



## ANNEXE 6 : ETUDE DE DANGERS DE LA CAMPAGNE D'ESSAIS DE CAPTAGES DE GAZ DE MINE SUR CINQ OUVRAGES EXISTANTS

Concessions de mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux dites  
« Poissonnière » et « Désirée »



## TABLE DES MATIERES

---

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| CHAPITRE 1. | CONTEXTE ET METHODOLOGIE .....   | 5  |
| 1.1         | CONTEXTE DE L'ETUDE DE DANGERS .....   | 6  |
| 1.2         | CADRE REGLEMENTAIRE .....  | 6  |
| 1.3         | METHODOLOGIE DE L'EVALUATION DES RISQUES.....  | 7  |
| 1.3.1       | Présentation de la démarche .....  | 7  |
| 1.3.2       | Analyse Préliminaire des Risques .....   | 8  |
| 1.3.3       | Etude détaillée des Risques.....   | 9  |
| 1.3.4       | Cotation PICG .....  | 9  |
| CHAPITRE 2. | PRESENTATION DU PROJET.....  | 14 |
| 2.4         | DEROULEMENT DES ESSAIS DE CAPTAGE.....   | 15 |
| 2.5         | CARACTERISTIQUES DU GAZ DE MINES .....   | 15 |
| 2.6         | LOCALISATION DES OUVRAGES, DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PROCHE.....                          | 16 |
| 2.6.1       | 6bis de Liévin .....   | 16 |
| 2.6.2       | 24 de Courrières .....   | 18 |
| 2.6.3       | S25 CC 01.....   | 20 |
| 2.6.4       | S20 LS 01.....   | 22 |
| 2.6.5       | S02 AZ 02.....   | 24 |
| 2.6.6       | Synthèse des enjeux humains à proximité des sites.....   | 25 |
| 2.7         | INSTALLATIONS DE CAPTAGE.....  | 26 |
| 2.7.1       | Enceinte des ouvrages.....   | 26 |
| 2.7.2       | Unité de test mobile .....   | 26 |
| 2.7.3       | Conduite externe reliant l'UTM à la tête de sondage.....                                       | 28 |
| 2.7.4       | Alimentation électrique par groupe électrogène .....   | 28 |
| 2.7.5       | Schéma global .....  | 28 |
| CHAPITRE 3. | CARACTERISATION DES DANGERS .....  | 29 |
| 3.1         | ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE.....   | 30 |
| 3.1.1       | Sources des données .....  | 30 |
| 3.1.2       | Analyse des incidents et accidents pour des installations d'exploitation de gaz de mines ..... | 30 |
| 3.1.3       | Analyse des incidents et accidents pour des installations similaires .....                     | 30 |
| 3.1.4       | Retour d'expérience de la société Gazonor.....   | 31 |
| 3.1.5       | Conclusions.....   | 32 |
| 3.2         | INVENTAIRE DES DANGERS .....   | 32 |
| 3.2.1       | Introduction.....  | 32 |
| 3.2.2       | Dangers liés aux produits .....  | 32 |
| 3.2.3       | Dangers liés aux installations .....   | 40 |
| 3.2.4       | Dangers liés aux différentes phases des essais .....   | 41 |
| 3.2.5       | Dangers liés aux risques technologiques externes .....   | 43 |
| 3.2.6       | Dangers liés aux risques naturels .....  | 43 |
| 3.2.7       | Dangers liés à la malveillance .....   | 47 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| CHAPITRE 4. | ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....                           | 48 |
| 4.1         | REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE .....            | 49 |
| 4.2         | COTATION PRELIMINAIRE (SANS MMR) .....                           | 49 |
| 4.3         | MESURES DE MAITRISE DES RISQUES .....                            | 55 |
| 4.4         | EVALUATION DES EFFETS DOMINOS .....                              | 61 |
| CHAPITRE 5. | ETUDE DETAILLEE DES RISQUES .....                                | 63 |
| 5.1         | ETUDE DU SCENARIO D'EXPLOSION DE GAZ UVCE .....                  | 64 |
| 5.1.1       | Modélisation des effets .....                                    | 64 |
| 5.1.2       | Calcul de la gravité .....                                       | 66 |
| 5.1.3       | Cotation PICG .....  | 75 |
| 5.1.4       | Cartographie du risque.....                                      | 75 |
| 5.2         | ETUDE DU SCENARIO D'EXPLOSION D'UNE ATEX EN MILIEU CONFINE ..... | 79 |
| 5.2.1       | Modélisation des effets .....                                    | 79 |
| 5.2.2       | Calcul de la gravité .....                                       | 81 |
| 5.2.3       | Cotation PICG .....  | 82 |
| 5.2.4       | Cartographie du risque.....                                      | 82 |
| 5.3         | ACCEPTABILITE DE TOUS LES SCENARIOS .....                        | 85 |
| CHAPITRE 6. | CONCLUSION.....  | 87 |
| CHAPITRE 7. | BIBLIOGRAPHIE .....  | 89 |
| CHAPITRE 8. | ANNEXES .....  | 90 |

## CHAPITRE 1. CONTEXTE ET METHODOLOGIE

## 1.1 CONTEXTE DE L'ETUDE DE DANGERS

Gazonor a obtenu par Décret ministériel du 29 mai 2015, une prolongation de la validité des concessions de mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux dites « concession Poissonnière » et « concession Désirée » jusqu'en 2042.

Dans le cadre de ces concessions, Gazonor a déposé une Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers (DOTM). C'est dans ce cadre que s'inscrivent ces travaux.

Les essais de captage projetés par Gazonor permettront de tester cinq ouvrages existants pour une utilisation future de ces derniers dans le cadre du développement de l'activité de captage et valorisation du gaz de mine dans les deux concessions Poissonnière et Désirée.

La mise en dépression des vides miniers par le captage contribuera à préciser les interactions entre les ouvrages et les réservoirs gaz de mine, et leur intégrité. Le suivi de l'évolution des pressions sur les ouvrages proches du sondage d'essai permettra de définir les interconnexions encore existantes. Les résultats et les interprétations de cette caractérisation par pompage contribueront également à optimiser, par la suite, la surveillance effectuée par le BRGM.

Les essais de captage seront réalisés à partir d'ouvrages existants en liaison avec les vides miniers :

- Réservoir Poissonnière :

Deux sondages de décompression (S20 LS 01 et S02 AZ 02) et sur des conduites en place dans deux puits de mine (24 de courrières et 6bis de Liévin).

- Réservoir S25 :

Le sondage de décompression S25 CC 01.

Ces cinq ouvrages appartiennent à l'Etat et sont gérés (surveillance et entretien) par le DPSM/BRGM. L'utilisation de ces ouvrages par Gazonor nécessitera la signature d'une convention de droit privé entre Gazonor et le BRGM.

Le captage de gaz de mine sur ces sondages permettra de constater l'étendue de l'influence du captage. Pour contrôler l'étendue de cette influence, Gazonor équipera certains sondages périphériques de manomètres Keller afin de mesurer en continu l'évolution de la pression sur ces derniers.

Ces essais entrent dans le champ d'application de l'article 4 du décret 2006-649 ; ils sont soumis à déclaration préalable.

Cette étude de dangers est réalisée dans le cadre de l'article R.512-9 du code de l'environnement. Elle a pour but d'identifier, d'analyser et d'évaluer les risques de l'installation afin de les réduire à un niveau aussi bas que possible, dans des conditions économiquement acceptables.

