



Vincotte Luxembourg asbl

Siège social : 74, Mühlenweg - L-2155 Luxembourg

Adresse postale : B.P. 1587 - 1015 Luxembourg

Tel. +352 4818581 • Fax +352 4910061 • info@vincotte.lu • www.vincotte.lu

→ Isolmis - Yrees

2024-50115

COPIE

COURRIER N° 136026-EV-ER-FAX-001

Date : 26/06/2024 26/06/2024

Personne de contact :

Document 37 pages

Annexes 18 pages Annexe 58 pages

Carrières Feidt S.A.

Rue Nicolas Simmer 3

L-2538 LUXEMBOURG

CONCERNE : ÉTUDE DES RISQUES SELON LE RÈGLEMENT GRAND-DUCAL MODIFIÉ DU 14 SEPTEMBRE 2000 CONCERNANT LES ÉTUDES DES RISQUES ET LES RAPPORTS DE SÉCURITÉ

Madame, Monsieur

Veuillez trouver ci-joint l'étude de risque selon le règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapports de sécurité du Carrières Feidt S.A. site de Brouch, situé au Route d'Arlon à L-7415 Brouch (Mersch).

Nous restons à votre disposition pour plus d'informations.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, mes sincères salutations.

Franziska Reichling-Moder
Environnement
Inspecteur Qualifié



Visa

18 JUL. 2024

Mathias Müller
TQM
Responsable technique

LISTE DE DIFFUSION

Société	Personne de contact	N°fax/email/courrier
Eneco S.A.	Gabriele Klein	klein@eneco.lu
Eneco S.A.	Rainer Kloepfner	kloepfner@eneco.lu
Inspection du Travail et des Mines - ITM		Par courrier : 2 originaux, 1 copie
Carrières Feidt S.A.	Guy Feidt	gf@stones.lu



ANNEXES





Vincotte Luxembourg asbl

Siège social : 74, Mühlenweg - L-2155 Luxembourg

Adresse postale : B.P. 1587 - 1015 Luxembourg

Tel. +352 4818581 • Fax +352 4910061 • info@vincotte.lu • www.vincotte.lu

COURRIER N° 136026-EV-ER-FAX-001

Date : 26/06/2024 26/06/2024

Personne de contact :

Document 37 pages

Annexes 18 pages Annexe 58 pages

Carrières Feidt S.A.

Rue Nicolas Simmer 3

L-2538 LUXEMBOURG

CONCERNE : ÉTUDE DES RISQUES SELON LE RÈGLEMENT GRAND-DUCAL MODIFIÉ DU 14 SEPTEMBRE 2000 CONCERNANT LES ÉTUDES DES RISQUES ET LES RAPPORTS DE SÉCURITÉ

Madame, Monsieur

Veillez trouver ci-joint l'étude de risque selon le règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapports de sécurité du Carrières Feidt S.A. site de Brouch, situé au Route d'Arlon à L-7415 Brouch (Mersch).

Nous restons à votre disposition pour plus d'informations.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, mes sincères salutations.

Franziska Reichling-Moder
Environnement
Inspecteur Qualifié



Mathias Müller
TQM
Responsable technique

LISTE DE DIFFUSION

Société	Personne de contact	N°fax/email/courrier
Eneco S.A.	Gabriele Klein	klein@eneco.lu
Eneco S.A.	Rainer Kloepfner	kloepfner@eneco.lu
Inspection du Travail et des Mines - ITM		Par courrier : 2 originaux, 1 copie
Carrières Feidt S.A.	Guy Feidt	gf@stones.lu



ANNEXES





ANNEXE 1
ÉTUDE DES RISQUES SELON LE RÈGLEMENT
GRAND-DUCAL MODIFIÉ DU 14 SEPTEMBRE
2000 CONCERNANT LES ÉTUDES DES
RISQUES ET LES RAPPORTS DE SÉCURITÉ





RAPPORT N° 136026-EV-ER-001

Date 03/01/2024
Document 37 pages
Annexes 18 pages

Carrières Feidt S.A.
Montée d'Ernzen
L-7636 Ernzen

ÉTUDE DES RISQUES SELON LE RÈGLEMENT GRAND-DUCAL MODIFIÉ DU 14 SEPTEMBRE 2000 CONCERNANT LES ÉTUDES DES RISQUES ET LES RAPPORTS DE SÉCURITÉ

GÉNÉRALITÉS

Date(s) d'intervention

Janvier 2023 – Janvier 2024

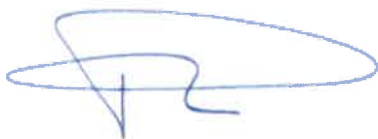
Agent(s)

MÜLLER Mathias
WITTEVRONGEL Peter
CORDIER Sophie
DUMONT Henri

Lieu de visite

Carrières Feidt S.A., site de Brouch
Route d'Arlon
L-7415 Brouch (Mersch)

Peter WITTEVRONGEL
Product Manager
B.U. Energy & Process Industries



Visa

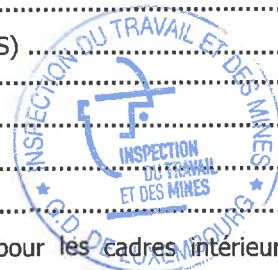


18 JUIL. 2024

Le présent rapport de contrôle ne porte que sur les installations, les travaux et les objets contrôlés dans l'état où ils étaient au moment du contrôle. La reproduction de ce rapport ne peut se faire qu'avec l'accord de Vincotte Luxembourg et ce, dans son intégralité.

Table des matières

1	RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX.....	4
1.1	Libellé de l'intervention	4
1.2	Coordonnées du donneur d'ordre	4
1.3	Coordonnées de l'établissement concerné par l'étude	4
1.4	Organisme agréé.....	4
1.5	Personnes intervenantes.....	4
2	CONTEXTE DU RAPPORT	5
3	DESCRIPTION DE L'ÉTABLISSEMENT ET DE SON VOISINAGE	7
3.1	Localisation du site	7
3.2	Situation par rapport à son environnement	7
3.2.1	Facteurs actifs susceptibles de provoquer un accident à partir de l'extérieur	8
3.2.2	Facteurs passifs susceptibles d'augmenter les conséquences d'un accident	9
3.3	Données météorologiques.....	10
3.4	Description générale de l'établissement	11
3.4.1	Aperçu général de l'établissement.....	11
3.4.2	Description du procédé de tirs de mine	11
3.5	Description des produits dangereux	13
3.5.1	Blendex CE.....	13
3.5.2	Eurodyn™ 2000	13
3.5.3	Détonateurs	14
3.5.4	Risques liés au stockage de produits dangereux	14
3.6	Description des dispositifs et mesures de sécurité.....	15
3.6.1	Consignes générales sur la carrière lors d'un jour de tir de mine.....	15
3.6.2	Mesures de sécurité lors de la préparation au tir de mines.....	15
3.6.3	Mesures de sécurité spécifiques à la mise à feu de tir de mine.....	16
3.6.4	Mesures à respecter après mis à feu de tir de mine	17
4	RÉFÉRENCES AUX ACCIDENTS HISTORIQUES.....	18
4.1	Accidentologie interne	18
4.2	Accidentologie externe.....	18
4.2.1	Cas d'émulsion explosive.....	18
4.2.2	Cas de tir de mines	18
5	IDENTIFICATION ET EVALUATION DES DANGERS D'ACCIDENTS (MAJEURS).....	20
5.1	Définition des seuils considérés	20
5.1.1	Seuils d'explosion considérés	20
5.1.2	Seuils vibratoires du sol considérés	20
5.1.3	Seuils relatifs aux effets dominos considéré	21
5.2	Philosophie de l'acceptabilité des risques des accidents majeurs pour les cadres intérieure et extérieure.....	22





5.3	Conditions climatiques considérées dans l'étude	22
5.4	Sélection des scénarios à prendre en compte dans le cadre de l'étude	23
5.4.1	Scénarios relatifs au travaux de tir de mine de la carrière de Brouch	23
5.5	Délimitations des zones pouvant être touchées en cas d'accidents majeurs et acceptabilité	24
5.5.1	Scénarios relatifs au travaux de tir de mine de la carrière de Brouch	24
6	CONCLUSIONS	33
7	BIBLIOGRAPHIE	36
8	LISTE DES TABLEAUX	37
9	LISTE DES FIGURES	37
10	LISTE DES ANNEXES	37



1 RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

1.1 Libellé de l'intervention

La présente étude des risques est réalisée suite à la demande d'autorisation d'exploitation pour le site de Carrières Feidt S.A. à Brouch, conformément au règlement grand-ducal modifié¹ du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapports de sécurité [1].

1.2 Coordonnées du donneur d'ordre

Société : Carrières Feidt S.A.
Adresse : Montée d'Ernzen
L-7636 Ernzen

Personne de contact : M. Guy Feidt

1.3 Coordonnées de l'établissement concerné par l'étude

Carrières Feidt S.A., site de Brouch
Route d'Arlon
L-7415 Brouch (Mersch)

1.4 Organisme agréé

Vincotte Luxembourg Asbl
74, Mühlenweg
L - 2155 Luxembourg

Cette intervention est réalisée par Vincotte Luxembourg Asbl en collaboration avec Vincotte S.A.

1.5 Personnes intervenantes

GAUGAIN Nelly (Vincotte Luxembourg)
WITTEVRONGEL Peter (Vincotte S.A. – Product Manager)
CORDIER Sophie (Vincotte S.A. – Process Safety Engineer)
DUMONT Henri (Vincotte S.A. – Process Safety Engineer)

¹ Modifié par:

- Le Règlement grand-ducal du 28 avril 2017 modifiant le règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapports de sécurité et abrogeant le règlement grand-ducal du 17 juillet 2000 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses.
- Le Règlement grand-ducal du 10 mai 2012 portant nomenclature et classification des établissements classés et modifiant a) le règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapports de sécurité, b) le règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2003 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics ou privés sur l'environnement.
- Le Règlement grand-ducal du 26 novembre 2008 a) modifiant le règlement grand-ducal modifié du 16 juillet 1999 portant nomenclature et classification des établissements classés, b) modifiant l'annexe III de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés, c) modifiant les annexes I et II du règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2003 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, d) modifiant l'annexe I du règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études des risques et les rapports de sécurité, e) portant certaines modalités d'application des établissements de gestion des déchets de l'industrie extractive.

2 CONTEXTE DU RAPPORT

La présente étude des risques est réalisée suite à la demande d'autorisation d'exploitation pour le site de Carrières Feidt S.A. à Brouch.

Une étude des risques conformément au règlement grand-ducal modifié du 14 septembre 2000 concernant les études de risques et les rapport de sécurité [1] doit être réalisée.

La 4^{ème} colonne de l'annexe intitulée « EtRi » (Etudes risques) du règlement grand-ducal modifié du 10 mai 2012, portant nouvelles nomenclature et classification des établissements classés, stipule si une étude des risques est nécessaire.

Le projet répond au critère de catégorie où il est demandé la réalisation d'une étude des risques :

- **010302** : Explosifs :
 - **05** Emploi d'explosifs

Le présent rapport est structuré de la manière suivante :

- Une **partie descriptive** reprenant la description de l'environnement autour de l'établissement, la description générale des différents stockages présents sur le site, la description des risques, la description des mesures de prévention et de protection mises en place ;
- Une **partie analytique** reprenant l'identification des scénarios d'accident pertinents, de la portée des effets en cas d'accident et l'évaluation des mesures de prévention et de protection présentes sur le site ;
- Des **conclusions** non-techniques.





PARTIE DESCRIPTIVE



3 DESCRIPTION DE L'ÉTABLISSEMENT ET DE SON VOISINAGE

L'objectif de ce chapitre est de rechercher dans l'environnement du site des sources externes de danger et des lieux particulièrement sensibles aux conséquences d'accidents susceptibles de dépasser les limites de terrain.

3.1 Localisation du site

L'extrait de carte à l'échelle 1/15 000^e, présenté en Annexe 1, situe le site de Carrières Feidt à Brouch dans son contexte géographique.

Le site se situe sur les parcelles cadastrales suivantes :

- N° 1899/2734
- N° 1899/2913
- N° 1899/2505
- N° 1904/2516 (*)
- N° 1904/2514 (*)
- N° 1904/2575

L'extension de la carrière occupera les deux parcelles indiquées par un astérisque (*).

La carte avec les parcelles cadastrales à l'échelle de 1/10 000^e est reprise en Annexe 2.

Le sol de l'environnement est de type [2]:

- Sols sableux, limono-sableux et sablo-limoneux, non gleyifiés, à horizon B structural ou textural, sur substrat de grès calcaire, de sable ou d'argile d'altération
- Sols argileux, faiblement à modérément gleyifiés, à horizon B textural, sur substrat d'argiles
- Sols argileux et argileux lourds, non gleyifiés à modérément gleyifiés, à horizon B structural ou textural, sur substrat de marnes et de calcaires

Le site est situé à une altitude d'environ 310 à 390 m aux coordonnées GPS suivantes : 6° 03' 03,5" E | 49° 44' 40,9" N (centre du site).

3.2 Situation par rapport à son environnement

Les facteurs actifs susceptibles de provoquer un accident à partir de l'extérieur de l'établissement et les facteurs passifs susceptibles d'augmenter les conséquences d'un accident (si celles-ci dépassent les limites de terrain) sont définis dans le présent chapitre. La carte d'occupation du sol à l'échelle 1/15 000^e est reprise en Annexe 3.



