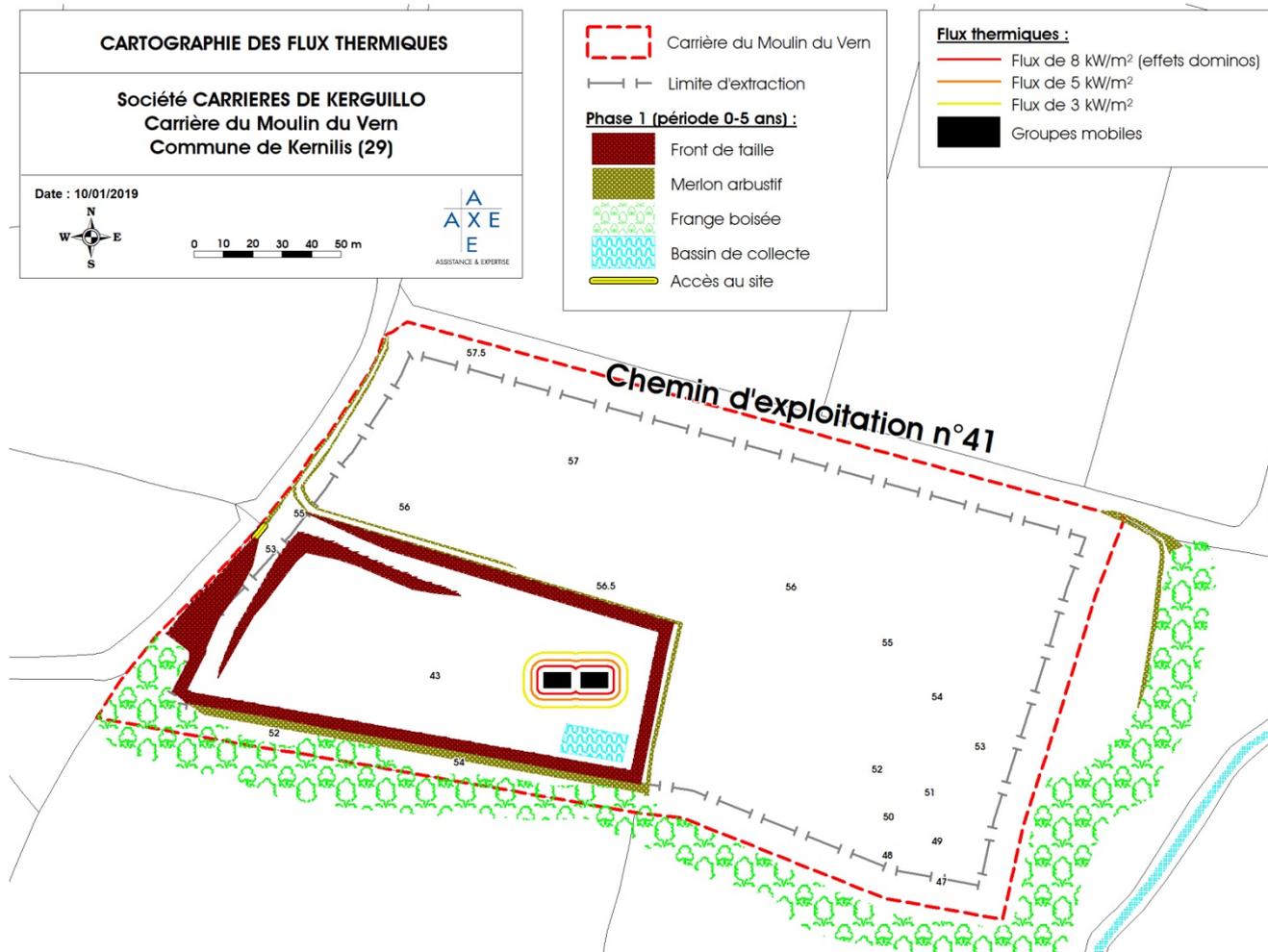


Figure 3 : Cartographie des flux thermiques

❖ Exposition humaine

Au regard de l'implantation prévue des groupes mobiles de traitement des matériaux sur la carrière du Moulin du Vern, 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 (merlon arbustif et frange boisée au Sud du site).