## 1.2 CADRE REGLEMENTAIRE

La présente étude de dangers est réalisée conformément à la réglementation en vigueur, en particulier :

- ⇒ Le Code de l'Environnement ;
- ⇒ Notamment l'article D181-15-2 modifié par Décret n°2017-609 du 24 avril 2017 - art. 4 du Code de l'Environnement – Partie réglementaire – Livre I ;
- ⇒ L'arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du Livre V du code de l'environnement
- ⇒ 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
- ⇒ La circulaire 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

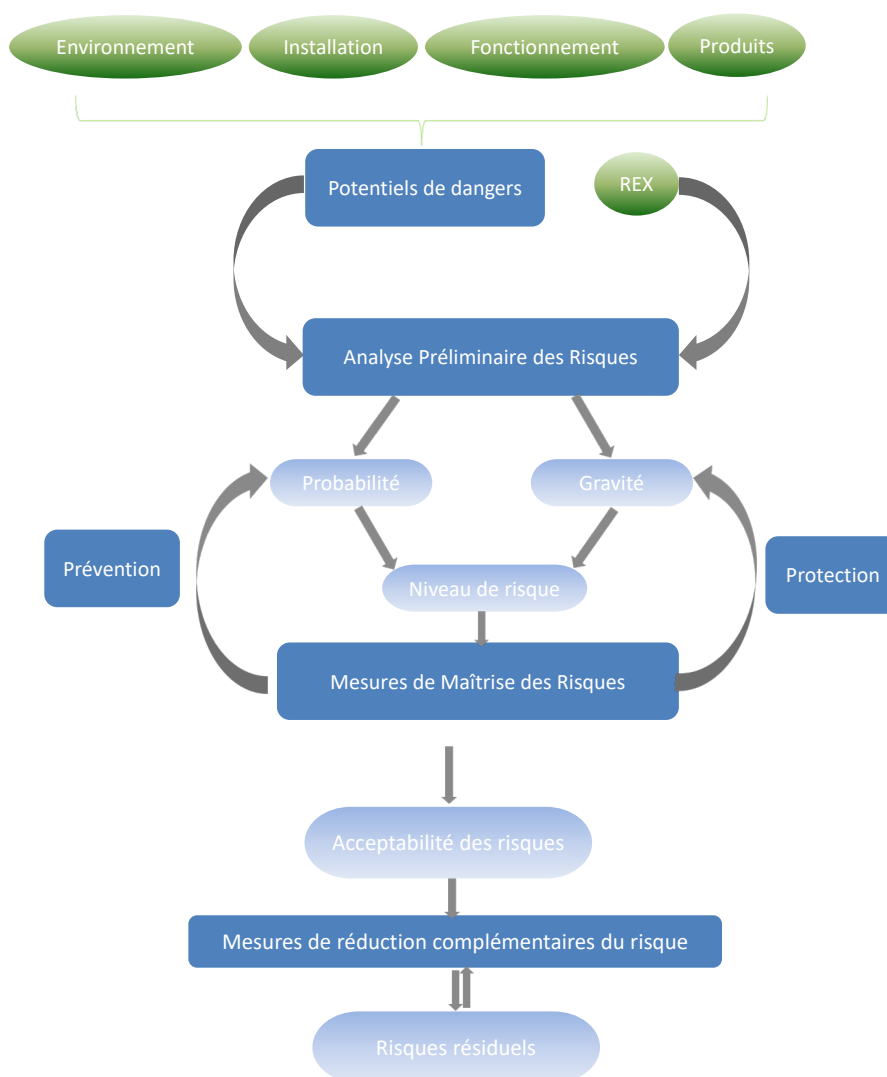
## 1.3 METHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES RISQUES

### 1.3.1 Présentation de la démarche

La gestion des risques constitue donc un processus itératif qui a pour objet de réduire les risques à un niveau jugé acceptable.

L'article D181-15-2 du Code de l'Environnement précise que « Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3. ».

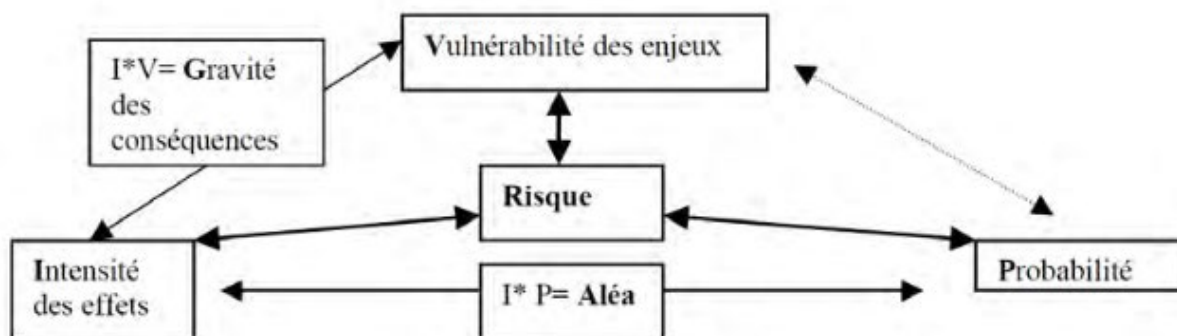
Le schéma suivant présente synthétiquement la méthodologie suivie :



L'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 précise les règles minimales relatives à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets des phénomènes dangereux et de la gravité potentielle des accidents susceptibles de découler de leur exploitation et d'affecter les intérêts visés par l'article L. 511-1 du code de l'environnement.

- une évaluation en terme de **probabilité « P »** : cet indice représente la probabilité d'un accident ou celle du phénomène dangereux, il peut tenir compte de la fréquence des événements initiateurs et du niveau de confiance des mesures de maîtrise des risques ;
- une évaluation en terme de **d'intensité « I »** des phénomènes ;

- une évaluation en terme de **gravité « G »** : la gravité d'un phénomène dangereux se définit par le niveau des conséquences sur les éléments vulnérables engendrées par le phénomène dangereux ;
- la **cinétique « C »** des effets du phénomène.



Cet arrêté est complété par la circulaire 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.

Suivant l'annexe II de l'arrêté du 26 mai 2014, certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs ne seront pas pris en compte dans l'étude de dangers et notamment, en l'absence de règles ou instructions spécifiques, les événements suivants :

- Chute de météorite ;
- Séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R214-112 du code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R214-113 de ce même code ;
- Actes de malveillance.

### 1.3.2 Analyse Préliminaire des Risques

L'APR est une analyse appropriée à la complexité de l'installation et couramment utilisée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'une installation ou d'un projet.

Elle réalise une première cotation des phénomènes identifiés (en **probabilité, intensité des effets, cinétique de développement**). En première approche, la probabilité d'un accident est assimilée à celle du phénomène dangereux associé sur la base des retours d'expérience.

Cette cotation se fait sur la base de l'analyse des retours d'expériences (retour d'expérience de la société communiqué au sein du groupe de travail, bibliographie, et consultation des bases de données existantes).

La cotation est réalisée sans tenir compte dans un premier temps des mesures de maîtrise des risques, puis après description de ces mesures, la cotation est revue tenant compte de ces mesures.

La **gravité** est définie suivant la cotation suivante :

1. Les effets du phénomène dangereux seront limités à l'intérieur du site. Au regard des effets du phénomène dangereux, l'exposition des populations n'est pas un scénario possible.
2. Les effets du phénomène dangereux seront susceptibles de sortir des limites du site directement ou indirectement (effets dominos). Les populations pourraient être exposées aux phénomènes dangereux. Une étude détaillée des effets et de l'exposition doit être effectuée.

Pour l'analyse préliminaire des risques, la grille de criticité retenue est la suivante :



|         |   | Probabilité |   |   |   |   |
|---------|---|-------------|---|---|---|---|
|         |   | E           | D | C | B | A |
| Gravité | 2 |             |   |   |   |   |
|         | 1 |             |   |   |   |   |

Tableau 1 - Grille de criticité de l'APR



Légende : Scénarios retenus pour l'étude détaillée des risques

Ce classement donne lieu à une identification des accidents majeurs qui nécessitent une étude approfondie des risques.

### 1.3.3 Etude détaillée des Risques

La deuxième phase consiste à étudier les scénarios retenus lors de la première phase dans une démarche itérative de réduction des risques à la source.

L'**intensité** des phénomènes peut être affinée tenant de spécificité des installations ou de son environnement.

La **probabilité** est réévaluée en tenant compte d'un arbre des causes et conséquences afin d'utiliser éventuellement une méthode de cotation quantitative et d'étudier les étapes successives de déroulement de l'accident.

La **gravité** est calculée selon la méthode de la fiche 1 de la circulaire du 10/05/2010 : règles de comptage des personnes se trouvant exposées à des effets (létaux ou irréversibles) dans les zones d'effets des différents scénarios d'accident majeur.

**En fonction de la criticité, des mesures supplémentaires de réduction du risque sont étudiées.** Cette démarche vise à supprimer les causes des événements redoutés ou en réduire la probabilité d'occurrence ou en réduire les effets.