3.2.1 Facteurs actifs susceptibles de provoquer un accident à partir de l'extérieur

3.2.1.1 Facteurs d'origine naturelle

3.2.1.1.1 Risques d'inondations

Les zones inondables lors d'une crue extrême ont été modélisées tel que demandé par la Directive Inondation 2007/60/CE. Selon la carte des zones à risques d'inondation [2], reprise en Annexe 4 à l'échelle 1/20 000^e, le site est positionné entièrement en dehors de toute zone à risque d'inondation.

3.2.1.1.2 Risque foudre

Selon la prescription ITM 1106.2, il apparaît que la densité d'impacts de foudre au Luxembourg est de 3,2 par km² et par an [3].

Il faut noter que le risque d'impact de foudre n'impacte en rien les distances d'effets calculées dans les scénarios de cette étude. Toutefois, la probabilité de survenance de l'accident peut quant à elle être modifiée par ce risque d'impact.

Dès lors, il est recommandé à toute entreprise de réaliser une analyse de risque foudre afin de s'assurer que les installations sensibles (installations concernées par cette étude) soient protégées contre tout risque d'impact et dans le but de connaître quelle classe de protection foudre installer.

3.2.1.1.3 Risques sismiques

L'aléa sismique est la probabilité d'occurrence de mouvements forts du sol potentiellement dangereux, conséquences de tremblements de terre. Il est exprimé en fonction de l'accélération maximale au sol.

Il ne doit pas être confondu avec le risque sismique qui quantifie l'importance des dégâts ou des victimes qui pourraient être causés par des tremblements de terre. Le risque sismique dépend de l'aléa sismique mais aussi du degré d'exposition de la vulnérabilité (région densément urbanisée, constructions de mauvaise qualité, ...).

L'aléa sismique peut être calculé comme étant fonction de la probabilité que survienne un séisme d'une magnitude donnée sur l'échelle de Richter et de la probabilité que soit atteint un niveau donné d'accélération du sol en fonction de la distance et de la magnitude du séisme.

Cet aléa sismique n'est pas défini au Luxembourg. Une carte d'aléa sismique existe pour la Belgique. La commune de Brouch se trouve à proximité de zones dont l'aléa sismique est défini comme étant de niveau 0 (zone aléa la plus faible) [4].

3.2.1.2 Facteurs actifs liés à l'activité humaine

3.2.1.2.1 Entreprises voisines

En termes d'installations industrielles et de stockage de matières dangereuses, aucun site SEVESO ne se trouve à proximité du site.

3.2.1.2.2 Réseau pipeline

Il n'y a pas de réseau de pipeline à proximité du site de Carrières Feidt.

3.2.1.2.3 Ligne haute tension

Une ligne à haute tension supérieure à 65 kV se trouve à proximité au nord du site (Annexe 3). Cette ligne relie le poste électrique de Roost à environ 3,7 km au nord-est du site et mène à Niederpallen, 10 km à l'ouest.



3.2.1.2.4 Aéroport

L'aéroport du Luxembourg-Findel se situe à environ 17 km au sud-est du site et comprend entre autre des zones de parking voiture, des restaurants, des commerces et un club d'aviation. En ce qui concerne le trafic des passagers, l'aéroport a accueilli 3 021 346 passagers en 2016. L'aéroport ne dispose que d'une seule piste active de 4 000 x 60 m de long.

Etant donné que l'aéroport se trouve à plusieurs kilomètres du site, un risque vis-à-vis du trafic aérien n'est pas à craindre pour le site de Carrières Feidt.

3.2.2 Facteurs passif susceptibles d'augmenter les conséquences d'un accident

3.2.2.1 Agglomérations

Le site de Carrières Feidt se situe dans la localité de Brouch, qui fait partie de la commune de Helperknapp. Cette commune présente une superficie de 37,6 km² avec une population de 4 695 habitants (2022) [5].

3.2.2.2 Itinéraires de transport routier ou ferroviaire

L'entreprise est accessible depuis la route N8 à mi-chemin entre Brouch et Mersch (chacun à environ 3 km à l'ouest, respectivement, à l'est). A Mersch, la N8 croise l'autoroute A7.

Le site n'est pas accessible par voie ferroviaire. La gare de Mersch se trouve à environ 4,5 km à l'est du site.

3.2.2.3 Zone résidentielle

Les zones résidentielles à proximité du site sont repris en Annexe 5 à l'échelle 1/12 000^e :

- La zone résidentielle de Reckange (1,2 km, est) ;
- La zone résidentielle de Openthalt (700 m, nord-ouest) ;
- La zone résidentielle de Brouch (400 m, ouest) ;
- La zone résidentielle de Reckener Barrière (avoisinant, nord).

3.2.2.4 Localisations vulnérables

Les localisations vulnérables sont :

- Etablissement de soins de santé et asiles ;
- Collectivités et institutions ;
- Lieux de concentrations de foule.

Il n'y a pas de localisations vulnérables qui pourraient augmenter les conséquences d'un accident.

3.2.2.5 Entreprises voisines

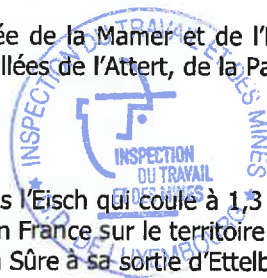
Il n'y a pas d'entreprises voisines qui pourraient augmenter les conséquences d'un accident.

3.2.2.6 Zones sensibles au niveau environnemental

Le site se trouve dans la zone de protection Habitats Natura 2000 de la Vallée de la Mamer et de l'Eisch. Avoisinant au nord se trouve la zone de protection oiseaux Natura 2000 des Vallées de l'Attert, de la Pall, de la Schwébech, de l'Aeschbech et de la Wëllerbech.

3.2.2.7 Eaux de surface

Le cours d'eau de Mandelbaach coule à l'ouest du site. Ses eaux se jettent dans l'Eisch qui coule à 1,3 km à l'est du site. A Mersch, l'Eisch conflue avec l'Alzette. L'Alzette prend sa source en France sur le territoire de la commune de Thil dans le département de Meurthe-et-Moselle et se jette dans la Sûre à sa sortie d'Ettelbruck. D'une longueur de 73 km, elle est, avec la Sûre, une des principales rivières du Luxembourg.



3.3 Données météorologiques

La station météo la plus proche des carrières est la station de l'aéroport de Findel, situé à environ 17 km au sud-est. Les données météorologiques moyennes relevées à cette station durant la période 1981-2010 sont reprises dans le tableau ci-dessous (Tableau 1). La rose des vents (Figure 1) relevée pour les années 1971-2000 montre que les vents prédominants proviennent du Sud-Ouest et Nord-Est.

Tableau 1 : Données météorologiques

Moyennes	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
P. moy. (hPa)	972,6	972,2	970,8	969,4	971	972,2	972,7	972,3	971,5	971,6	970,8	971,2	971,5
T° moy. (°C)	0,8	1,6	5,2	8,7	13	15,9	18,2	17,7	13,9	9,5	4,7	1,8	9,3
Précipitation (mm)	76,6	62,5	69,1	58,2	78,5	79,9	71	75,4	76,3	86,8	76	86,7	896,9
Insolation moyenne (h)	50,3	83,6	125,1	181,6	213,4	227	250,3	230,8	161,9	105,9	54,2	41	1725,1
Humidité relative (%)	87	81	75	68	69	69	67	70	76	83	88	88	77
Vitesse du vent (m/s)	3,6	4,0	4,1	3,9	3,5	3,3	3,2	3,1	3,3	3,6	3,5	3,9	3,6

AÉROPORT DE LUXEMBOURG

Service Météorologique

Altitude : 376 m

Fréquence de la direction et de la vitesse du vent en pour-cent pour les années 1971 - 2000

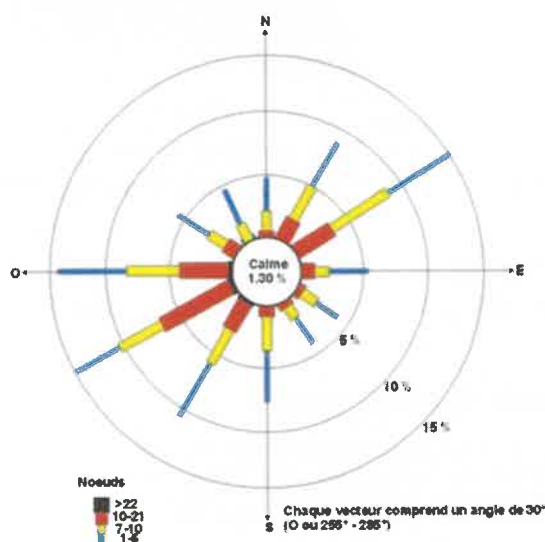


Figure 1 : Rose des vents de l'aéroport de Findel



3.4 Description générale de l'établissement

3.4.1 Aperçu général de l'établissement

Carrières Feidt à Brouch exploite actuellement un terrain d'une surface approuvée d'environ 31 ha, dont environ 7,56 ha ont déjà été renaturés et font partie de la réserve naturelle « Mandelbaach/Reckenerwald ». La superficie du mur à hiboux et de la route d'accès est d'environ 1,4 ha.

Au sein du site, environ 2,1 ha sont disponibles pour l'infrastructure d'entrée (entrée, pont-bascule, système de nettoyage de pneus, immeuble de bureaux, zone de recyclage, parkings, etc.). Ceux-ci seront remblayés dans la phase finale du chantier.

L'extension prévue aux Carrières Feidt occupera environ 7,75 ha. La surface active totale du site de Brouch (carrière et remblai) couvrira alors 29,8 ha.

Il n'y a pas de canalisations publiques d'alimentation et d'évacuation sur le site de Brouch.

Les infrastructures agréées suivantes sont disponibles sur site pour l'extraction et le remblayage :

- Bâtiment d'entrée avec locaux sociaux, bureaux et atelier
- 2 ponts-bascules d'entrée et 1 pont-bascule de sortie
- Système de lavage de roues avec séparateur d'huile (NG20, débourbeur 9 000 litres)
- Rangement de bouteilles de gaz
- Surface multifonctionnelles avec séparateur d'huile (NG8, débourbeur 2 500 litres)
- Bassin de rétention
- Parking du personnel et des clients
- Transformateur 125 kVA
- Réservoirs de nettoyage des pneus et d'irrigation
- Cuve de connecte en PEHD pour déchets sanitaires
- Rangement extérieur (couvert)
- Entrepôt de départ matériaux préparés

Les infrastructures resteront en pleine opération jusqu'à ce que le chantier soit terminé et avant le début du remblayage.

L'extension de la carrière occupera des parcelles déjà partiellement exploitées et partiellement occupées par une forêt. Un aperçu du site indiquant les parcelles concernées par l'extension se trouve en Annexe 6 à l'échelle 1/6 000^e.

3.4.2 Description du procédé de tirs de mine

Le procédé de tirs de mine (dynamitage) est entièrement géré par une société extérieure spécialisée : SSE Deutschland GmbH. Cette dernière est responsable de toutes les étapes des tirs de mine, nécessaires à l'exploitation de l'extension de la carrière de Brouch. Le procédé peut être divisé en les étapes suivantes :

- la planification des forages nécessaires à l'introduction des explosifs dans la roche à excaver ;
- le transport des produits et machines nécessaires pour les tirs de mine et le forage ;
- le forage des trous de mine dans la roche ;
- le remplissage des trous de forage ;
- le câblage des détonateurs au dispositif de commande ;
- la détonation (coups de tirs de mine).



Pendant la phase de planification, les trous de forage ainsi que leur remplissage sont dimensionnés en fonction de l'état de la roche prévue à être excavée. Grâce au matériel de mesure et aux logiciels spécialisés, l'état exact de la roche peut être déterminé. Celui-ci permet de prédire la quantité d'explosifs à introduire en fonction de la hauteur des trous de forage, pour assurer que les tirs de mine se fassent sans danger dans l'environnement du site et sans provoquer des projections de missiles de pierres. Durant cette phase, le câblage ainsi que les retards des différents détonateurs sont également dimensionnés.

Les différents produits et machines nécessaires aux tirs de mine sont livrés le jour-même d'un tir de mines, depuis leur établissement de stockage en Allemagne. Les éventuels d'explosifs résiduels seront repris et transportés à nouveau à leur endroit d'origine. Aucun stockage d'explosif sur place n'aura lieu. La société SSE déclare que le transport des produits explosifs se fait selon les normes européennes et s'engage à prévenir les autorités plusieurs jours à l'avance quand un tir de mine a lieu et lorsqu'une livraison d'explosifs entre dans le pays.

Le forage des trous se fait à l'aide d'engins de forage spécialisés et à des coordonnées GPS bien définies. La disposition des trous est contrôlée à l'aide d'appareillages de mesure appropriés.

Le remplissage se fait selon le dimensionnement tel que décrit ci-dessus. Des détonateurs et des cartouches d'explosifs servant d'initiateurs (*Schlagladung, Schlagpatrone, Eurodyn™ 2000* voir section §3.5.2) sont insérés au fond et à l'entrée des trous de forage. Du produit explosif visqueux produit sur place (*Blendex CE* voir section §3.5.1) est introduit entre les détonateurs et cartouches situés au fond et à l'entrée du trou de forage. Le trou restant à l'entrée est rempli jusqu'à la surface avec du gravier. Un diagramme schématique se trouve ci-dessous (Figure 2). Les détonateurs sont reliés à l'extérieur des trous par des câbles spécialement conçus à cet effet.