Au regard de l'éloignement entre ces aires végétalisées et les groupes mobiles, 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 de ce scénario 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.

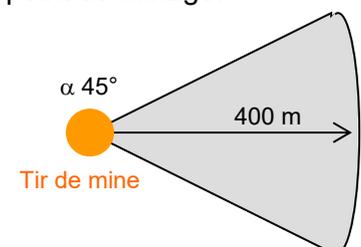
Les tirs de mines engendrent des projections de roches, censées se limiter à la zone en cours d'exploitation (soit au pied du front abattu) en fonctionnement normal.

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 recensés dans la base ARIA du BARPI (cf. chapitre IV.1.3) 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 :

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'exploitation (phases 5 et 6), la fosse d'extraction de la carrière du Moulin du Vern atteindra les dimensions suivantes : 250 m (direction Ouest/Est) * 120 m (largeur minimale Nord/Sud).

Ces dimensions étant inférieures à 400 m, d'éventuelles projections accidentelles de roches produites lors des tirs de mines qui seront réalisés pour l'abattage du massif granitique seront potentiellement susceptibles d'atteindre l'extérieur du site.

Ainsi, il convient d'estimer l'exposition humaine à des projections accidentelles de roches en cas d'anomalie de tir pour pouvoir déterminer la gravité de l'évènement dangereux.

Cette estimation fait l'objet des paragraphes suivants.

❖ Exposition humaine - illustration des zones de retombées

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).

Dans le cas de la carrière de Kernilis, seul le hameau du « Moulin du Vern » est localisé dans un rayon de 400 m du site. Par conséquent, le cône de projection le plus défavorable, qui correspond au scénario à gravité maximale, englobe nécessairement ce hameau.

La phase 1 (période 0-5 ans) a été employée pour positionner le cône de projection car c'est durant cette phase que les activités extractives seront les plus proches du « Moulin du Vern » :