Le couple probabilité et gravité est repositionné dans la **matrice de criticité** de la circulaire du 10/05/2010 tenant des mesures de maîtrise des risques de manière itérative jusqu'à atteindre un **niveau de risque résiduel acceptable**, niveau **aussi bas que raisonnablement réalisable (ALARP)**.

### 1.3.4 Cotation PICG

#### 1.3.4.1 PROBABILITE

Les probabilités d'occurrence des phénomènes dangereux et des accidents potentiels doivent être examinées.

L'échelle de probabilité a été définie conformément à l'article 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 : les phénomènes dangereux et accidents potentiels s'inscrivent dans l'échelle de l'annexe I de ce même arrêté. Le type d'appréciation choisi est l'approche semi-quantitative.

| Classe de probabilité<br>Type d'appréciation  | E   | D  | C  | B  | A   |
|---|---|--|--|--|---|
| qualitative <sup>1</sup><br>(les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants) <sup>2</sup> | « événement possible mais extrêmement peu probable » :<br><i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations..</i>   | « événement très improbable » :<br><i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i> | « événement improbable » :<br><i>un événement similaire déjà rencontré 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.</i> | « événement probable » :<br><i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.</i> | « événement courant » :<br><i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installations, malgré d'éventuelles mesures correctives.</i> |
| semi-quantitative   | <b>Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 du présent arrêté</b> |  |  |  |   |
| Quantitative (par unité et par an)  | $10^{-5}$   | $10^{-4}$  | $10^{-3}$  | $10^{-2}$  |   |

Tableau 2 - Grille de cotation de la probabilité

#### 1.3.4.2 CINETIQUE

Les études de dangers fournissent des éléments de cinétique d'évolution des phénomènes dangereux et de propagation de leurs effets, tenant compte de la cinétique de mise en œuvre des mesures de sécurité, afin de permettre la planification et le choix des éventuelles mesures à prendre à l'extérieur du site. Ces éléments permettent notamment la définition par l'Etat des mesures les plus adaptées passives (actions sur l'urbanisme) ou actives (plans d'urgence externes) pour la protection des populations et de l'environnement.

Sont prises en compte, d'une part, la cinétique d'apparition et d'évolution du phénomène dangereux correspondant et, d'autre part, celle de l'atteinte des éléments vulnérables puis de la durée de leur exposition au niveau d'intensité des effets correspondant.

La cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.

#### 1.3.4.3 INTENSITE

L'intensité des effets des phénomènes dangereux est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets toxiques, d'effets de suppression, d'effets thermiques et d'effets liés à l'impact d'un projectile, pour les hommes et les structures.

Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de **surpression** sont les suivantes :

| Effet de pression | Effets sur l'homme  | Effets sur les structures                           |
|-------------------|---|---|
| 20 hPa ou mbar    | Seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme (1)   | Seuil des destructions significatives de vitres (1) |
| 50 hPa ou mbar    | Seuils des <b>effets irréversibles</b> délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »   | Seuil des dégâts légers sur les structures          |
| 140 hPa ou mbar   | Seuil des <b>effets létaux</b> délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement                    | Seuil des dégâts graves sur les structures          |
| 200 hPa ou mbar   | Seuil des <b>effets létaux significatifs</b> délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement | Seuil des effets domino (2)                         |
| 300 hPa ou mbar   | /   | Seuil des dégâts très graves sur les structures     |

(1) Compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à deux fois la distance d'effet obtenue pour une surpression de 50 mbar.

(2) Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

Les valeurs de référence relatives aux seuils d'**effets thermiques** sont les suivantes :

| Densité de flux thermique | Effets sur l'homme  | Effets sur les structures  |
|---------------------------|---|--|
| 3 kW/m <sup>2</sup>       | Seuil des <b>effets irréversibles</b> délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »  |  |
| 5 kW/m <sup>2</sup>       | Seuil des <b>effets létaux</b> délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement                    | Seuil des destructions de vitres significatives  |
| 8 kW/m <sup>2</sup>       | Seuil des <b>effets létaux significatifs</b> délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement | Seuil des effets domino <sup>1</sup> et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures                                     |
| 16 kW/m <sup>2</sup>      | /   | Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton |
| 20 kW/m <sup>2</sup>      | /   | Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton             |
| 200 kW/m <sup>2</sup>     | /   | Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes  |

<sup>1</sup> Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

Les effets liés à l'impact d'un projectile ou « **effets missiles** » :

Compte tenu des connaissances limitées en matière de détermination et de modélisation des effets missiles, l'évaluation des « effets missiles » d'un accident potentiel nécessite une analyse, au cas par cas, justifiée par l'exploitant et le tiers expert.

#### 1.3.4.4 GRAVITE

La **gravité des conséquences potentielles prévisibles** d'un accident sur les personnes physiques, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'**intensité** des effets d'un phénomène dangereux et de la **vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets**, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet. Pour les effets toxiques, les personnes exposées se limitent aux personnes potentiellement présentes dans le panache de dispersion du toxique considéré.

Les zones d'effet seront déterminées à partir du calcul ou de la modélisation de l'intensité d'un phénomène dangereux et des seuils définis par l'arrêté du 29 septembre 2005. Au sein de ces zones, seront comptés le nombre potentiel de personnes exposé au phénomène.

Les règles de comptage des personnes exposées à des effets (létaux ou irréversibles) se baseront sur la méthodologie de l'annexe 1 de la circulaire du 10/05/2010.

Suivant les règles de la circulaire :

- Un champ, une friche ou une zone boisée est classé **terrain non aménagé et très peu fréquenté**. Compter 1 personne par tranche de 100 ha.
- Les voies de circulation non structurantes (chemins) sont classées en **terrains aménagés mais peu fréquentés**. Compter 1 personne par tranche de 10 ha.
- Pour les autres lieux de fréquentation publique, jardin privatif, voies de circulation structurantes, parkings, nous avons retenu la fréquentation **d'un terrain aménagé et potentiellement fréquenté**. Compter 10 personnes à l'hectare.

L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations est la suivante :

| NIVEAU DE GRAVITÉ<br>des conséquences | ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL<br>des effets létaux significatifs | ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL<br>des effets létaux | ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL<br>des effets irréversibles<br>sur la vie humaine            |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Désastreux.                           | Plus de 10 personnes exposées (1).                             | 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<br>exposées.  |
| Important.                            | Au plus 1 personne exposée.                                    | Entre 1 et 10 personnes exposées.                | 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<br>effets irréversibles inférieure à<br>« une personne ». |

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

Tableau 3 - Grille de cotation en gravité de l'arrêté du 29 septembre 2005

Dans le cas où les trois critères de l'échelle (effets létaux significatifs, premiers effets létaux et effets irréversibles pour la santé humaine) ne conduisent pas à la même classe de gravité, c'est la classe la plus grave qui est retenue.



## CHAPITRE 2. PRESENTATION DU PROJET



## 2.4 DEROULEMENT DES ESSAIS DE CAPTAGE

Les essais de captage seront réalisés sur des sondages de décompression et puits de mine existants qui sont positionnés sur les points hauts du gisement houillers (afin d'évacuer le gaz de mine pendant l'ennoyage naturel des vides miniers). Une unité de test mobile (UTM), containerisée, sera implantée dans l'emprise existante des ouvrages testés.

L'objectif des essais de captage est de caractériser les vides miniers non ennoyés :

- volume du réservoir ;
- qualité du gaz de mine (CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) ;
- débit de désorption du réservoir ;
- emprise du réservoir.

Cinq ouvrages ont été retenus pour cette campagne de test de captage :

- Puits 6 bis de Liévin (Angres) ;
- Puits 24 de Courrières (Estevelles) ;
- Sondage de décompression S20 (Hulluch) ;
- Sondage de décompression S25 (Divion) ;
- Sondage de décompression S02 (Escaudain).