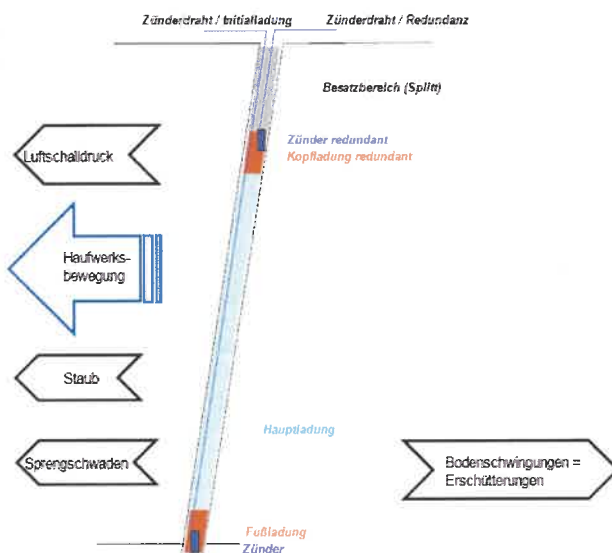


Figure 2 : Schéma du chargement d'un trou de tir de mines

Ce n'est que lorsque tous les trous sont remplis que le câblage des détonateurs est finalisé et est relié au système de commande du tir de mine.

Le tir de mine (à proprement parler) ne peut être effectué que lorsque la zone (à l'intérieur d'un périmètre de sécurité bien défini) est évacuée.

Il est estimé que ce procédé sera répété 13 fois par an.

Les différents scénarios d'accidents majeurs étudiés sont énumérés au §5.4 du présent rapport.



3.5 Description des produits dangereux

3.5.1 Blendex CE

Le principal produit explosif utilisé lors du dynamitage est le BLENDX CE. Il s'agit d'un mélange visqueux produit sur place juste avant le remplissage des trous de forage. Celui-ci se prépare grâce au mélangeur intégré au véhicule de transport du produit. Une explosion précoce du produit est à exclure car les différentes substances dont le mélange est composé ne sont pas explosives par elles-mêmes. Après mélange, une explosion précoce ne peut être provoquée que par une décharge de foudre ou la détonation précoce d'un détonateur (due à une mauvaise manipulation du câblage des détonateurs). Cela est cependant à exclure si les mesures de sécurité décrites dans la section §3.6 sont correctement suivies. Le Tableau 2 reprend toutes les substances dangereuses composant le Blendex.

Tableau 2 : Composés dangereux composant le Blendex CE

Composé	Mention de danger
Nitrate d'ammonium 79-82%	H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
Acide acétique <1%	H314 : Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H318 : Provoque de graves lésions des yeux.
Nitrite de Sodium <1%	H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant H301 : Toxique en cas d'ingestion H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques
Huile minérale 3-5%	H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
Émulsifiant 1-2%	H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme
Thio cyanate de Sodium <1%	H302 : Nocif en cas d'ingestion H312 : Nocif par contact cutané H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H332 : Nocif par inhalation H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme
Thiourée <1%	H302 : Nocif en cas d'ingestion H351 : Susceptible de provoquer le cancer (indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger) H361d : Susceptible de nuire au fœtus. H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

Il est estimé que 48 192 kg du produit seront utilisés par an.

3.5.2 Eurodyn™ 2000

L'Eurodyn™ 2000 est un explosif sur base de nitroglycol, de couleur rouge et est utilisé sous forme de cartouche cylindrique. Dans le contexte de la carrière de Brouch ces charges sont utilisées comme charges « initiatrices » (*Schlagladung*) introduites dans le fond et l'entrée des trous de forages. La détonation de ces cartouches se fait grâce aux détonateurs décrits dans la section §3.5.3 ci-dessous. Le Tableau 3 reprend les informations de sécurité les plus importantes du produit.

L'emballage du produit est doté d'un QR code avec lequel le produit peut être tracé à tout moment, ajoutant un niveau de sécurité supplémentaire au transport du produit.

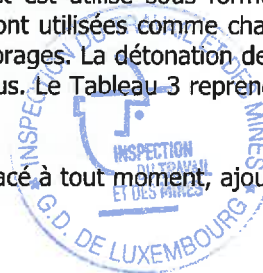


Tableau 3 : Eurodyn™ 2000

Composé	Mention de danger	Remarques
Eurodyn™ 2000	H200 : Explosif instable H201 : Explosif : danger d'explosion en masse H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant H300 : Mortel en cas d'ingestion H302 : Nocif en cas d'ingestion H310 : Mortel par contact cutané H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H330 : Mortel par inhalation H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée	- Le produit ne peut être manipulé que par du personnel formé à cet effet - Le produit doit être gardé dans son emballage d'origine jusqu'à utilisation - Il est proscriit de fumer ou d'effectuer quelconque tache pouvant former des étincelles lors de la manipulation du produit

Il est estimé que 2 325 kg du produit seront utilisés par an.

3.5.3 Détonateurs

Trois types de détonateurs sont utilisés : détonateur électrique, détonateur électronique et détonateur non-électrique. Un détonateur contient à-peu-près 0,8 g d'explosif.

Le détonateur électrique ne permet qu'un réglage de retardement limité et n'est utilisable que lors de dynamitages simples et de moindre ampleur. Les systèmes de détonation électroniques sont plus avancés et l'utilisation est obligatoire lorsque la quantité de la charge d'explosif lors du dynamitage excède les 70 % de la valeur limite.

Les détonateurs non-électriques sont les détonateurs les plus utilisés car ils constituent la solution la plus adéquate et économique. Ces détonateurs sont utilisés en parallèle avec des cordons (en tétranitrate de pentaérythritol) et des retardateurs détonants (qui sont également classifiés comme explosifs).

Les emballages des produits sont dotés d'un QR code avec lequel les produits peuvent être tracés à tout moment, ajoutant un niveau de sécurité supplémentaire au transport du produit.

Le Tableau 4 (voir ci-dessous) reprend les informations de sécurité les plus importantes des différents produits.

Il est estimé que 930 détonateurs seront utilisés par an.

Tableau 4 : Détonateurs et accessoires de détonation explosif

Produit	Mention de danger	Remarques
Dynadet™-C2	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Détonateur électrique
i-kon™ II	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Détonateur électronique
Exel™ LP	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Détonateur non-électrique
Exel™ B Connector	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Retardateur non-électrique
Exel™ Connectadet™	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Retardateur non-électrique
Nitrocord	H201 : Explosif : danger d'explosion en masse	Cordon au tétranitrate de pentaérythritol

3.5.4 Risques liés au stockage de produits dangereux

Les explosifs utilisés lors d'un tir de mine ne sont pas stockés sur le site. Ils sont livrés le jour-même de leur utilisation.

3.6 Description des dispositifs et mesures de sécurité

Les principales mesures de sécurité concernant le dynamitage sur le site de la carrière de Brouch sont définies par la société externe SSE Deutschland GmbH. Elle est responsable du procédé de tir de mine et suit les prescriptions de sécurité types gouvernant les travaux avec explosifs (note : ITM-CL 4.1 du 20 août 2001). Les points d'applications pour les travaux, utilisant des tirs de mines, du site de la carrière de Brouch de Carrières Feidt SA, sont résumés dans les sous-sections ci-dessous.

3.6.1 Consignes générales sur la carrière lors d'un jour de tir de mine

Avant et pendant tout travail sur le site, il est impératif de s'assurer qu'il n'y ait pas possibilité de chute de masse de pierre ainsi que formation de failles, brèches ou de trous dans la zone de travail. Si l'éventualité d'une telle faille est établie, il est nécessaire de prendre les précautions nécessaires pour protéger le personnel ainsi que la machinerie. Dans le cas échéant où il y a formation de brèches, elles sont à marquer visiblement et une distance de sécurité minimale pour chaque zone à risques de chute est à respecter. Toute formation ou risque de formation de chute de roche, brèche, sape, surplomb ou autre défaut est à signaler au responsable des travaux.

Le port de casque, lunettes et chaussures de sécurité est imposé ainsi que le port de gants de travail adaptés et de protections auditives lorsque nécessaire. Les consignes de manipulation de produit dangereux tels que décrites dans la section §3.5 sont à respecter.

Les personnes, effectuant les différents travaux, doivent être majeures et avoir été correctement formées. L'accès à la zone de travail est restreint au personnel intervenant et la présence de machines et de véhicules se limite à ceux utiles aux travaux. Il est interdit d'abandonner le site sans surveillance ou barrage effectif, si des trous de tirs de mine actifs ou ratés persistent sur le site.

Dans le cas où, dans le futur un site voisin effectuera également des travaux aux tirs de mine, ceux-ci devront être coordonnés avec ceux du site de Carrières Feidt S.A. Sans mise en place d'un concept de sécurité approprié et d'une autorisation explicite de l'ITM, les coups de mine simultanés sur ces sites sont interdits. Le matériel utilisé lors des travaux ne peut présenter un danger extraordinaire quant à son emploi. Tous les produits explosifs utilisés sont certifiés par la BAM². Sauf impossibilité, la mise à feu des coups de mine se fera par volées à des plages-horaire déterminées durant la journée.

3.6.2 Mesures de sécurité lors de la préparation au tir de mines

Pendant les travaux de préparation de tirs de mines, les instructions du responsable des travaux, sont à suivre.

Le responsable des travaux doit veiller à ce que les travaux de forage se déroulent en toute sécurité et doit s'assurer que la planification des travaux de forage, de chargement, ainsi que la modélisation de la décharge sont réalisées correctement. Toute faille dans le sol de la zone à mettre à feu des mines, doit être répertoriée et si nécessaire des modifications sont à faire dans les plans de forages et de chargement. Le matériel de forage doit également être suffisamment éloigné du gradin et doit se trouver dans une position stable lors des travaux de forages.

Au cas où un tir de mine aurait échoué, de nouveaux trous de chargement ne peuvent être forés à proximité des anciens trous s'ils entrent en contact avec ceux-ci. En aucun cas les anciens trous, ayant déjà fait canon, ne pourront être débourrés ou ajustés.

Pendant toute la durée des travaux, il est omis de circuler entre la première ligne de trou de forage et le gradin. Il en est de même pour le travail de manière individuelle.

² Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung: organisme agréé au niveau européen (numéro d'identification: 0589), certifiant la manipulation des produits explosifs en Union Européenne



Les trous de mine ne pourront être chargés qu'au moment où tous les travaux de perforage (pour une même volée) sont terminés et la machine de forage est éloignée de la zone de travail.

Pendant les travaux de chargement, il est proscrit de fumer ou d'utiliser une quelconque source d'ignition à l'intérieur d'un rayon de 25 m des travaux de chargement. Les travaux à flamme nue tel que le soudage sont également proscrits. L'utilisation de matériaux pouvant générer des étincelles est également interdit.

Dans le cas où des blocs doivent être concassés à l'aide d'explosifs, la personne compétente pour les travaux sur le site doit évaluer les risques en fonction de la situation et se conformer aux prescriptions de l'ITM en cas de besoin. Les prescriptions prévoient que si les blocs se trouvent à moins de 250 mètres de maisons habitées, de chemins publics, de chemins de fer, etc., les blocs doivent être recouverts de matelas solides en treillis métalliques à mailles étroites mesurant au moins 1,50 x 1,50 mètres ou 2 x 1 mètres, ou d'autres pare-éclats efficaces pour éviter que tout éclat ne soit lancé au loin.

Les prescriptions de l'ITM interdisent en principe de mettre, dans un même trou de mine, des explosifs de nature différente. Toutefois, selon l'expert agréé, Manfred Krämer, l'emploi de différents types d'explosifs est prévu et peut être introduit dans un même trou de mine sans que cela n'entraîne un danger supplémentaire. Des explosifs en cartouche (par exemple Eurodyn), en vrac (par exemple Andex) et liquides (par exemple Blendex CE) sont utilisés. Le concept de sécurité complet, ainsi que les consignes à suivre dans le cas où différents types d'explosifs sont à introduire dans un même trou de mines, est repris dans le dossier commodo.

Les explosifs utilisés doivent être de bonne qualité et ne pas être en état de décomposition ou de gelée. L'exploitant est garant de la qualité des explosifs. L'inspection du travail et des mines peut demander une preuve de la qualité des explosifs à la charge de l'exploitant.

En cas de formation imprévue d'orage, les travaux de chargement sont à interrompre. Les trous de tir de mines ayant déjà été munis de détonateurs doivent être mis à feu immédiatement en respectant les mêmes procédures telles que décrites dans la section §3.6.3. Si cela est impossible, des mesures de sécurité et de barrage doivent être mises en place comme si la volée était mise à feu.

En cas d'utilisation de détonateur électrique ou électronique, des portables ou des talkiewalkies ne peuvent être utilisés dans un rayon de 1 mètre desdits appareils. Si la transmission n'est pas assurée, des détonateurs et cordons non-électriques doivent être utilisés. Les cordons détonateurs doivent être protégés du contact avec l'eau.