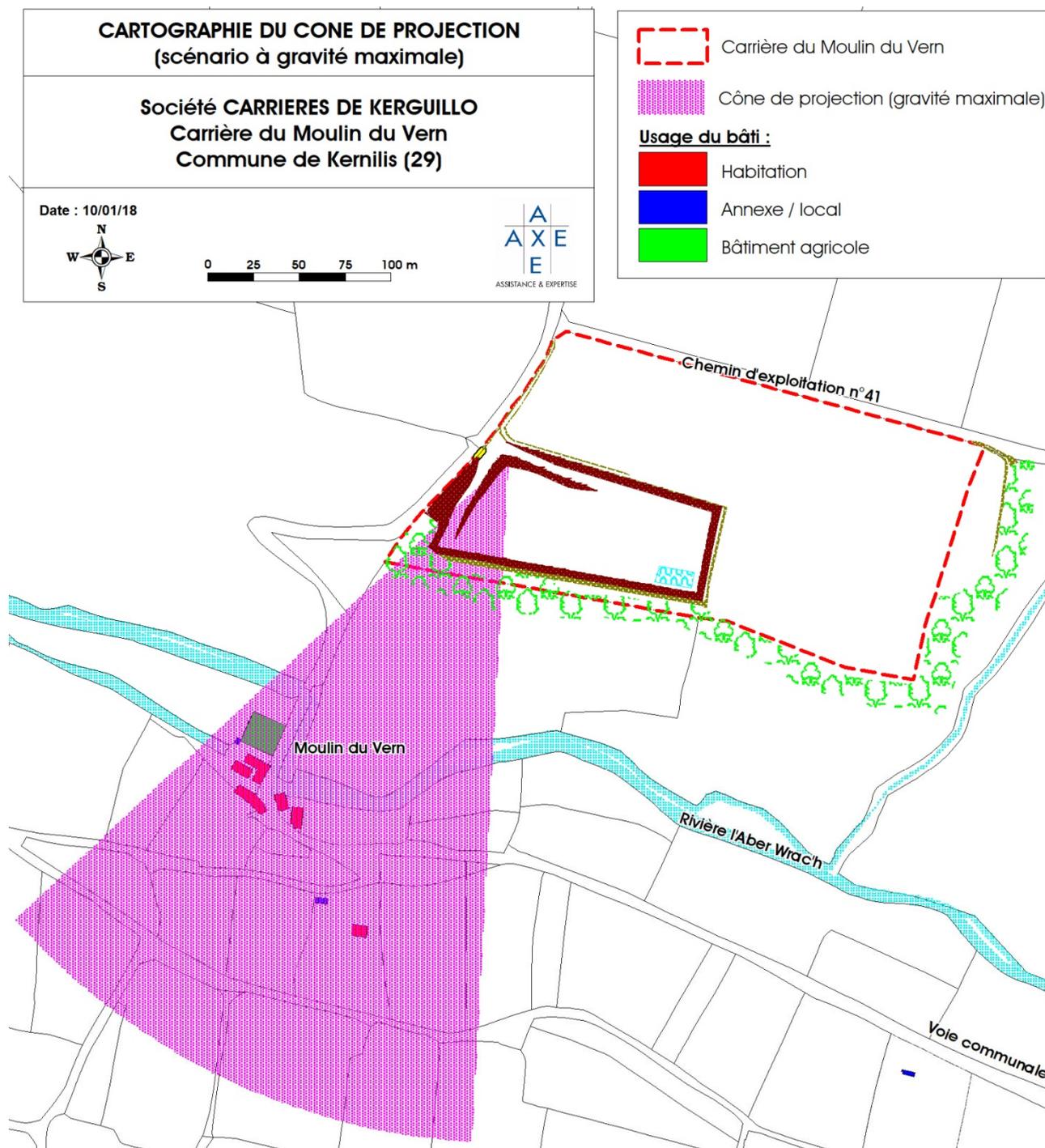


Figure 4 : Représentation des principales zones de retombée de projections accidentelles

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 accidentes* » 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.

Dans le cas présent, le nombre de personnes exposées est estimé ainsi :

- pour l'habitat : 15 personnes (6 habitations au Moulin du Vern * 2,5),
- pour les entreprises : 1 personne (l'exploitant du bâtiment agricole),
- pour les voies de circulation : 2,5 personnes (0,4 * 0,27 km du chemin * 22 v/jour),
- pour le sentier longeant l'Aber Wrac'h : 0,4 personnes (2 * 0,2 km * 100 promeneurs/jour),
- pour les terrains non bâtis (champs et boisement) : 0 personne (surface du cône de 6 ha).

Soit au total $15 + 1 + 2,5 + 0,4 = 18,9$ **personnes** potentiellement exposées aux projections.

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 seraient comprises entre 10 et 100 personnes, classant le risque en « important ».

IV.2.4. SYNTHESE ET ESTIMATION DE LA CRITICITE 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
2.3	Incendie	Flux thermiques rayonnés pouvant potentiellement sortir du site en cas d'effets dominos	SEI non sortants	-	Probable

Tableau 15 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus au niveau de l'APR (gravité / probabilité)

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				Evènement 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 16 : Matrice de criticité initiale des phénomènes dangereux retenus

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

IV.3. ETUDE DETAILLEE DE REDUCTION 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 SCENARII MENANT AUX PHENOMENES DANGEREUX RETENUS ET DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES ASSOCIEES

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 hameau du « Moulin du Vern » 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 en phase 1)	Plan de charge inadapté ou défectueux	Plan de charge défini puis mis en œuvre par un mineur habilité : - Contrôle de la charge d'explosif - Contrôle du bourrage des trous - Amorçage séquentiel

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

Ces évènements 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 CINETIQUE

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 PROBABILITE

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 Vern identifiées précédemment sont présentées dans le logigramme suivant :