Les différentes phases de l'essai pour chaque ouvrage sont les suivantes :

- 1- Mise en place de l'UTM dans l'enceinte existante de l'ouvrage ou en voisinage direct ;
- 2- Contrôle puis essais de mise en service ;
- 3- Marche automatique de la station de captage ;
- 4- Arrêt station de captage mobile et suivi de la remontée en pression du réservoir ; analyse de la désorption des charbons à travers l'étude de la composition du gaz, pression, débit et l'étude des zones d'influence des essais afin de mieux caractériser les interconnexions entre vides miniers ;
- 5- Optionnel : seconde phase de captage ;
- 6- Optionnel : Arrêt station de captage mobile et suivi de la remontée en pression du réservoir ;
- 7- Démobilisation de la station de captage.

La durée prévisionnelle de chaque essai de captage est de 11 à 12 jours, amené et replis de l'UTM compris.

Les différentes phases des essais de captage sont détaillées dans le paragraphe 4 de la Déclaration d'Ouverture de Travaux Miniers.

## 2.5 CARACTERISTIQUES DU GAZ DE MINES

Les caractéristiques du gaz de mine sont les suivantes :

> Composition :

| Composé         | %              |
|-----------------|----------------|
| CH <sub>4</sub> | 29 à 90 %      |
| CO <sub>2</sub> | 8 à 16 %       |
| N <sub>2</sub>  | 30 à 44 %      |
| Alcanes         | <1 %           |
| Gaz rares       | <0,2 %         |
| CO              | <5ppm          |
| H <sub>2</sub>  | Traces parfois |

> Propriétés :

| Propriétés                         |  |
|------------------------------------|--|
| Pression du réservoir minier       | Proche de la pression atmosphérique ou en dépression modérée (jusqu'à -0,5 barg environ) |
| Point de rosée                     | 1 à 4°C  |
| Température en sortie de réservoir | 15°C   |
| masse molaire                      | 18.5g/mol  |
| chaleur de combustion              | 3.34e7 J/kg  |
| Domaine d'inflammabilité           | LIE 5 % et LSE 15 %  |
| Aspect                             | Incolore sans odeur  |
| Toxicologie                        | Non toxique mais produits de combustion toxiques. Risque d'anoxie en milieu confiné.     |

> Conditions des essais de captage :

| Conditions              |   |
|-------------------------|---|
| Débit de captage du gaz | 300 à 1000 m³/h                               |
| Dépression d'aspiration | 560 mbar maximal                              |
| Puissance électrique    | 25kW produit en 3*400V par groupe électrogène |

## 2.6 LOCALISATION DES OUVRAGES, DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT PROCHE

### 2.6.1 6bis de Liévin

Le puits 6 bis de Liévin est implanté sur la commune d'Angres sur la parcelle cadastrée AI 163, dans la concession Poissonnière. Il est situé dans une clairière, autour d'espaces boisés. Les premières habitations individuelles sont situées à environ 250 m au Sud-Est du puits. Il s'agit d'un quartier résidentiel qui longe la route départementale. La société Palchem, usine chimique classée à Autorisation Seveso seuil bas, est située au Nord-Est du puits, à 90 m des bâtiments principaux.

L'accès se fait à partir de la rue des Normands dans la commune d'Angres. Un chemin carrossable, traversant les parcelles AI 9 et AI 80 appartenant au département du Pas-de-Calais, permet l'accès jusqu'à proximité du puits.





**Figure 1. Localisation du puits 6 bis de Liévin**



**Figure 2. Localisation des bâtiments à proximité du puits**

## 2.6.2 24 de Courrières

Le puits 24 de Courrières est localisé dans la concession de Poissonnière, sur la commune d'Estevelles, parcelle AD294. Le puits se situe à environ 250 m au nord du tissu urbain périphérique de la commune d'Estevelles, zone mixte urbaine affectée à l'habitat, aux équipements collectifs, aux commerces et services. Le puits est situé au pied du terril d'Estevelles, dans la zone de protection UNESCO.

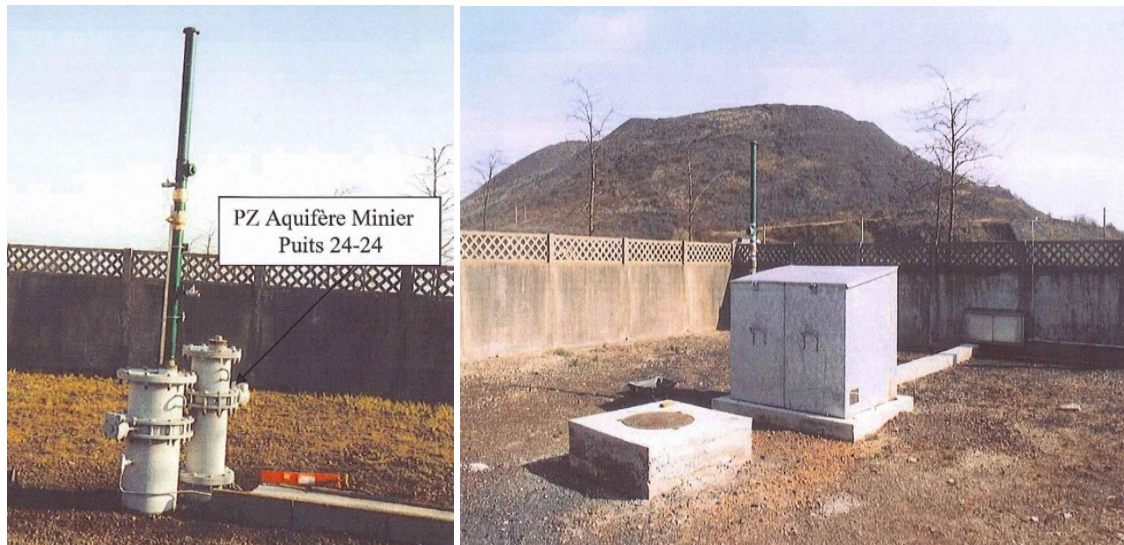
L'accès au puits se fait à partir de l'avenue de la fosse 24 à Estevelles. Un chemin carrossable permet par la suite d'accéder au site. Ce chemin est situé sur plusieurs parcelles (AD 272, AD 276, AD 283, AD 284, AD 290, AD 291, AD 292 et AD 295) ; toutes sont la propriété de la commune d'Estevelles.



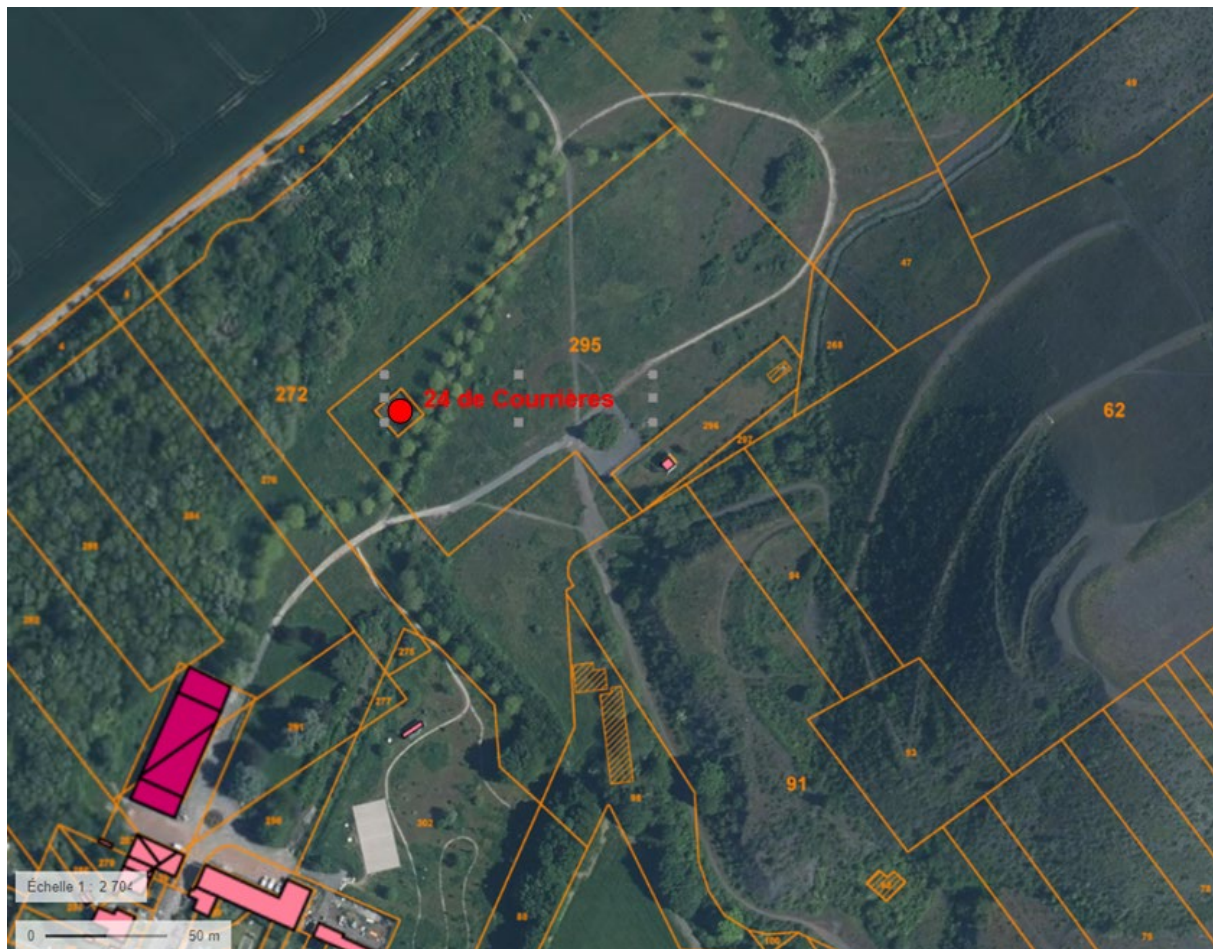
**Figure 3. Localisation du puits 24 de Courrières**