L'utilisation d'un système de détonation électronique est obligatoire si le tir de mines s'avère complexe (comme par exemple si la charge utilisée dépasse 75 % des valeurs limites telles que définies dans [6]). Pour une même volée, un même type de détonateur (du même fabricant) est à utiliser. Les câblages des cordons détonateur ne peuvent se faire que lorsque tous les trous de tir de mine ont été correctement chargés.

3.6.3 Mesures de sécurité spécifiques à la mise à feu de tir de mine

Avant de procéder au tir de mine, le responsable des travaux doit s'assurer que le tracé des trous de tir de mine ainsi que le chargement de ces derniers sont conformes aux plans établis préalablement. Dans le cas où des détonateurs électrique ou électronique sont utilisés, le circuit d'ignition est à vérifier.

Les prescriptions de l'ITM prévoient qu'un périmètre de sécurité, de minimum 200 m, soit établi à partir du point de la déflagration, bloquant également tous les chemins d'accès au chantier³.

³ Un concept de sécurité a été développé dans le dossier commodo par l'expert agréé, Manfred Krämer, dans le cas où le rayon de sécurité réglementaire ne peut être assuré.





La mise à feu des mines doit être annoncée à voix haute par le responsable des travaux et accompagnée par un signal acoustique dont la signalisation doit suivre la signalisation réglementaire applicable au Grand-duché de Luxembourg. La signalisation définie par les prescriptions de sécurité de l'Inspection du travail et des mines ITM-CL 4.1 (datant du 20 août 2001) est la suivante :

- Prêt à l'allumage - signal continu,
- Allumage - deux signaux brefs,
- Terminé - trois signaux brefs,
- Danger - signaux brefs continus.

Lorsque le signal acoustique continu (prêt à l'allumage) sonne, toute personne présente sur site doit immédiatement se rendre dans une zone à l'abri de la déflagration. La manivelle de la machine à détonation ne peut être insérée que lorsque deux signaux acoustiques brefs ont été donnés (le signal d'allumage).

3.6.4 Mesures à respecter après mis à feu de tir de mine

Le retour à la zone concernée par les tiers de mines ne peut être autorisé que par le responsable des travaux. Une durée d'attente de minimum 5 minutes après amorçage est imposée en cas de tir de mine réussi. En cas de tir raté, une attente d'une demi-heure est imposée. Dans tous les cas, le périmètre de sécurité n'est levé qu'avec l'accord du responsable des travaux et que lorsque trois signaux acoustiques brefs (terminés) ont été donnés.

Si, à n'importe quel moment après le tir de mines, réussi ou non, des explosifs, détonateurs, cordons détonateurs ou retardateurs sont trouvés, le responsable du site doit être averti directement et tout travail est à interrompre immédiatement. Ces produits ne sont à toucher en aucun cas. Un rapport sur la constatation de produits explosifs est à rédiger et le responsable définit des procédures appropriées de maîtrise de risque à prendre. S'il est établi qu'un tir de mine supplémentaire doit être effectué, les travaux de préparation tels que le forage et le chargement de trous de mine sont à effectuer avec des précautions supplémentaires à celles énoncées dans la section §3.6.2. Tout contact du personnel ou des machines et véhicules de travail avec les substances non explosées est à éviter.

Les travaux d'excavation du roche libéré du tir de mine ne peuvent commencer que lorsque toutes les masses disloquées par les coups de mine ont été sécurisées et lorsqu'il a été établi qu'aucun risque de chute ne soit encore présent sur le site.

Les prescriptions de l'ITM prévoient que, lors de la mise à feu des coups de mine, les chemins d'accès au chantier et les chemins passant à proximité doivent être sécurisés dans un rayon de 200 mètres à partir du point de la déflagration, sauf dispenses ou allègements de prescriptions accordés par l'ITM⁴.



⁴ Un concept de sécurité a été développé dans le dossier commodo par l'expert agréé, Manfred Krämer.

4 RÉFÉRENCES AUX ACCIDENTS HISTORIQUES

4.1 Accidentologie interne

Il n'existe à ce jour aucun incident/accident répertorié concernant un dynamitage déclenché de manière précoce.

4.2 Accidentologie externe

Une recherche a été effectuée en matière d'accidents industriels auprès des grandes banques de données telles qu'ARIA, FACTS et MARS.

C'est dans notre cas essentiellement la base de données ARIA du Ministère français de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie qui a fourni le plus d'informations significatives. Cette base de données recense à ce jour 46 000 accidents de type majeur survenus en France ou à l'étranger.

Les critères de recherche (mots-clés) utilisés pour analyser ces données ont été :

- Emulsion explosive ;
- Tir de mine.

4.2.1 Cas d'émulsion explosive

Les recherches concernant l'accidentologie des aérosols ont été effectuées au moyen de la banque de données « BARPI » disponible à l'adresse Internet suivante <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

La banque de donnée recense un cas d'explosion lié à des émulsions explosives dans une usine pour la destruction de cartouches d'émulsion explosives issues d'un raté de tir, causant la mort de deux opérateurs.

La présence anormale d'un détonateur parmi les cartouches serait à l'origine de l'accident. Les experts rappellent l'extrême importance de la précision et du respect des procédures et instructions opératoires et notamment la vérification de l'absence de détonateur résiduel et le respect des distances de sécurité.

4.2.2 Cas de tir de mines

Les recherches concernant l'accidentologie des aérosols ont été effectuées au moyen de la banque de données « BARPI » disponible à l'adresse Internet suivante <http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>

La banque de donnée recense plusieurs cas d'explosion accidentels liés au tir de mine sur carrières.

Des opérateurs ont été blessés par des surpressions dues à l'explosion ou la projection de roches.

Des projections de pierres non prévues peuvent avoir comme origine une présence de poche d'argile ou autres défauts du sol non repérés, entraînant un mauvais calcul d'explosifs à utiliser.

Il est aussi recommandé de bien respecter les mesures de sécurité lors du chargement des explosifs, qui constitue le moment le plus critique des travaux de tir de mine.





PARTIE ANALYTIQUE



5 IDENTIFICATION ET EVALUATION DES DANGERS D'ACCIDENTS (MAJEURS)

5.1 Définition des seuils considérés

5.1.1 Seuils d'explosion considérés

Les valeurs limites pour les explosions – ondes de pression à considérer sont définies par l'ITM dans la note technique de l'ITM SST 11001.3. Elles sont les suivantes :

- 50 mbar : Seuil des effets irréversibles (provoquant des séquelles permanentes sans provoquer la mort) ;
- 140 mbar : Seuil des premiers effets létaux ;
- 200 mbar : Destruction des bâtiments légers en charpentes métalliques, éclatement des murs en moellons, rupture des réservoirs de stockage. Seuil des effets dominos.

Le critère pour juger de l'acceptabilité du scénario est que les seuils de 50 et 140 mbar n'atteignent pas de zones fréquentées par le public.

5.1.2 Seuils vibratoires du sol considérés

Les valeurs limites pour les vibrations dans le sol causées par le tir de mine en carrière, sont basées sur les spécifications données par l'institut allemand de normalisation dans la norme : DIN 4150 (Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3, Ausgabe Dezember 2016, Einwirkungen auf bauliche Anlagen). Des explications plus approfondies sur ces seuils se trouvent en [6].

Les valeurs limites de vitesse de propagation de vibrations, touchant des bâtiments, fixées pour cette étude sont les suivantes :

- >16,0 mm/s : Pas de tirs de mine possibles pour les bâtiments protégés
- ≤16,0 mm/s : Constructions du génie civil
- ≤4,0 mm/s : Bâtiments résidentiels
- ≤2,4 mm/s : Bâtiments fragiles

Ces valeurs seuils ont été réduites de 80 % par rapport à la norme DIN 4150 (facteur de sécurité).



Tableau 5 : Seuils limites de vibrations de courte durée concernant les bâtiments (selon la DIN 4150)

Type de Bâtiment	Limites concernant les fondations de bâtiments			Limites vibratoires concernant l'étage supérieur d'un bâtiment	
				Limites vibratoires horizontales	Limites vibratoires horizontales
	Fréquences des vibrations			Toutes fréquences	Toutes fréquences
	1-10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz		
	Vitesse de propagation limite des vibrations en mm/s				
Bâtiments industriels	20	20 – 40	40 – 50	40	20
Bâtiments d'habitations	5	5 – 15	15 – 20	15	20
Bâtiments vulnérables	3	3 – 8	8 – 10	8	20

5.1.3 Seuils relatifs aux effets dominos considéré

Les valeurs limites pour les effets dominos à considérer sont définies par l'ITM dans la note technique de l'ITM SST 11001.3. Des effets dominos sont considérés si un équipement se trouve dans une zone impactée par soit :

- une surpression de 200 mbar (cas explosion).

Les fréquences d'occurrence et les probabilités utilisées dans cette analyse de risque sont des fréquences d'occurrence et probabilités dites génériques. Elles sont déduites d'études statistiques d'accidents majeurs précédents et prennent en compte une variété de causes pour les différents événements redoutés possibles. Ceci implique que lors de l'analyse de la fréquence d'occurrence d'un scénario, non-acceptable sur base des distances d'effets, l'éventualité que ce scénario soit engendré par effets dominos est déjà prise en compte avec l'utilisation de ces fréquences d'occurrences génériques. L'acceptabilité d'un tel scénario n'est donc pas dépendant de l'analyse de la fréquence d'occurrence d'un autre scénario. Les installations potentiellement touchées par effets dominos sont mentionnées à titre informatif et pour mettre en évidence les zones critiques en cas d'accidents majeurs.

Les effets dominos entre deux scénarios d'accident majeur peuvent aggraver les conséquences d'un accident dû au fait que plusieurs phénomènes dangereux ont lieu en même temps ou sont causés par l'un d'entre eux. Cependant, il ne faut pas prévoir une augmentation des distances d'effets calculées.



5.2 Philosophie de l'acceptabilité des risques des accidents majeurs pour les cadres intérieure et extérieure

L'acceptabilité des risques liés à un scénario d'accident majeur pour le cadre extérieure, autrement dit l'environnement y compris la présence humaine en zone fréquentée, est justifiée sur base de la portée des effets ainsi sur base de la probabilité d'occurrence.

Pour chacun des événements redoutés cet évaluation sera réalisée dans l'ordre suivante:

- Quelle est la portée des effets significatifs ? Si les seuils d'acceptabilité définis au §5.1 de la présente étude pour les scénarios types atteignent une zone fréquentée par le public, le scénario est jugé non acceptable sur base de la portée des effets.
- Quelle est la cinétique de l'événement redouté ? S'il est possible de démontrer que l'évolution de l'événement redouté est assez lente pour garantir qu'il est possible de soustraire la population exposée au danger, le scénario peut être jugé acceptable sur base de la cinétique du phénomène.
- Quelle est la fréquence d'occurrence de l'événement redouté ? Il est possible de juger l'acceptation d'un événement redouté sur base de sa fréquence d'occurrence, si celle-ci est suffisamment basse pour croire qu'il est peu observé. Le seuil d'acceptabilité défini par la Cellule Risques d'Accidents Majeurs (RAM) de Wallonie (Belgique) dans le Vade-Mecum [8] est de 10^{-6} par an.

L'acceptabilité des risques liés à un scénario d'accident majeur pour le cadre intérieure autrement dit toutes les personnes présentes au sein de l'entreprise (direction, travailleurs, visiteurs, fournisseurs) est évaluée de manière qualitative et ceci sur base des mesures et dispositifs de sécurité à prévoir par l'entreprise.

Nous référons aux divers mesures préventives et de protection de nature organisationnelle ou technique, mentionnées au §3.6 de la présente étude.

5.3 Conditions climatiques considérées dans l'étude

Les différents scénarios sont étudiés pour des conditions de nuit (F2) et des conditions de jours (D2 et D5). Celles-ci sont caractérisées par des couples de stabilité et de vitesse de vent (2 ou 5 m/s).

Les autres conditions climatiques avec lesquelles les modélisations des accidents majeurs ont été réalisées sont :

- Température atmosphérique : 25 °C
- Température de stockage : 15 °C
- Température du sol : 15 °C
- Humidité de l'air : 70 %





5.4 Sélection des scénarios à prendre en compte dans le cadre de l'étude

5.4.1 Scénarios relatifs au travaux de tir de mine de la carrière de Brouch

Les scénarios sélectionnés et évalués dans ce présent rapport sont :

- Scénario 1 Explosion de la camionnette transportant les détonateurs et les charges initiatrices
- Scénario 2 Explosion de cartouche d'explosif lors du chargement de trous de tir de mines
- Scénario 3 Explosion du camion transportant les produits formant l'émulsion explosive
- Scénario 4 Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site causés par un incendie de produits combustibles
- Scénario 5 Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site, causés par une déflagration de l'environnement due à un coup de tir de mine programmé ou précoce



5.5 Délimitations des zones pouvant être touchées en cas d'accidents majeurs et acceptabilité

Le présent chapitre reprend l'évaluation du risque des différents scénarios d'accidents à analyser. Les distances d'effets des différents scénarios ont été cartographiées en Annexe 7 du présent rapport.

5.5.1 Scénarios relatifs au travaux de tir de mine de la carrière de Brouch

5.5.1.1 Scénario 1 : Explosion de la camionnette transportant les détonateurs et les charges initiatrices

Lors des travaux de préparation de tir de mine, des produits hautement explosifs sont utilisés comme détonateurs et charges initiatrices. Les détonateurs en question sont repris dans la section §3.5.3 de ce rapport et les charges initiatrices sont constituées d'Eurodyn™ 2000 (voir section §3.5.2).