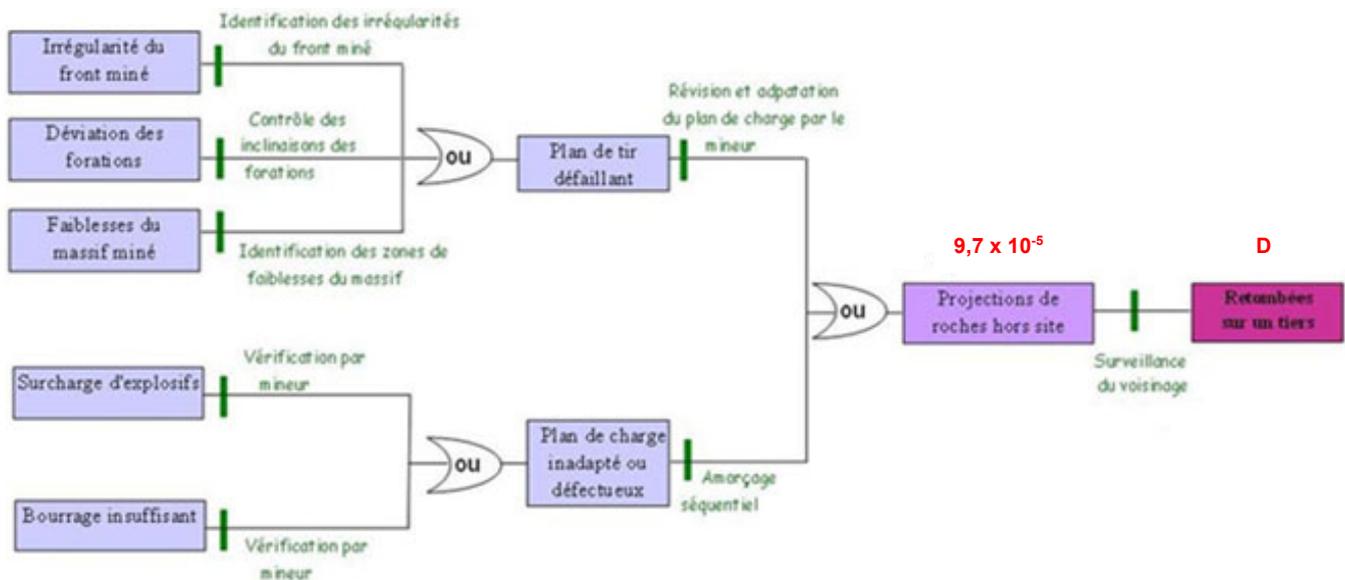


Figure 5 : Logigramme de l'évènement « projections accidentelles de roches »

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 ».

Pour estimer cette fréquence d'occurrence, 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 décembre 2018 (soit sur une période de 9 ans), ce qui correspond en moyenne à 0,22 évènement/an,
- le nombre de tirs de mines réalisés annuellement en carrière de roches massives en France, estimé à environ 10 250 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 autres carrières de roches massives exploitées par la société CARRIERES DE KERGUILLO ou par le Groupe LAGADEC dont elle est une filiale, qui permettent d'estimer le tonnage abattu moyen en carrière à environ 20 000 tonnes/tir.

Par retour d'expérience, nous considérons que le recensement dans la base ARIA du BARBI des incidents de tirs avec projection de roches hors site n'est pas exhaustif. Afin de prendre en compte une situation plus représentative, nous considérons que 10 accidents de ce type ont eu lieu en France sur la période 2010-2019, soit en moyenne 1 évènement/an.

Ainsi, il a été calculé une fréquence d'occurrence annuelle de projections accidentelles de roches hors site en France à $1 / 10\ 250 = 0,0000975$ soit $9,7 \times 10^{-5}$ (**probabilité D**) par tir.

Précisons qu'à notre connaissance, aucun de ces évènements « projections de roches hors site » n'a entraîné d'atteinte à un tiers, bien que des habitations / axes de circulation aient pu être affectés.