Aucune installation classée pour la protection de l'environnement n'est présente dans un rayon de 1 km autour du projet.





**Figure 4. Environnement du 24 de Courrières**



**Figure 5. Localisation des bâtiments à proximité du puits**

### 2.6.3 S25 CC 01

Le sondage S25 CC 01 est implanté sur la commune de Divion, sur la parcelle cadastrée AF 186. Il est inclus dans la concession Poissonnière.

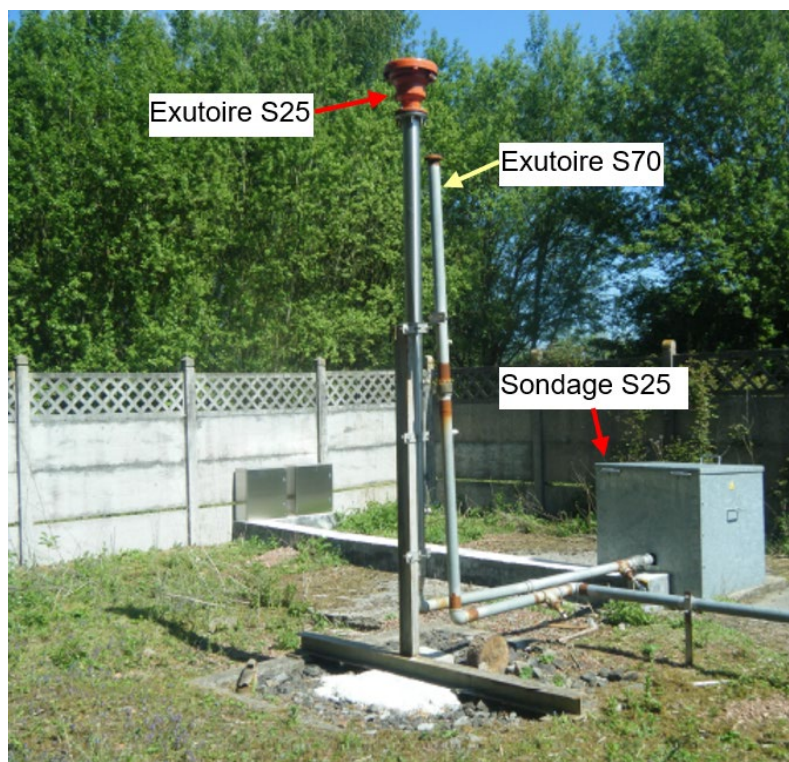
Les premières habitations individuelles situées à proximité du sondage S25 CC 01 se trouvent à environ 100 m au Nord-Est, de l'autre côté de la D351. L'établissement public le plus proche correspond à l'école primaire Pierre et Marie Curie, situé à Divion à 250 m au Sud-Est du projet. Une école maternelle se trouve également à 450 m à l'Est. La Polyclinique de la Clarence est située à 650 m. L'enceinte clôturée dans laquelle est située le sondage de décompression est implantée en bordure de la zone industrielle de la Clarence (à 30m). Toutefois, aucune installation classée ne se trouve à proximité du sondage.

L'accès au sondage se fait à partir de la rue de la République dans la commune de Divion. Un chemin carrossable permet par la suite d'accéder à proximité du site. Ce chemin est positionné sur la parcelle AF 190, propriété de la commune de Divion.

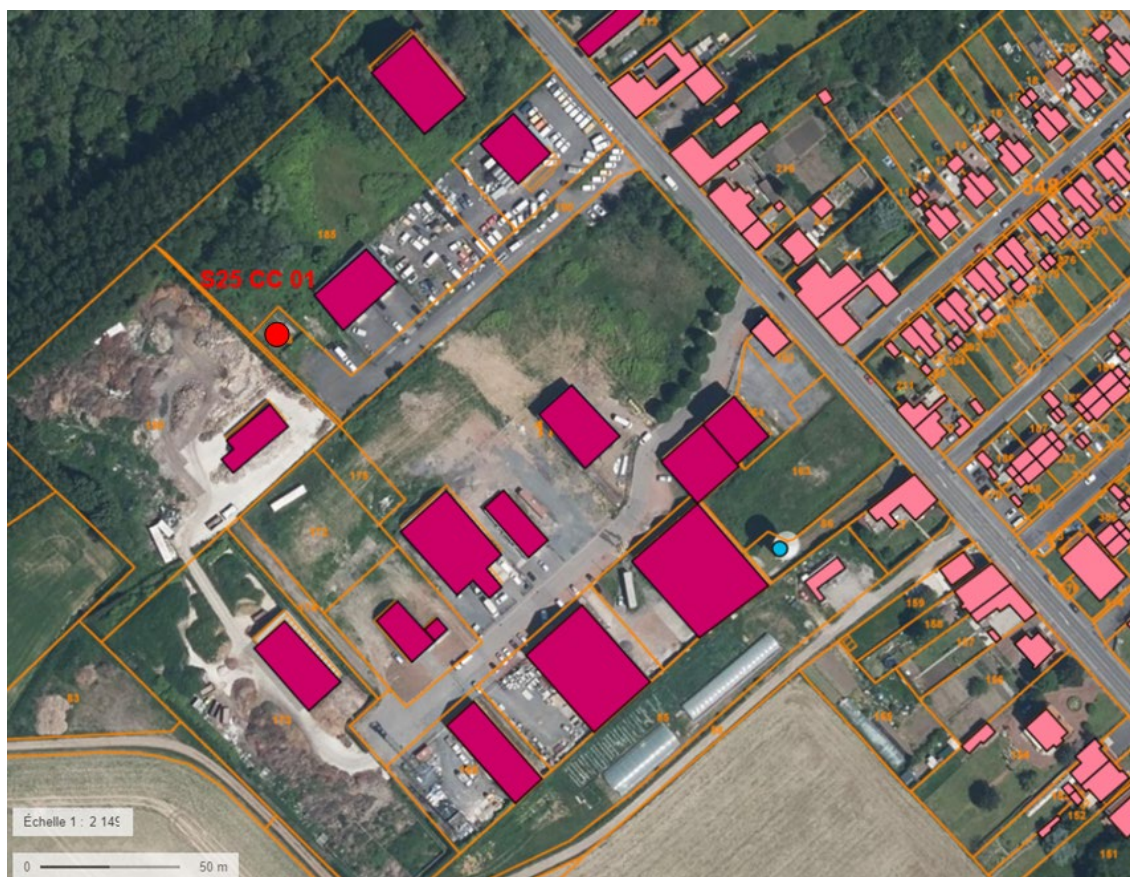


**Figure 6. Localisation du sondage S25 CC 01**





**Figure 7. Environnement du sondage S25 CC 01**



**Figure 8. Localisation des bâtiments à proximité du sondage**



## 2.6.4 S20 LS 01

Ce sondage est localisé dans la concession de Poissonnière, sur la commune d'Hulluch, parcelle AE 127. L'accès se fait à partir de la rue Roger Salengro à Hulluch. Un chemin carrossable passant devant le centre sportif permet l'accès jusqu'au site.