L'explosivité élevée des produits en question nécessite une analyse du scénario d'une explosion de la camionnette transportant ces produits sur le site. Une telle explosion peut être causée suite à une erreur de manipulation grave, un incendie extérieur ou un impact de foudre.

Sur base des estimations des quantités de produit utilisées par an (voir sections §3.5.2 et §3.5.3), il peut en être déduit que la camionnette peut, au grand maximum, contenir les quantités résumées dans le Tableau 6.

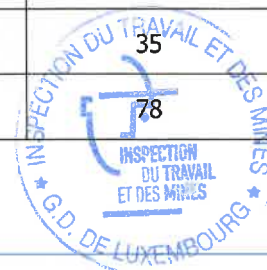
Tableau 6 : Quantités d'explosifs initiateurs transportées sur site

Type de produit	Quantité de produit	Masse d'explosif
Eurodyn™ 2000	300 kg	300 kg
Détonateurs	90 pièces	0,072 kg

L'explosion d'une telle quantité d'explosif a été modélisée selon la méthodologie décrite dans le §18.6.1 du « Risk Calculation Manual » [7]. Les résultats d'analyse sont donnés dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Résultats Scénario 1

Hypothèses de calculs				
Energie de détonation : 3,34 MJ/kg Masse d'explosif : 300 kg, 200 kg, 100 kg, 50 kg				
Résultats				
Surpression	Distance d'effet en m (300 kg d'explosif)	Distance d'effet en m (200 kg d'explosif)	Distance d'effet en m (100 kg d'explosif)	Distance d'effet en m (50 kg d'explosif)
200 mbar	49	43	34	27
140 mbar	63	55	44	35
50 mbar	141	123	98	78





Les distances d'effets sont cartographiées en Annexe 7 pour le *worst-case*, dans le cas où la camionnette se situe sur les limites du site. Les distances d'effets touchent ainsi des zones boisées fréquentables par le public.

Le risque lié au scénario ne peut donc pas être jugé acceptable sur base des distances d'effet.

Il est recommandé de garder une distance de sécurité de 141 m entre les limites du site et la camionnette qui transporte les détonateurs et les charges initiatrices. Dans le cas où cette mesure n'est pas possible, il faudra évacuer et fermer les zones affectées autour du site, sur une distance de 141 m autour de tout emplacement possible de la camionnette. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnés au §3.6 doivent être respectés.

Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.

Effets domino :

Pour éviter toute réaction en chaîne, il est recommandé de garder la camionnette (chargée en explosifs) à une distance de plus de 63 m de tout élément pouvant entraîner un accident majeur. Les 63 m correspondent à la distance d'effets des surpressions de 140 mbar.

Le camion Blendex CE n'est pas concerné par cette recommandation. D'après l'expert agréé Manfred Krämer, de même que d'après d'autres experts, de retours d'expérience et de résultats de tests, une explosion du camion Blendex CE n'est pas possible (produits liquides non mélangés entre eux). Le camion est blindé et peut résister à des effets de surpression extrêmement élevés (voir Scénario 3).



5.5.1.2 Scénario 2 : Explosion de cartouche d'explosif lors du chargement de trous de tir de mines

Le chargement des charges initiatrices dans les trous de mine étant particulièrement dangereux, un scénario à cet effet est à considérer. Lors de ce chargement, les détonateurs et les charges initiatrices doivent être sortis de leur emballage d'origine et un détonateur est inséré dans une cartouche d'Eurodyn™ 2000. Une explosion accidentelle ne peut pas être exclue.

L'explosion d'une telle quantité d'explosif a été modélisée selon la méthodologie décrite dans le §18.6.1 du « Risk Calculation Manual » [7]. Les résultats d'analyse sont donnés dans le Tableau 8. Il est considéré qu'un maximum de 2,5 kg d'Eurodyn™ 2000 sont insérés à la fois. Cette masse constitue la charge initiatrice et le détonateur et équivaut donc à la masse explosive maximale par cartouche avec détonateur.

Tableau 8 : Résultats Scénario 2

Hypothèses de calculs		
Energie de détonation : 3,34 MJ/kg Masse d'explosif : 2,5 kg et 1,25 kg		
Résultats		
Surpression	Distance d'effet en m (pour 2,5 kg)	Distance d'effet en m (pour 1,25 kg)
200 mbar	10	8
140 mbar	13	10
50 mbar	29	23

Les distances d'effets au cas où une explosion aurait lieu sur les limites du site sont cartographiées en Annexe 7. Les distances d'effets touchent ainsi des zones boisées fréquentables par le public.

Il est recommandé de ne pas manipuler des explosifs à moins de 29 m des zones fréquentables en dehors des limites du site, sans qu'elles n'aient été fermées au public. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnées au §3.6 doivent être respectés.

Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.

Effets domino :

Pour éviter toute réaction en chaîne, il est recommandé de manipuler les cartouches d'Eurodyn™ 2000 à une distance de plus de 13 m de la camionnette (chargée en explosifs) et de tout élément pouvant entraîner un accident majeur (transporteur Blendex CE exclu). De plus, un remblai de terre de 4 à 5 m de haut est construit tout autour du site. Cette digue est également longée par un chemin qui entoure le site.





5.5.1.3 Scénario 3 : Explosion du camion transportant les produits formant l'émulsion explosive

Le Blendex CE représente la majorité du produit explosif utilisé lors de l'exploitation du site de la carrière de Brouch. Jusqu'à 14 000 kg de produit seront livrés pour un jour de travaux de tir de mine, représentant une quantité considérable de produit explosif.

Cependant, le produit est livré uniquement sous forme de composants, dans un camion blindé spécifique. Aucun des produits composant le Blendex CE n'est considéré comme inflammable. Le produit n'est considéré comme explosif que lorsque tous les produits ont été mélangés, ce qui est effectué lors du chargement du Blendex CE dans les trous de tirs de mines. Une explosion en surface du Blendex CE peut donc être considérée comme physiquement impossible.

Il est par contre recommandé de bien suivre les consignes de sécurité du produit. Parmi les composants du produit il y a des comburants qui peuvent aggraver un incendie. Il est également recommandé de ne pas manipuler d'autre explosifs à proximité du camion pendant le chargement du Blendex CE dans les trous de tir de mine. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnées au §3.6 doivent être respectés.

Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent donc être jugés acceptables sur base d'impossibilité physique

5.5.1.4 Scénario 4 : Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site causés par un incendie de produits combustibles

Bien que les produits utilisés sur site ne sont pas classés comme inflammables, un incendie à proximité ne peut pas être exclu. De plus, des composants formant le Blendex CE (voir §3.5.1) ne sont pas inflammables mais peuvent être combustibles.

L'exploitant a mis en place des mesures de sécurité pour le scénario d'incendie :

- Tous les défauts ou irrégularités de manipulation doivent être signalés immédiatement à la personne responsable du travail effectué ;
- En cas de rejet/déversement accidentel, ne pas laisser pénétrer dans les égouts, les cours d'eau ou le sol ;
- Éteindre les incendies dans la zone immédiatement et par tous les moyens disponibles. Il y a un risque d'explosion si le feu se propage aux explosifs ;
- Si la propagation ne peut être évitée ou si le feu atteint les explosifs, abandonner l'extinction de l'incendie et écarter les explosifs (zone de danger 1 000 m) et chercher un abri sûr. Appeler le numéro d'urgence 112 ou l'alarme incendie : mentionner son nom, l'emplacement du danger et le type de danger.
- Si nécessaire, avertir le voisinage et signaler le risque d'explosion.
- Informer les supérieurs ;
- Ne pas inhaler les gaz d'explosion ou d'incendie.

Étant donné que les produits ne sont pas classés comme inflammables, une modélisation des conséquences du scénario d'incendie ne s'avère pas nécessaire. Cependant, des mesures doivent être prises pour prévenir l'incendie et pour en limiter les conséquences.

Il est estimé que le risque principal lié à l'incendie est la propagation aux explosifs. Dans ce cas, les explosifs pourraient exploser et provoquer des ondes de surpression dangereuses (voir Scénario 1, Scénario 2 et Scénario 3). Les effets du scénario d'incendie seront dominés par les effets de l'explosion. Des mesures de protection contre l'incendie et contre la propagation aux explosifs ont été prises.

Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.



5.5.1.5 Scénario 5 : Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site, causés par une déflagration de l'environnement due à un coup de tir de mine programmé ou précoce

Les dégradations de l'environnement dues aux tirs de mine ont été étudiées en profondeur par l'expert agréé Manfred Krämer. Les conclusions relatives au présent scénario sont basées sur cette étude, avec pour référence le point [6].

Dans le contexte de l'étude de risques ci-présente, trois portées d'effets dangereux sont retenues :

1. Effet missile dû à la projection de roches
2. Dispersion de gaz toxique ainsi que de poussière de roche
3. Effets irréversibles provoqués directement ou indirectement par des vibrations du sol engendrées par un tir de mine

Portée d'effet 1 :

Les effets missiles peuvent être dus à un sur-chargement d'explosifs, sur-remplissage de trous de tir de mine, des défauts de sol (fissures et/ou inclusions ignorées dans les gradins) ou des profondeurs de trous insuffisantes.

Les mesures de mitigation de risque dues à la portée d'effets en question sont reprises au point 7.2 en [6]. Il est cependant important de remarquer que la projection n'est possible que dans la direction du gradin de la ligne de tir de mine ou vers le haut de l'orifice de forage d'un trou de tir de mine. Des projections importantes dans la direction opposée au gradin de la ligne de tirs de mine ne sont que peu probables.

Le risque dû à la portée d'effet peut être considéré comme maîtrisé si les mesures de sécurité globales ainsi que les consignes de chargement du point 7.2 en [6] sont suivies.

Portée d'effet 2 :

Les émissions de gaz produits lors du tir de mine sont limitées. Les gaz sont rapidement dilués à des concentrations non-dangereuses par l'atmosphère environnante (voir point 7.3 en [6]).

Les poussières de roche générées par le tir de mines, retombent rapidement au sol et par expérience ne constituent pas de danger (voir point 7.3 en [6]).

Portée d'effet 3 :

Les vibrations engendrées peuvent avoir des effets directs et indirects sur des personnes se trouvant dans les environs du tir de mine.

En ce qui concerne les effets directs sur les personnes, il s'agit seulement de sensations non-désirées qui pourraient être gênantes pour les personnes en question (voir point 13 en [6]). Des effets directs et dangereux ne sont pas attendus dans le cas où un périmètre de sécurité est bien établi, conformément à la section §3.6.3 de ce rapport. L'évaluation se fait grâce à un paramètre KB_{fmax} , conformément à la norme DIN 4150, partie 2. Les informations supplémentaires, conclusions de la perception et l'impact direct sur les personnes présentes dans les environs des travaux de tir de mines peuvent être trouvés aux points 13 et 14 en [6].

Les effets indirects sur les personnes constituent les impacts sur l'homme se trouvant dans ou à proximité de structures endommagées par les vibrations engendrées par un tir de mine. Les effets des tirs de mines dans ce cas ne doivent pas être considérés comme différents pour les personnes à l'extérieur du périmètre de sécurité en cas de mise à feu précoce. Par contre, une telle mise à feu peut engendrer des dangers supplémentaires à l'intérieur du site. Dans l'environnement de la carrière de Brouch se trouvent également des bâtiments classés, pour lesquels les effets des vibrations doivent être étudiés en particulier.

L'étude du pronostic des vibrations a été établie par la méthode de Koch conformément à la norme, DIN 4150, partie 1 (voir point 10 en [6]).

Le résumé de l'analyse des vibrations se trouve dans le Tableau 9. Les vibrations émises pour les différentes zones protégées atteintes sont comparées aux valeurs de référence respectives de la norme DIN 4150 parties 2 et 3.

Tableau 9 : Résumé de l'analyse des vibrations, vitesses de vibrations prévues et valeurs de référence selon DIN 4150 parties 2 et 3

Objet protégé	Distance jusqu'à la limite de minage	Quantité de charge par tir de mine	v_{max} Fondation		v_{max} Étage supérieur		KB_{Fmax} à l'étage supérieur	
			Autorisé	Prévision	Autorisé	Prévision	Autorisé	Prévision
Barrière Rockener	Ca. 230 m	120 kg	5 mm/s	3,8 mm/s	20 mm/s	9,5 mm/s	6	4,7
Commune de Brouch	Ca. 1 300 m	325 kg	5 mm/s	0,7 mm/s	20 mm/s	1,7 mm/s	6	0,8
Commune de Mersch/Reckange	Ca. 1 200 m	325 kg	5 mm/s	0,7 mm/s	20 mm/s	1,9 mm/s	6	0,9

Les quantités d'explosifs à charger dans la partie nord du site doivent être limitées à 120 kg par tir de mine.

Les résultats des pronostics seront accompagnés par des tirs de mine test tels que défini au point 15 en [6]. Lors des tests, des mesures doivent être prises conformément à la norme, DIN 45669 de juin 1995.

Les résultats plus détaillés se trouvent dans le Tableau 10. Ce tableau reprend les vitesses de vibrations au sol pour différentes charges d'explosifs par tir de mine à plusieurs distances. Étant donné les seuils de vibrations dans la norme, les charges maximales par objet protégé peuvent en être déduites.