IV.3.4. SYNTHESE DE L'ANALYSE DETAILLEE ET CRITICITE 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	Projections susceptibles de sortir du site selon la géométrie de la fosse d'extraction	Sérieux	Riverains du hameau « Le Moulin du Vern »	D	Très rapide

Tableau 18 : Synthèse de la caractérisation des phénomènes dangereux redoutés

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

Gravité sur les personnes exposées au risque	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
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 Événement 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 19 : Synthèse de la criticité des phénomènes dangereux potentiels

Il ressort de l'analyse de la matrice que l'évènement « projections de roches » est classifié en risque 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. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

Outre les mesures de maîtrise des risques prévues dans le logigramme présenté ci-avant (cf. chapitre IV.3.3), la société CARRIERES DE KERGUILLO mettra en œuvre les mesures complémentaires suivantes sur la carrière du Moulin du Vern :

- 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 Nord pour lesquels une projection accidentelle de roche serait susceptible d'atteindre le hameau du « Moulin du Vern »), la **géométrie de tir sera spécifiquement adaptée** afin d'orienter la trajectoire d'éventuelles projections dans une direction Ouest-Est.

Pour ce faire, l'extension des fronts vers le Nord sera réalisée en plusieurs étapes :

- tir d'ouverture le long de la limite Nord-Ouest de l'excavation, les tirs d'ouverture constituant des tirs « bloqués » que ne sont pas susceptibles d'entraîner des projections accidentelles de roches dans une direction préférentielle,
- tirs d'extension successifs du palier ouvert vers l'Est de telle sorte à ce que d'éventuelles projections de roches soient orientées vers l'Ouest, aspect illustré sur le schéma suivant :