Les premières habitations individuelles situées à proximité du sondage se situent à 90 m au Sud-Est, derrière de minces couverts forestiers.

L'établissement public le plus proche du sondage correspond à l'école primaire Pierre Perret, située sur la commune de Haisnes à environ 490 m à l'Ouest. L'école primaire est également séparée du site par un mince couvert forestier. Une seconde école, l'école maternelle Pierre Perret, se situe à environ 230 m à l'Ouest du sondage. Aucune installation classée se trouve à proximité du sondage.



**Figure 9. Localisation du sondage S20 LS 01**



**Figure 10.**Environnement du sondage S20 LS 01



**Figure 11.**Localisation des bâtiments à proximité du sondage



## 2.6.5 S02 AZ 02

Le sondage de décompression S02 AZ 02 est implanté sur la commune d'Escaudain dans la parcelle cadastrée AH 193. Ce terrain est la propriété de la Direction Régionale des Finances Publiques des Hauts-de-France, 82 avenue du Président à Lille (59800). L'accès au site se fait sur la parcelle AH 192 qui est la propriété de la commune d'Escaudain. Le sondage est compris dans la concession Désirée.

Les premières habitations individuelles sont situées à environ 50 m à l'Ouest du sondage. Il s'agit d'un quartier résidentiel.

Les établissements recevant du public les plus proches sont situés à Escaudain (école maternelle et école élémentaire), à environ 600 m au sud du projet. Le terriil en bordure du projet est considéré comme un espace de promenade. Aucune installation classée n'est présente à proximité du sondage.



**Figure 12. Localisation du sondage S02 AZ 02**





**Figure 13. Environnement du sondage S02 AZ 02**



**Figure 14. Localisation des bâtiments à proximité du sondage**

## 2.6.6 Synthèse des enjeux humains à proximité des sites

Seul le sondage S20 est situé à proximité d'habitation (50 m). Les sondages S25 et S02 sont plus éloignés (90 et 100 m) et les puits 24 de Courrières et 6bis de Liévin ne sont pas concernés par la présence d'habitations dans leur environnement proche.

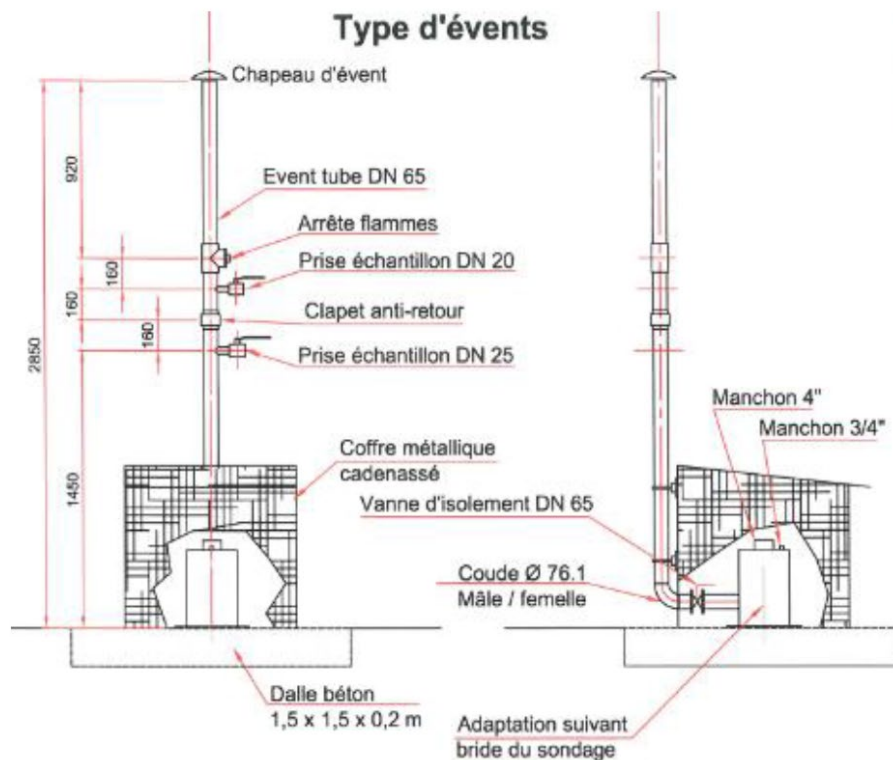
Le puits 6bis de Liévin est situé à 90 m des bâtiments principaux d'une usine chimique classée à Autorisation Seveso seuil bas (société Palchem). Les autres ouvrages ne sont pas concernés par la présence d'établissements classés ou sensibles dans leur voisinage proche. A noter toutefois que le sondage S25 est situé en bordure de la zone industrielle de la Clarence (30 m).

Le sondage S20 est situé dans un parc fréquenté par des piétons. De même, le sondage S02 et les puits 24 de Courrières et 6bis de Liévin sont situés à proximité de chemins potentiellement fréquentés par des promeneurs.

## 2.7 INSTALLATIONS DE CAPTAGE

### 2.7.1 Enceinte des ouvrages

L'unité de test mobile sera implantée dans les enceintes bétons existantes entourant les ouvrages testés. A noter que le puits 6bis de Liévin n'est pas implanté dans une telle enceinte ; l'UTM sera alors implantée à proximité immédiate du puits et ceinturée par des barrières Heras.



**Figure 15. Tête de sondage de décompression ou puits de mine**

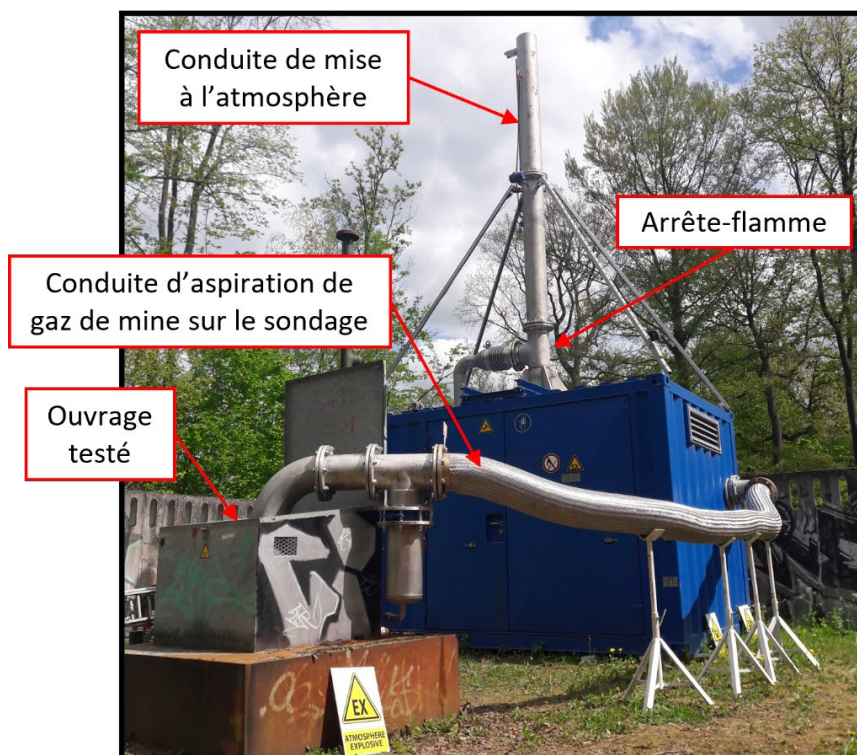
Les enceintes bétons dans lesquelles sont implantées les ouvrages testés ont généralement une dimension de 12 m x 12 m, pour une hauteur de 2 m.

### 2.7.2 Unité de test mobile

L'UTM qui sera mobilisée pour les tests a été conçue pour aspirer du gaz provenant de vieux chantiers miniers. Cette station a été étudiée et fabriquée spécifiquement pour Gazonor, avec du matériel adapté à cet usage.