Tableau 10 : Résultats de l'analyse des vibrations

Distance minimale à l'objet protégé	Objet protégé	Charge d'explosif maximale par tir													
		50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg	100 kg	110 kg	120 kg	130 kg	140 kg	150 kg	160 kg		
25 m		22,6 mm/s	24,8 mm/s	26,8 mm/s	28,6 mm/s	30,4 mm/s	32,0 mm/s	33,6 mm/s	35,1 mm/s	36,5 mm/s	37,9 mm/s	39,2 mm/s	40,5 mm/s		
50 m		11,3 mm/s	12,4 mm/s	13,4 mm/s	14,3 mm/s	15,2 mm/s	16,0 mm/s	16,8 mm/s	17,5 mm/s	18,2 mm/s	18,9 mm/s	19,6 mm/s	20,2 mm/s		
75 m		7,5 mm/s	8,3 mm/s	8,9 mm/s	9,5 mm/s	10,1 mm/s	10,7 mm/s	11,2 mm/s	11,7 mm/s	12,2 mm/s	12,6 mm/s	13,1 mm/s	13,5 mm/s		
100 m		5,7 mm/s	6,2 mm/s	6,7 mm/s	7,2 mm/s	7,6 mm/s	8,0 mm/s	8,4 mm/s	8,8 mm/s	9,1 mm/s	9,5 mm/s	9,8 mm/s	10,1 mm/s		
125 m		4,5 mm/s	5,0 mm/s	5,4 mm/s	5,7 mm/s	6,1 mm/s	6,4 mm/s	6,7 mm/s	7,0 mm/s	7,3 mm/s	7,6 mm/s	7,8 mm/s	8,1 mm/s		
150 m		3,8 mm/s	4,1 mm/s	4,5 mm/s	4,8 mm/s	5,1 mm/s	5,3 mm/s	5,6 mm/s	5,8 mm/s	6,1 mm/s	6,3 mm/s	6,5 mm/s	6,7 mm/s		
175 m		3,2 mm/s	3,5 mm/s	3,8 mm/s	4,1 mm/s	4,3 mm/s	4,6 mm/s	4,8 mm/s	5,0 mm/s	5,2 mm/s	5,4 mm/s	5,6 mm/s	5,8 mm/s		
200 m		2,8 mm/s	3,1 mm/s	3,3 mm/s	3,6 mm/s	3,8 mm/s	4,0 mm/s	4,2 mm/s	4,4 mm/s	4,6 mm/s	4,7 mm/s	4,9 mm/s	5,1 mm/s		
230 m	Reckener Barrière	2,5 mm/s	2,7 mm/s	2,9 mm/s	3,1 mm/s	3,3 mm/s	3,5 mm/s	3,6 mm/s	3,8 mm/s	4,0 mm/s	4,1 mm/s	4,3 mm/s	4,4 mm/s		
250 m		2,3 mm/s	2,5 mm/s	2,7 mm/s	2,9 mm/s	3,0 mm/s	3,2 mm/s	3,4 mm/s	3,5 mm/s	3,6 mm/s	3,8 mm/s	3,9 mm/s	4,0 mm/s		
275 m		2,1 mm/s	2,3 mm/s	2,4 mm/s	2,6 mm/s	2,8 mm/s	2,9 mm/s	3,1 mm/s	3,2 mm/s	3,3 mm/s	3,4 mm/s	3,6 mm/s	3,7 mm/s		
300 m		1,9 mm/s	2,1 mm/s	2,2 mm/s	2,4 mm/s	2,5 mm/s	2,7 mm/s	2,8 mm/s	2,9 mm/s	3,0 mm/s	3,2 mm/s	3,3 mm/s	3,4 mm/s		

Légende :

> 16,0 mm/s	Pas de tirs de mine possibles pour les bâtiments protégés
≤ 16,0 mm/s	Limite des quantités de chargement en fonction de la distance aux constructions du génie civil
≤ 4,0 mm/s	Limite des quantités de chargement en fonction de la distance aux bâtiments résidentiels
≤ 2,4 mm/s	Limite des quantités de chargement en fonction de la distance aux bâtiments fragiles





SAFETY, QUALITY AND ENVIRONMENTAL SERVICES



Pronostics des vibrations selon KOCH pour des distances d'effets de plus de 300 m

Distance minimale à l'objet protégé	Objet protégé	Charge d'explosif maximale par tir											
		50 kg	75 kg	100 kg	125 kg	150 kg	175 kg	200 kg	225 kg	250 kg	275 kg	300 kg	325 kg
300 m		1,9 mm/s	2,5 mm/s	3,0 mm/s	3,4 mm/s	3,8 mm/s	4,1 mm/s	4,5 mm/s	4,8 mm/s	5,1 mm/s	5,4 mm/s	5,7 mm/s	6,0 mm/s
350 m		1,5 mm/s	2,0 mm/s	2,3 mm/s	2,7 mm/s	3,0 mm/s	3,3 mm/s	3,6 mm/s	3,8 mm/s	4,1 mm/s	4,3 mm/s	4,5 mm/s	4,8 mm/s
400 m		1,3 mm/s	1,6 mm/s	1,9 mm/s	2,2 mm/s	2,4 mm/s	2,7 mm/s	2,9 mm/s	3,1 mm/s	3,3 mm/s	3,5 mm/s	3,7 mm/s	3,9 mm/s
450 m		1,1 mm/s	1,4 mm/s	1,6 mm/s	1,8 mm/s	2,1 mm/s	2,3 mm/s	2,4 mm/s	2,6 mm/s	2,8 mm/s	3,0 mm/s	3,1 mm/s	3,3 mm/s
500 m		0,9 mm/s	1,2 mm/s	1,4 mm/s	1,6 mm/s	1,8 mm/s	1,9 mm/s	2,1 mm/s	2,2 mm/s	2,4 mm/s	2,5 mm/s	2,7 mm/s	2,8 mm/s
550 m		0,8 mm/s	1,0 mm/s	1,2 mm/s	1,4 mm/s	1,5 mm/s	1,7 mm/s	1,8 mm/s	1,9 mm/s	2,1 mm/s	2,2 mm/s	2,3 mm/s	2,4 mm/s
600 m		0,7 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s	1,5 mm/s	1,6 mm/s	1,7 mm/s	1,8 mm/s	1,9 mm/s	2,0 mm/s	2,1 mm/s
650 m		0,6 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s	1,4 mm/s	1,5 mm/s	1,6 mm/s	1,7 mm/s	1,8 mm/s	1,9 mm/s
700 m		0,5 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s	1,4 mm/s	1,5 mm/s	1,6 mm/s	1,7 mm/s	1,8 mm/s
750 m		0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s	1,4 mm/s	1,5 mm/s	1,6 mm/s
800 m		0,4 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s	1,4 mm/s
850 m		0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,1 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s	1,3 mm/s
900 m		0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,0 mm/s	1,1 mm/s	1,2 mm/s
950 m		0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s	1,1 mm/s
1000 m		0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s	1,0 mm/s
1050 m		0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s	0,9 mm/s
1100 m		0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,8 mm/s	0,9 mm/s
1150 m		0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,8 mm/s	0,8 mm/s
1200 m	Reckange	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s	0,7 mm/s
1250 m		0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s
1300 m	Brouch	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s
1350 m		0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s
1400 m		0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,7 mm/s
1450 m		0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s
1500 m		0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s
1550 m		0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s	0,5 mm/s	0,6 mm/s	0,6 mm/s
1600 m		0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s
1650 m		0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,5 mm/s
1700 m		0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s
1750 m		0,1 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,3 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s
1800 m		0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,1 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s	0,2 mm/s



L'exploitant s'engage à ce que les tirs de mines soient effectués de telle manière à ce que des zones fréquentées ou sensibles ne peuvent être touchées que par des vibrations avec une vitesse inférieure à 2,4 mm/s.

Il est recommandé de faire surveiller tout au long des travaux (par un expert utilisant des appareils de mesures appropriés) les effets de ceux-ci sur les zones à protéger. Ces mesures sont à effectuer en accord avec la progression de l'exploitation du site [6].

**Dans ces conditions, les risques de ce scénario
peuvent donc être jugés acceptables sur base des
distances d'effets**



6 CONCLUSIONS

L'étude s'est réalisée en trois temps :

- Réunion et contact afin de vérifier/délimiter le cadre de l'étude pour les zones susceptibles d'engendrer un risque pour l'être humain et/ou l'environnement ;
- demande de renseignements supplémentaires en vue de récolter les informations techniques nécessaires ;
- évaluation des conséquences à l'aide de scénarios et rédaction du rapport d'étude des dangers.

Les résultats de calcul ont été reportés sur cartes se retrouvant en Annexe 7 du présent rapport d'étude des dangers. Les conclusions des différents scénarios sont synthétisées dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Synthèse de l'analyse de risques

Scénario	Description du scénario	Description de la zone d'impact	Recommandations / conditions
1	Explosion de la camionnette transportant les détonateurs et les charges initiatrices	<p>Les distances d'effets touchent des zones boisées fréquentables par le public.</p> <p>Des conditions s'appliquent.</p> <p>Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.</p>	<p>Il est recommandé de garder une distance de sécurité de 141 m entre les limites du site et la camionnette qui transporte les détonateurs et les charges initiatrices. Dans le cas où cette mesure n'est pas possible, il faudra évacuer et fermer les zones affectées autour du site, sur une distance de 141 m autour de tout emplacement possible de la camionnette. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnés au §3.6 doivent être respectés.</p> <p>Pour éviter toute réaction en chaîne, il est recommandé de garder la camionnette (chargée en explosifs) à une distance de plus de 63 m de tout élément pouvant entraîner un accident majeur. Les 63 m correspondent à la distance d'effets des surpressions de 140 mbar. Le camion BLENDEX CE n'est pas concerné par cette recommandation.</p>
2	Explosion de cartouche d'explosif lors du chargement de trous de tir de mines	<p>Les distances d'effets touchent des zones boisées fréquentables par le public.</p> <p>Des conditions s'appliquent.</p> <p>Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.</p>	<p>Il est recommandé de ne pas manipuler des explosifs à moins de 29 m des zones fréquentables en dehors des limites du site, sans qu'elles n'aient été fermées au public. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnées au §3.6 doivent être respectés.</p> <p>Pour éviter toute réaction en chaîne, il est recommandé de manipuler les cartouches d'Eurodyn™ 2000 à une distance de plus de 13 m de la camionnette (chargée en explosifs) et de tout élément pouvant entraîner un accident majeur. Le camion BLENDEX CE n'est pas concerné par cette recommandation.</p>



3	Explosion du camion transportant les produits formant l'émulsion explosive	<p>Aucun des produits composant le Blendex CE n'est considéré comme inflammable. Le produit n'est considéré comme explosif que lorsque tous les produits ont été mélangés, ce qui est effectué lors du chargement du Blendex CE dans les trous de tirs de mines. Une explosion en surface du Blendex CE peut donc être considérée comme physiquement impossible.</p> <p>Des conditions s'appliquent.</p> <p>Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base d'impossibilité physique.</p>	<p>Il est recommandé de bien suivre les consignes de sécurité du produit. Parmi les composants du produit il y a des combustibles qui peuvent aggraver un incendie. Il est également recommandé de ne pas manipuler d'autre explosifs à proximité du camion pendant le chargement du Blendex CE dans les trous de tir de mine. Les dispositifs et mesures de sécurité légaux et mentionnées au §3.6 doivent être respectés.</p>
4	Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site causés par un incendie de produits combustibles	<p>Étant donné que les produits ne sont pas classés comme inflammables, une modélisation des conséquences du scénario d'incendie ne s'avère pas nécessaire.</p> <p>Il est estimé que le risque principal lié à l'incendie est la propagation aux explosifs. Les effets du scénario d'incendie seront dominés par les effets de l'explosion. Des mesures de protection contre l'incendie et contre la propagation aux explosifs ont été prises.</p> <p>Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.</p>	





5	Effets réversibles et irréversibles sur des personnes se trouvant dans le voisinage du site, causés par une déflagration de l'environnement due à un coup de tir de mine programmé ou précoce	<p><u>Effet 1 – effet missile</u> Le risque dû à la portée d'effet peut être considéré comme maîtrisé si les mesures de sécurité globales ainsi que les consignes de chargement du point 7.2 en [6] sont suivies.</p> <p><u>Effet 2 – dispersion de gaz toxique et de poussière</u> Les émissions de gaz produits lors du tir de mine sont limitées. Les gaz sont rapidement dilués à des concentrations non-dangereuses par l'atmosphère environnante Les poussières de roche générées par le tir de mines, retombent rapidement au sol et par expérience ne constituent pas de danger (voir point 7.3 en [6]).</p> <p><u>Effet 3 – vibrations</u> L'exploitant s'engage à ce que les tirs de mines soient effectués de telle manière à ce que des zones fréquentées ou sensibles ne peuvent être touchées que par des vibrations avec une vitesse inférieure à 2,4 mm/s.</p> <p>Dans ces conditions, les risques de ce scénario peuvent être jugés acceptables sur base des distances d'effets.</p>	<p><u>Effet 3 – vibrations</u> Il est recommandé de faire surveiller tout au long des travaux (par un expert utilisant des appareils de mesures appropriés) les effets de ceux-ci sur les zones à protéger. Ces mesures sont à effectuer en accord avec la progression de l'exploitation du site [6].</p>
---	---	---	---