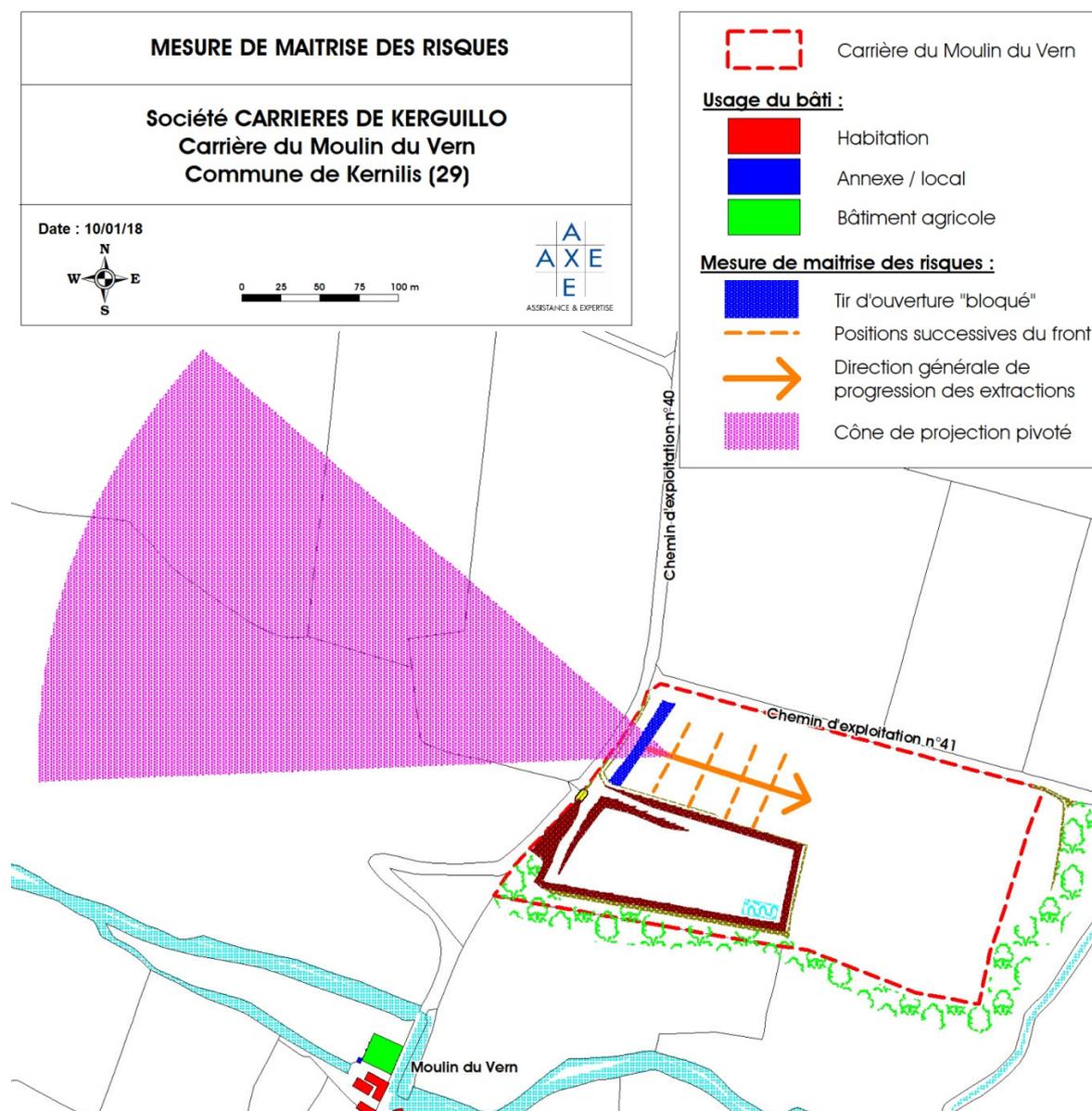


Figure 6 : Illustration de la mesure de maitrise du risque (MMR) « projection accidentelle »

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 (pour rappel : 1 personne pour 100 ha d'espaces agricoles ou boisés), 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 1.7			MMR rang 1

Tableau 20 : 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 Vern, le risque de projection accidentelle de roches est jugé acceptable.

IV.4. CONCLUSION GENERALE 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 Vern 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 Vern.

Les événements 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 événements concernent :

- le risque incendie au niveau des groupes mobiles de traitement des matériaux, 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 Maîtrise des Risques pour rendre ce risque acceptable.

V. MOYENS DE PREVENTION ET D'INTERVENTION

V.1. MOYENS DE PREVENTION

L'analyse des risques réalisée précédemment montre que l'intervention préventive vis-à-vis des différents matériels 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 groupes mobiles mais également la présence de matériels susceptibles de limiter l'ampleur et la progression d'un sinistre.

V.1.1. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Sans objet – aucune construction ne sera présente sur la carrière du Moulin du Vern.

V.1.2. PREVENTION 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 matériels 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, arrêts d'urgence...),
- une signalétique de danger est mise en place de manière lisible à hauteur des principales zones à risques (aire étanche amovible pour le remplissage en bord-à-bord des engins...),
- 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.
APRES 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.

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



V.1.3. PREVENTION 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 environnementale, au chapitre relatif aux mesures concernant les eaux ainsi que dans le volet sanitaire de l'étude d'impact.

Pour rappel, aucun stockage de carburant ne sera présent sur le site, le remplissage des engins étant réalisé en bord-à-bord par camion-citerne sur aire étanche amovible. Il en sera de même pour l'entretien courant des engins qui sera assuré par un fourgon-atelier amené sur la carrière autant que de besoin.

Des kits de première intervention composés de matériaux absorbants seront présents sur le site (baraque de chantier et engins) pour palier à d'éventuelles salissures du sol par des produits polluants (rupture de flexible d'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 Vern sera assuré par une entreprise extérieure spécialisée qui dispose des agréments requis.

Les opérations de minage (préparation des tirs) seront quant à elles réalisées par le personnel habilité de la société CARRIERES DE KERGUILLO ou du Groupe LAGADEC dont elle est une filiale. 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'effectuera pour une utilisation dès réception (aucun stockage d'explosifs sur le site) pour laquelle la société CARRIERES DE KERGUILLO 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 seront prises pour assurer, tant pour le personnel de la carrière que pour le voisinage, une parfaite sécurité. Ces 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 boutefeux),
- 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 seront 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).