Elle dispose d'une certification DVGW (normalisation gaz allemande, règles techniques et scientifiques tenant compte de la sécurité, de l'hygiène et de la protection de l'environnement).

Le container mobile a les dimensions suivantes : 2,5 x 4 m sur une hauteur de 2,6 m. La conduite de mise à l'atmosphère culmine à 7,5 m du sol.



**Figure 16. Photographie de l'UTM Gazonor**

Le groupe de pompage du gaz est formé d'un compresseur volumétrique à lobes rotatifs (de type Roots) et ATEX. Deux rotors parallèles avec un profil en 8 tournent en direction opposée. Le gaz est acheminé dans l'espace entre chaque rotor et le corps, où il est piégé, transporté et évacué par la rotation. Il n'y a pas de compression interne et pas de contact mécanique entre les rotors et le cylindre. Ce type de compresseur ne provoque pas de frottements des lobes pouvant être à l'origine d'incendie. La vitesse du groupe de pompage est ajustée par variateur de vitesse.

Le pilotage des équipements peut être automatique par automate programmable. Les capteurs qui sont utilisés pour le pilotage sont :

- T° de la pompe ;
- Détecteur de gaz air ambiant du container ;
- Détecteur de gaz bride d'entrée ;
- T° des sécurités anti-déflagration ;
- Pression amont et aval du groupe de pompage ;
- Niveau réservoir à condensats.

Les seuils de déclenchement sont réglés aux valeurs suivantes :

| Détecteur de gaz bride d'entrée  | Détecteur de gaz air ambiant du container   |
|--|---|
| O <sub>2</sub> à 6 % → Alarme  | Un détecteur gaz raccordé à une centrale de mesure contrôle l'air dans le container. A 1 % de CH <sub>4</sub> dans l'air ambiant il déclenche une alarme. Si la teneur de CH <sub>4</sub> dépasse 1,5 % de méthane la station se met automatiquement à l'arrêt. |
| O <sub>2</sub> à 7,5 % → Déclenchement automatique de la station et arrêt du captage |   |
| CH <sub>4</sub> à 30 % → Alarme  | Dans le local électrique, attenant à la salle des machines, mais séparé par une cloison étanche il y a également un capteur de détection. Alarme à 0,4 % et déclenchement à 0,5 % de méthane dans l'air.  |
| CH <sub>4</sub> à 25 % → Déclenchement automatique de la station et arrêt du captage |   |



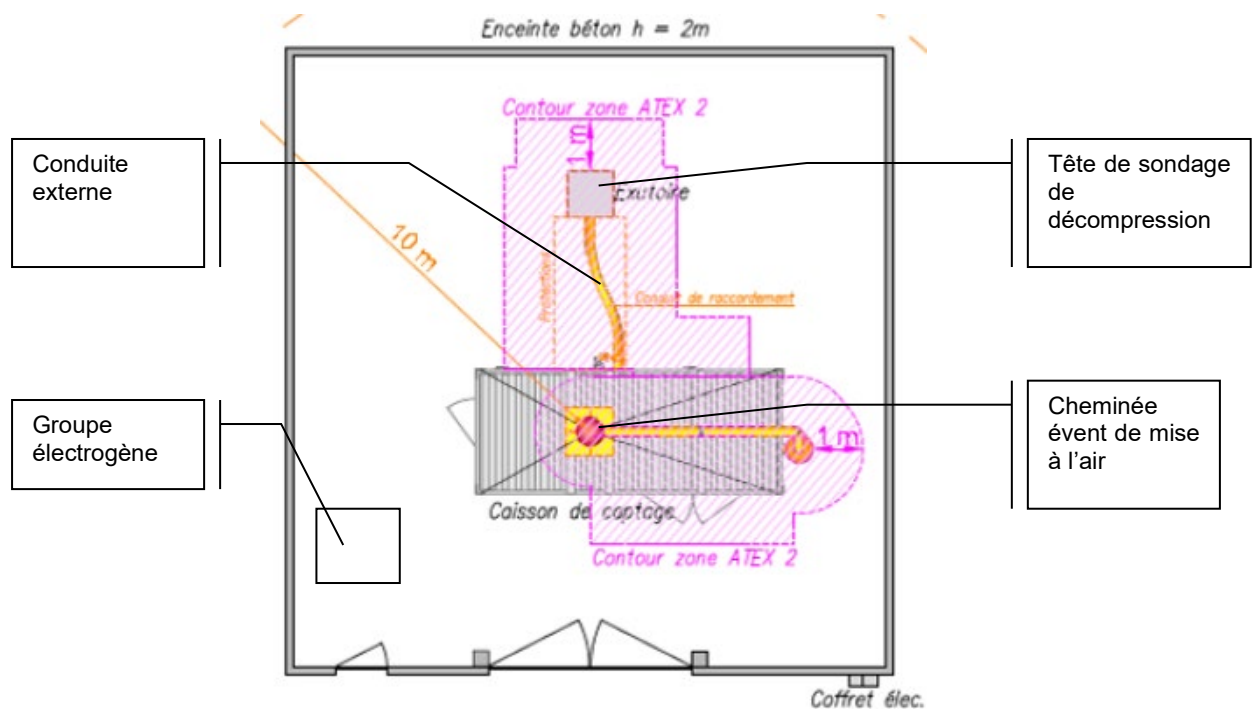
### 2.7.3 Conduite externe reliant l'UTM à la tête de sondage

Une conduite d'aspiration en tuyau flexible métallique (Thermoflex) sera utilisée pour raccorder l'UTM à l'ouvrage. Ces flexibles peuvent être utilisés à des températures jusqu'à 600°C et à des pressions jusqu'à 10 bars. Ils sont compatibles aux dépressions qui seront appliquées par l'UTM. Ces tuyaux ont des performances de résistance très importantes, leur pression d'éclatement étant supérieure à 40 bars. Un gardiennage sera assuré 24h24, 7j/7, pendant toute la durée de présence de l'UTM sur les différents sites, interdisant de ce fait tout risque de dégradation ou de vandalisme sur la conduite d'aspiration notamment. Par ailleurs, la conduite d'aspiration sera incluse dans la zone clôturée par les murs bétons ou par des barrières Heras.

### 2.7.4 Alimentation électrique par groupe électrogène

L'alimentation électrique de l'UTM sera assurée par un groupe électrogène disposé en dehors des zones Atex. Le câble d'alimentation sera disposé hors zone Atex et raccordé dans le local de commande de la station mobile.

### 2.7.5 Schéma global



**Figure 17. Schéma des installations**

## CHAPITRE 3. CARACTERISATION DES DANGERS

## 3.1 ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

### 3.1.1 Sources des données

Les sources bibliographiques utilisées dans la présente étude sont :

- Base de données ARIA du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles – MEDD) ;
- Eude INERIS n°DRA-07-88414-10586B « Etude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles » du 18/01/2008 ;
- Etude INERIS DRA32 n°46032 « Etude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et au gaz naturel » du 10/04/2006 ;
- Guide méthodologique pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz naturel ou assimilé et produits chimiques, Rapport n°2008/01, Edition de janvier 2014, GESIP.

La base ARIA est la principale source de données utilisée pour le recensement des risques technologiques.

La base de données informatisée ARIA centralise toutes les informations relatives aux accidents, pollutions graves et incidents significatifs survenus dans les installations susceptibles de porter atteinte à l'environnement, à la sécurité ou la santé publique. Ces activités peuvent être industrielles, commerciales, agricoles ou de toute autre nature. Les accidents survenus hors des installations mais liés à leur activité sont aussi traités, en particulier ceux mettant en cause le transport de matières dangereuses.

### 3.1.2 Analyse des incidents et accidents pour des installations d'exploitation de gaz de mines

Les retours d'expérience des accidents survenus dans le passé sont souvent riches d'enseignements sur les causes ou les défaillances les plus fréquentes.

Afin de déterminer le type d'accidents pouvant survenir sur le site, des informations ont été recueillies sur la base ARIA (Analyse, Recherche et Informations sur les Accidents) du BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles) pour identifier les incidents/accidents survenus sur des installations comparables.