7 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, Règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études des risques et les rapports de sécurité & Règlement grand-ducal du 28 avril 2017 modifiant le règlement grand-ducal du 14 septembre 2000 concernant les études des risques et les rapports de sécurité et abrogeant le règlement grand-ducal modifié du 17 juillet 2000 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses, consultés le 3 janvier 2024, disponibles sur :
<https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2000/09/14/n1/jo>
<https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2017/04/28/a460/jo> ;
- [2] Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, consulté le 1 février 2023, site :
<http://map.geoportail.lu> (cartes du sol, cartes des zones inondables) ;
- [3] Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, *Prescription ITM 1106.2*, consulté le 1 février 2023, disponible sur :
<https://itm.public.lu/dam-assets/fr/securite-sante/conditions-types/itm-cl-1100-2000/ITM-SST-1106-2-de.pdf> ;
- [4] Observatoire Royal de Belgique (Eurocode 8), consulté le 1 février 2023, site :
<http://seismologie.be/fr/recherche/seismologie/aleas-et-risques-sismiques/eurocode-8> ;
- [5] Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, le Portail des Statistiques, consulté le 1 février 2023, site :
[https://lustat.statec.lu/?fs\[0\]=Th%C3%A8mes%2C1%7CStatistiques%20par%20niveau%20q%C3%A9ographiq%23F%23%7CCommunes%23F%23&fs\[1\]=Th%C3%A8mes%2C0%7CPopulation%20et%20emploi%23B%23&pg=0&fc=Th%C3%A8mes](https://lustat.statec.lu/?fs[0]=Th%C3%A8mes%2C1%7CStatistiques%20par%20niveau%20q%C3%A9ographiq%23F%23%7CCommunes%23F%23&fs[1]=Th%C3%A8mes%2C0%7CPopulation%20et%20emploi%23B%23&pg=0&fc=Th%C3%A8mes) ;
- [6] Dipl.- Ing. (FH) Bergtechnik und Bauingenieurwesen Manfred Krämer : Erschütterungsimmissionen durch Lockerungssprengungen. Prognose und Beurteilung der Sprengimmissionen durch Gewinnungssprengungen. Festlegung von sprengtechnischen Parametern. Carrières Feidt SA Steinbruch Brouch, 02/2023, disponible dans le dossier commodo du projet de l'extention de la carrière d'Altwies
- [7] Departement Omgeving (avril 2019), Risk Calculations Manual version 2.0, *Guidelines for quantitative risk analysis, indirect risks and environmental risk analysis*, 319 p., disponible sur :
<https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2021-10/2020%2007%2013%20-%20Risk%20Calculations%20Manual.pdf> ;
- [8] Service Public de Wallonie (mai 2021), VADE-MECUM version 5.1, Spécifications techniques relatives au contenu et à la présentation des études de sûreté, des notices d'identification des dangers, 63 p., disponible sur :
<http://Environnement.wallonie.be/Seveso/documents/VADE-MECUM.pdf> ;



8 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Données météorologiques.....	10
Tableau 2 : Composés dangereux composant le Blendex CE	13
Tableau 3 : Eurodyn™ 2000.....	14
Tableau 4 : Détonateurs et accessoires de détonation explosif.....	14
Tableau 5 : Seuils limites de vibrations de courte durée concernant les bâtiments (selon la DIN 4150).....	21
Tableau 6 : Quantités d'explosifs initiateurs transportées sur site	24
Tableau 7 : Résultats Scénario 1	24
Tableau 8 : Résultats Scénario 2	26
Tableau 9 : Résumé de l'analyse des vibrations, vitesses de vibrations prévues et valeurs de référence selon DIN 4150 parties 2 et 3	29
Tableau 10 : Résultats de l'analyse des vibrations	30
Tableau 11 : Synthèse de l'analyse de risques	33

9 LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rose des vents de l'aéroport de Findel	10
Figure 2 : Schéma du chargement d'un trou de tir de mines	12

10 LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Localisation du site
Annexe 2	Parcelles cadastrales
Annexe 3	Carte d'occupation
Annexe 4	Carte des zones à risques d'inondation
Annexe 5	Zones résidentielles
Annexe 6	Aperçu du site
Annexe 7	Cartographie des scénarios d'accidents





ANNEXE 2

ANNEXES





ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Localisation du site	p.2
Annexe 2	Parcelles cadastrales.....	p.4
Annexe 3	Carte d'occupation.....	p.7
Annexe 4	Carte des zones à risques d'inondation	p.9
Annexe 5	Zones résidentielles	p.12
Annexe 6	Aperçu du site.....	p.14
Annexe 7	Cartographie des scénarios d'accidents	p.16








ANNEXE 1





Légende:

-  Limites du site
-  Extension
-  Périmètre de 500 m

0 250 500 m

Echelle :
1 : 15 000



Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch

Annexe 1 : Localisation du site





ANNEXE 2



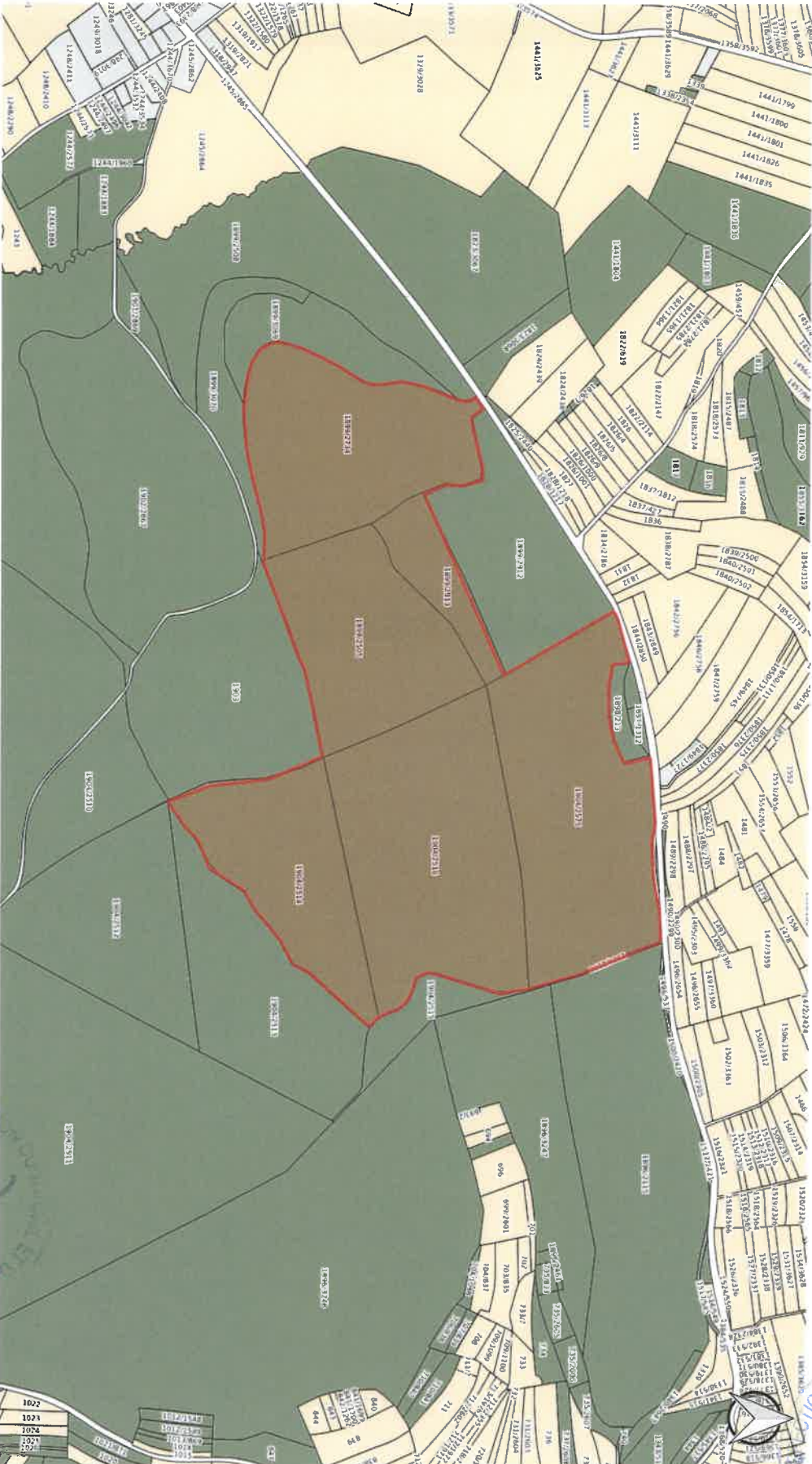


LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration du cadastre
et de la topographie

Annexe 2

map.geoportail.lu
Le géoportail national du Grand-Duché de Luxembourg

Date d'impression: 01/02/2023 13:28



www.geoportail.lu est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par les administrations publiques luxembourgeoises. Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Information dépourvue de foi publique.
Droits d'auteur: Administration du Cadastre et de la Topographie. <http://g-o.lu/copyright>









Echelle approximative 1:10000

0 100 200 300m

<http://g-o.lu/3/38M>



Plan cadastral numérisé (PCN) - Parcelles

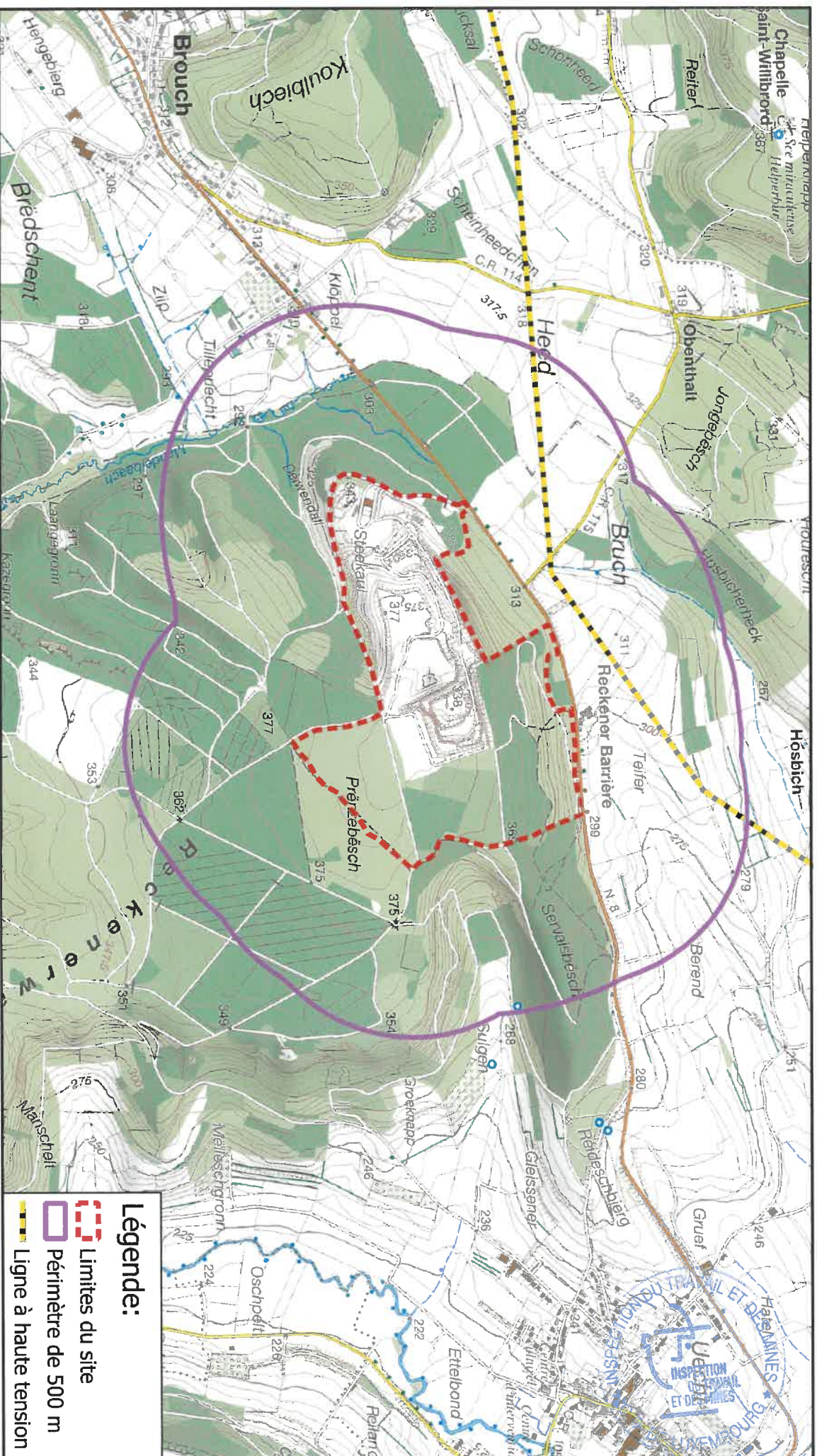
Symbole	Titre
	Parcelle à caractère hydrographique
	Parcelle à caractère rural
	Parcelle à caractère forestier
	Parcelle à caractère urbain
	Parcelle à caractère industriel
	Parcelle à nature multiple
	Parcelle à caractère zone verte
	Voie de communication





ANNEXE 3





0 250 500 m

Echelle :
1 : 15 000

Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch

Annexe 3 : Carte d'occupation





ANNEXE 4





map.geoportail.lu

Le géoportail national du Grand-Duché du Luxembourg



www.geoportail.lu est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par les administrations publiques luxembourgeoises. Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fiabilité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Information dépourvue de foi publique.