Concernant le risque de projection accidentelle de roches (*cf. EDRR*), il convient de rappeler que :

- l'amorçage des tirs de mines sera systématiquement réalisé en fond de trous, cette technique permettant 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 Nord, un tir d'ouverture sera préalablement réalisé de telle sorte à permettre la progression des extractions vers l'Est et ainsi diriger d'éventuelles projections accidentelles vers l'Est, en dehors des zones habitées.

V.1.5. PREVENTION CONTRE LES EBOULEMENTS, EFFONDREMENTS, CHUTES

Cela concerne essentiellement le personnel du site et les personnes extérieures autorisées à y accéder, accompagnées d'un membre du personnel (visiteurs, organismes de contrôles, de maintenance...).

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 possible malgré les mesures dissuasives mises en place, mais également afin de protéger le personnel d'exploitation évoluant sur la zone 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 / blocs le long des pistes et rampes d'accès aux fronts d'extraction.

V.1.6. PREVENTION CONTRE LES COLLISIONS

La prévention contre les risques de collisions, et en particulier les risques liés au trafic d'enlèvement de la carrière, est traitée au chapitre II.9.3 de l'étude d'impact auquel on pourra se reporter.

Les risques d'accident / collision au sein de l'exploitation seront prévenus par :

- la limitation de la vitesse sur site (30 km/h),
- des aires de circulation et de manœuvre sur le carreau d'extraction suffisamment larges,
- l'obligation pour les engins de se stationner en marche arrière,
- une bonne visibilité sur le site autour des pistes de circulation,
- une matérialisation des pistes sur le carreau d'extraction (par blocs...),
- un plan de circulation affiché à l'entrée du site 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'événements susceptibles de porter atteinte à la sûreté des installations, à la sécurité des personnes ou à la qualité de l'environnement doivent être protégées contre la foudre (Arrêté du 4 octobre 2010 modifié).

L'annexe de cet Arrêté précise toutefois que les ICPE soumises à autorisation sous les rubriques 2510 et 2515 (carrières et traitement des matériaux) ne sont pas concernées par cette réglementation.

V.1.8. ACTES DE MALVEILLANCE

La prévention contre de tels actes 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 de la baraque de chantier).

V.1.9. CONTROLES

La carrière du Moulin du Vern fera l'objet d'un contrôle régulier exercé par les services de l'État chargés de l'inspection des Installations Classées pour la protection de l'Environnement (DREAL).

Par ailleurs, d'autres contrôles préventifs en matière de sécurité seront réalisés périodiquement par des organismes extérieurs agréés (contrôle des extincteurs, contrôle des VGP, contrôle par un OEP...).

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, des trousseaux de premières urgences (régulièrement vérifiées et complétées) seront présentes sur l'exploitation, dans la baraque de chantier et dans les engins.

Des membres du personnel de la société CARRIERES DE KERGUILLO 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 du site dispose de moyens de communication mobiles (radio, téléphones portables).

➤ MATERIEL DE LUTTE CONTRE LES INCENDIES

Les engins et la baraque de chantier seront équipés d'un parc d'extincteurs conformes aux normes en vigueur et régulièrement contrôlés. Les agents extincteurs utilisés seront 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'avéreraient insuffisants, compte tenu de l'ampleur d'un accident, il serait alors fait appel aux services publics d'intervention qui disposent de moyens spécifiques adaptés à chaque type d'événement.

Les CIS (Centre d'Intervention et de Secours) les plus proches sont localisés à Lesneven (7 km à l'Est) et Lannilis (9 km à l'Ouest) et pourront donc intervenir sur la carrière dans un délai de 15 mn.

Conformément aux préconisations du SDIS, une citerne souple de 120 m³ accessible aux véhicules de secours sera présente sur le site lors des campagnes de concassage-criblage.