Droits d'auteur: Administration du Cadastre et de la Topographie. <http://9-o.lu/copyright>

Echelle approximative 1:20000





Protection mobile contre les crues

Hauteur d'eau



< 0.5 m



> 0.5 - 1 m



> 1 - 2 m



> 2 - 4 m



> 4 m



Zones inondables non-connectées
au cours d'eau

Hauteur d'eau

Zones protégées par protections mobiles



< 0.5 m



> 0.5 - 1 m



> 1 - 2 m



> 2 - 4 m



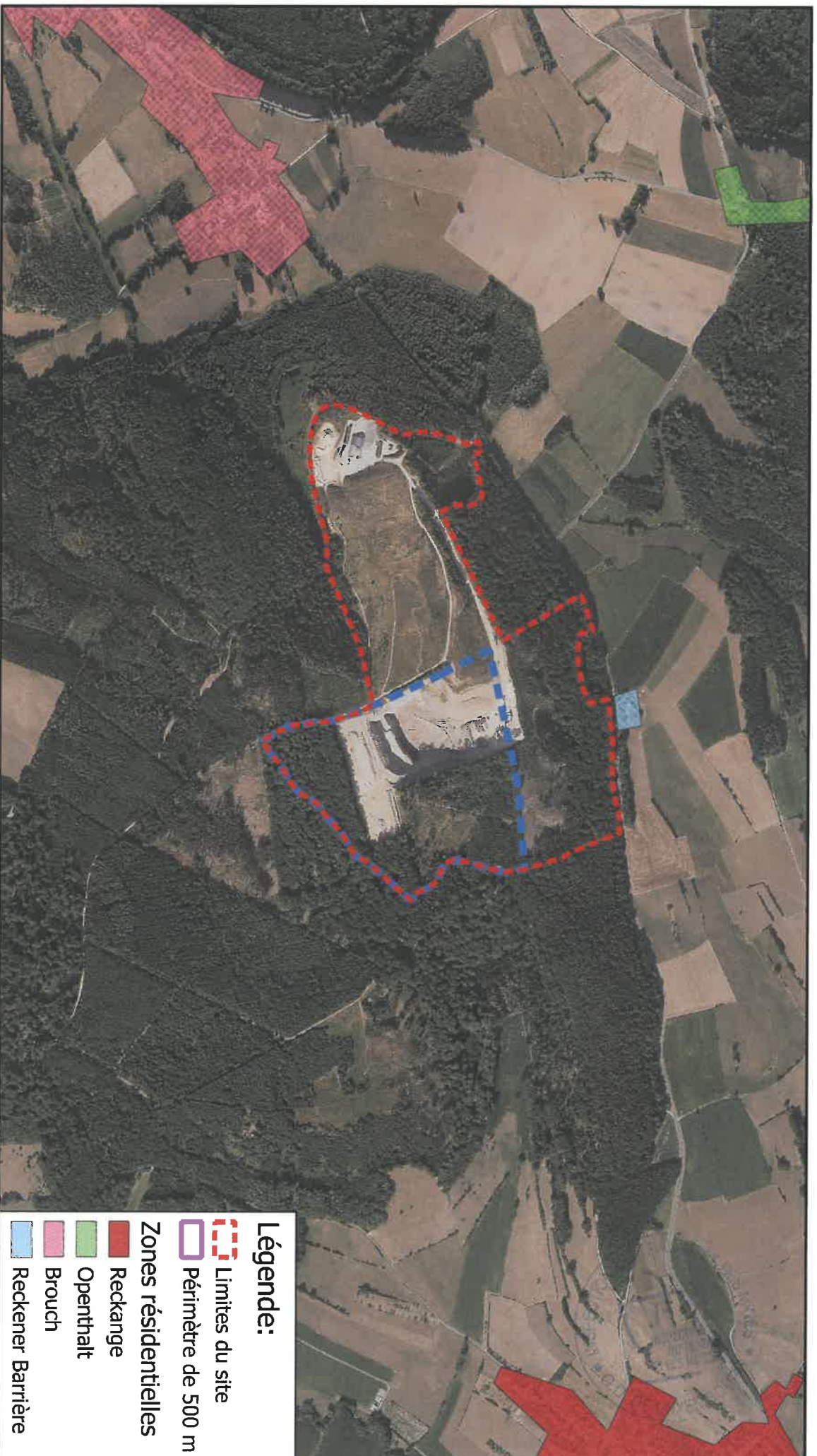
> 4 m





ANNEXE 5





Echelle :
1 : 12 000



Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch **Annexe 5 : Zones résidentielles**





ANNEXE 6





Echelle :
1 : 6 000



Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch

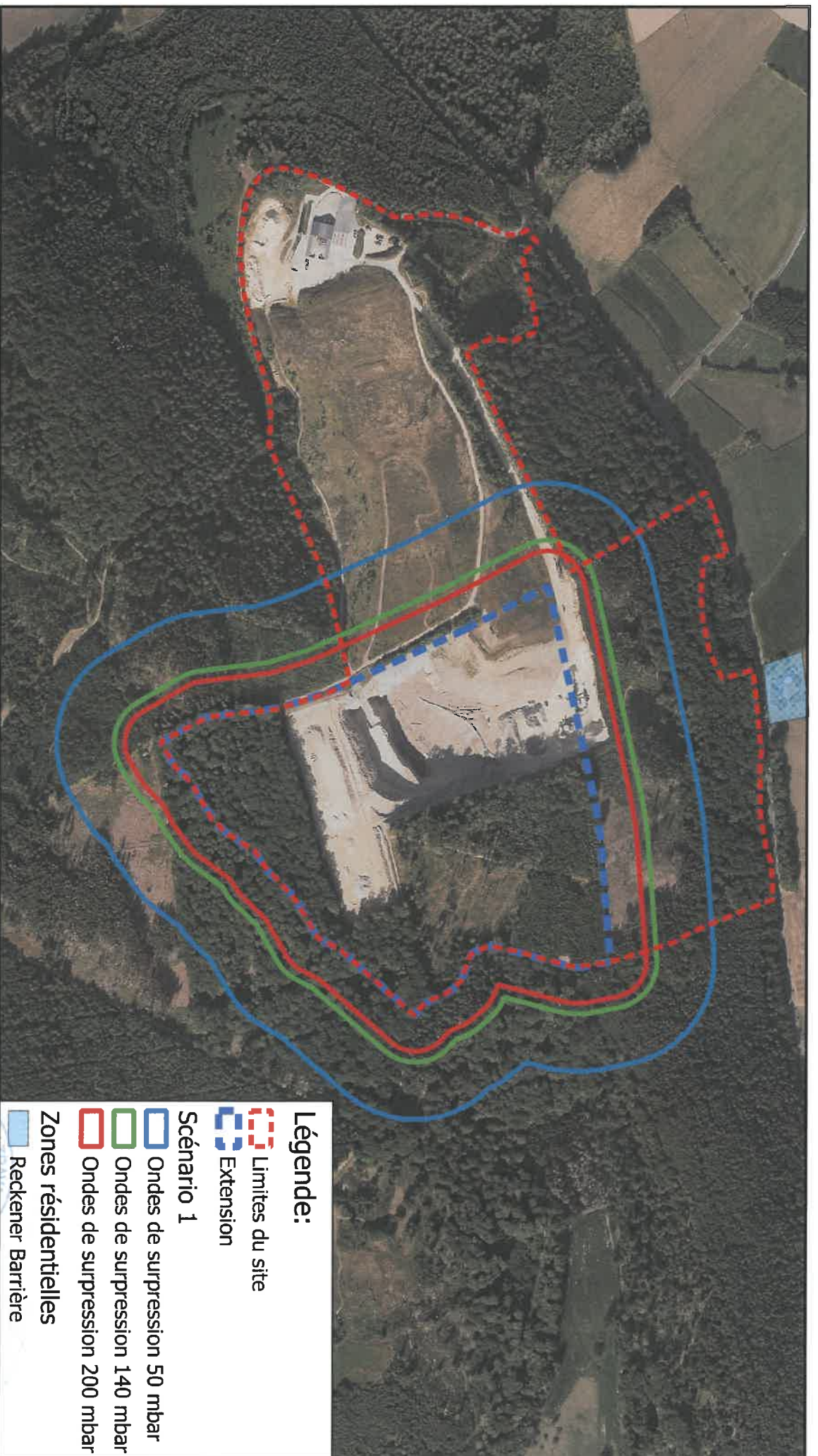
Annexe 6 : Aperçu du site







ANNEXE 7









Légende:

-  Limites du site
-  Extension

Scénario 1

-  Ondes de surpression 50 mbar
-  Ondes de surpression 140 mbar
-  Ondes de surpression 200 mbar

Zones résidentielles

-  Reckener Barrière



Echelle :
1 : 7 000

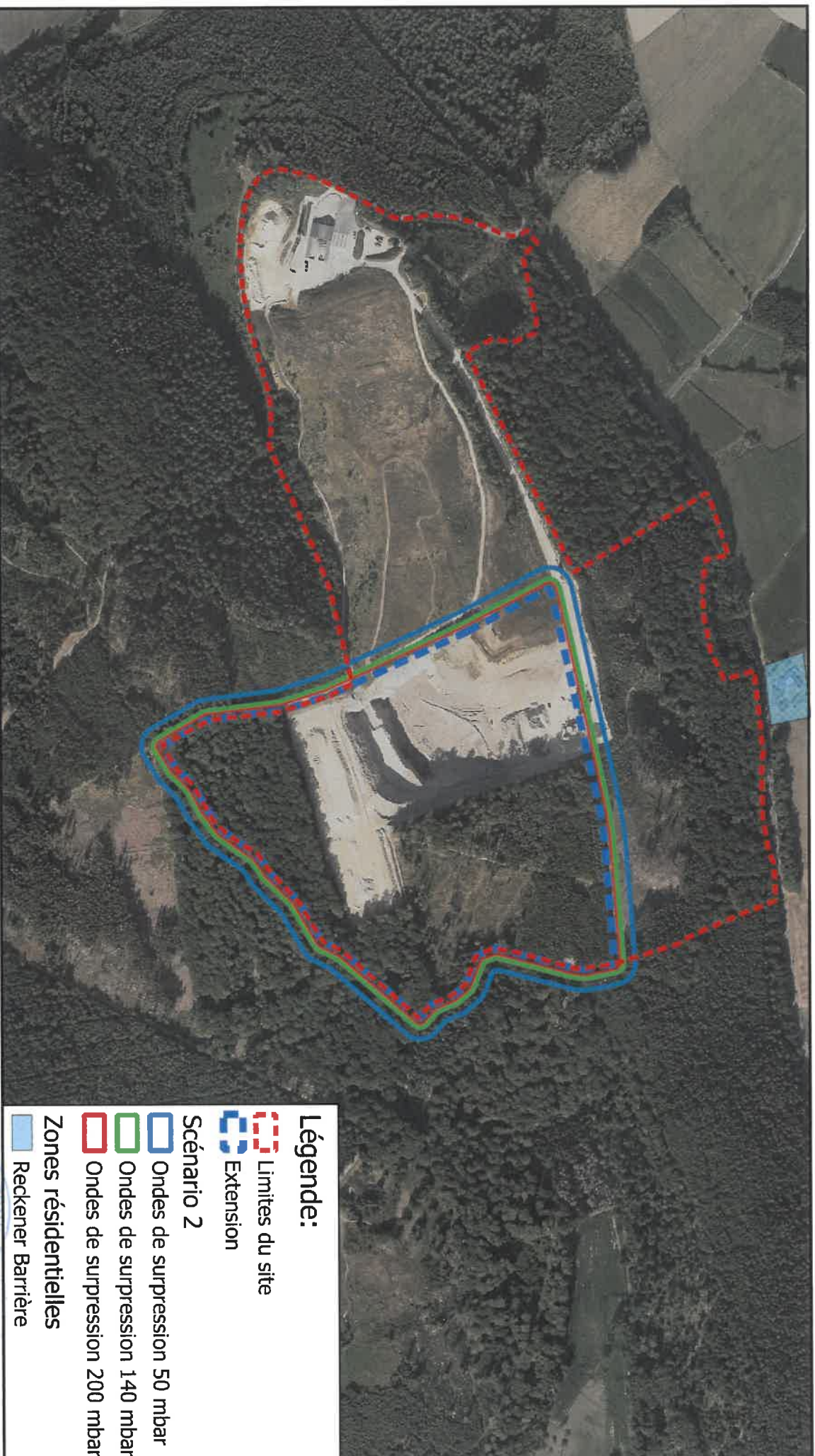


Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch

Annexe 7.1 : Scénario 1 - Explosion de la camionnette transportant les détonateurs et des charges initiatrices

(worst-case : camionnette se trouvant sur les limites du site avec 300 kg d'explosifs)








Légende:

 Limites du site
 Extension

Scénario 2

 Ondes de surpression 50 mbar
 Ondes de surpression 140 mbar
 Ondes de surpression 200 mbar

Zones résidentielles

 Reckener Barrière

0 100 200 m



Étude des Risques : Carrières Feidt, site de Brouch

Annexe 7.2 : Scénario 2 - Explosion de cartouche d'explosif lors du chargement de trous de tir de mines



Echelle :
1 : 7 000