Selon les recherches les termes « gaz de mine », « grisou » ne renvoient pas à des événements pertinents dans le cadre de la présente étude. Le terme « mine » renvoie à des accidents au sein de galeries souterraines lors de l'exploitation du bassin minier, mais n'est pas pertinent dans le cas présent (les éventuelles émissions de gaz de mine seraient réalisées à l'atmosphère, en espace non confiné et non encombré).

Une recherche des termes « pompage gaz naturel » a été réalisée ; 11 accidents sont recensés en France. Aucun de ces derniers n'est pertinent, les activités, produits et installations en jeux n'étant pas en lien direct ou indirect avec le projet de Gazonor.

Aucun incident concernant les installations d'exploitations de gaz de mine n'est référencé.

### 3.1.3 Analyse des incidents et accidents pour des installations similaires

Les accidents des installations de production de biogaz sont analysés également car ces installations présentent des similitudes avec celles de Gazonor : le gaz de mine et le biogaz contiennent du méthane et la pression dans les canalisations est faible.

La base de données ARIA montre que les explosions liées au biogaz sont assez fréquentes mais les conséquences se limitent majoritairement à des dégâts matériels.

Les principaux cas d'explosion de biogaz proviennent de phénomènes de migration du biogaz, principalement dans les décharges d'ordures ménagères ou de déchets industriels.

Les explosions sont liées généralement à une fuite et à une accumulation de biogaz à l'intérieur d'un local confiné ou à une fuite sur une installation située à proximité d'un local confiné suivie d'une migration et de l'accumulation du biogaz à l'intérieur de ce local.

Selon le retour d'expérience tiré du rapport d'étude INERIS n°DRA-07-88414-10586B (18 janvier 2008), les principaux incidents/accidents produits dans les installations industrielles ou agricoles rapportés sont :

- Suppression interne à l'intérieur du méthaniseur ;
- Rupture d'une canalisation de biogaz à l'intérieur d'une enceinte confinée ;
- Gel des soupapes du méthaniseur.

Le guide indique la nécessité :

- De concevoir des plans d'intervention et de le respecter avant intervention ;
- La mise en place d'une ventilation suffisante des locaux dans lesquels du biogaz peut s'accumuler ;
- La mise en place de matériel protégé à l'intérieur des zones susceptibles de contenir une atmosphère explosive pour éviter son inflammation ;
- Les soupapes de sécurité disposent d'un dispositif antigel.

Le guide GESIP référence le retour d'expérience mis en commun par TIGF et GRTgaz sur les canalisations de gaz sous pression.

L'analyse de ce retour d'expérience GRTgaz et TIGF sur la période 1970-1990 montre que :

- 80 % des ruptures de canalisation ont pour cause des travaux des tiers, les 20 % restants des mouvements de terrain,
- 43 % des petites brèches ont pour cause des travaux des tiers, les 57 % restants de la corrosion et autres.

Dans l'étude INERIS DRA32 du 10/04/06 « étude comparative des dangers et des risques liés au biogaz et gaz naturel » indique deux causes de fuites de gaz, en raison :

- de ruptures de canalisations en « fonte grise », sur le réseau de distribution de Gaz de France ;
- d'utilisation de matériel défectueux, d'un défaut de ventilation des locaux ou d'un manque de vigilance des utilisateurs qui conduisent dans la majorité des cas à des intoxications à l'oxyde de carbone.

### 3.1.4 Retour d'expérience de la société Gazonor

En France, Charbonnages de France a eu recours à différentes reprises à du captage de gaz de mine avec des stations mobiles, surtout dans la phase des travaux de fermeture des puits de mine (Houillères du Bassin de Lorraine). Le dégazage des puits permettait entre autres, de mieux maîtriser les émanations de gaz lors des travaux de fermeture.

On peut citer des essais de ce type sur les installations suivantes :

- Puits 2 à l'Hôpital, essai de captage suite à des émanations de gaz en surface ;
- Puits De Vernejoul à Creutzwald pour la mise en sécurité lors de travaux de fermeture ;
- Puits 3 de Wendel, essai de captage pour quantifier le réservoir.

L'unité de test de mobile mobilisée pour les essais de captage sur les sondages présentés dans cette DOTM a été utilisée en 2017 et 2018 par Gazonor sur plusieurs sondages du secteur du Valenciennois et sur un puits de mine à Anderlues, en Belgique. Plus récemment, l'UTM a été utilisée en 2021 et 2022 sur deux autres puits de mine situés également en Belgique. Aucun accident et/ou incident n'a eu lieu.

En Sarre des essais similaires ont été réalisés à maintes reprises par SaarEnergie pour des quantifications de potentiel et pour sécuriser certains travaux. On peut citer :

- Puits Sinnerthal ;

- Galerie Ludwig Luisenthal ;
- Puits Mehlpfuhl ;
- Puits Landsweiler ;
- Galerie Kallenberg Quierschied ;
- Puits Gouvysweiher.

Aucun accident ne ressort des bases de données concernant ces captages.

Aucun accident, incident n'a été recensé sur les installations de Gazonor.

### 3.1.5 Conclusions

Aucun retour d'expérience d'accident n'est référencé pour les installations de captage de gaz de mine par le BARPI.

Le retour d'expérience sur des installations similaires (installations de méthanisation) nous renseigne sur les situations de dangers qu'il convient d'examiner :

- Rupture d'une canalisation de gaz à l'intérieur d'une enceinte confinée pouvant entraîner une explosion ;
- Gel des soupapes de sécurité ;
- Dégâts causés par des travaux des tiers ;
- Usures ou corrosion du matériel ;
- Intoxications pour le personnel.

## 3.2 INVENTAIRE DES DANGERS

### 3.2.1 Introduction

L'objectif est ici de recenser l'ensemble des potentiels de dangers qui pourraient entraîner un accident, qu'ils aient déjà entraîné un accident ou non sur des sites similaires.

On distinguera deux types de potentiels de dangers :

- **les dangers aux causes internes** : ce sont les risques que peut présenter le site, liés à la qualité de celui-ci, aux produits qu'il contient, à son exploitation ;
- **les dangers aux causes externes** : ce sont les risques qu'encourt le site du fait de son environnement soit naturel, soit humain.

Le recoupement de la description des installations et des activités exercées permet de répertorier les sources potentielles de danger et les types de risques qui leurs sont associés.

### 3.2.2 Dangers liés aux produits

Les principaux produits dangereux présents sur le site se limitent au gaz de mine extrait du sondage ou du puits de mine. Le projet ne prévoit pas en effet l'utilisation, le stockage ou la production d'autres produits dangereux.

#### 3.2.2.1 RISQUES D'INCENDIE OU D'EXPLOSION DU GAZ DE MINE

##### ■ CAUSES ET ORIGINES DU RISQUE

Le gaz de mine est un gaz inflammable lorsque les conditions suivantes sont présentes simultanément :

- La teneur en gaz dans l'air est comprise entre la Limite Inférieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LII ou LIE) et la Limite Supérieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LSI ou LSE) ;



- Le gaz de mine est en présence d'une source de chaleur provoquée par un élément extérieur (étincelle, point chaud...) et qui entraîne une élévation locale de température, dès que la température du mélange est assez élevée (supérieure à 500°C). A titre indicatif, la température d'auto-inflammation du mélange air-méthane est de 595°C.

L'expérience de Gazonor montre que le gaz de mine est concentré en méthane suite à l'ennoyage des mines (supérieur à la limite LSE).

Les causes possibles de la perte de confinement sont multiples :

- choc sur une canalisation entraînant sa rupture ;
- fuite sur un équipement de la canalisation (vanne, joint, etc.) ;
- fuite sur un équipement.

Plusieurs retours d'expérience illustrent ces causes :

- REX : fuite canalisation (pas de traitement du biogaz, vétusté des installations) – Achères (78) – Oct. 2013 (Base ARIA) ;
- REX : défaut de fonctionnement d'une vanne sur le réseau d'extraction du biogaz imposant le délutage pendant 1h30 – Achères (78) – Mars 2012 (Base ARIA) ;
- REX : choc du portique supportant la tuyauterie aérienne de biogaz par une grue lors de travaux sans fuite ni rupture, torchage (déclenchement de la procédure de sécurité – Valenton (94) – Janv. 2012 (Base ARIA).

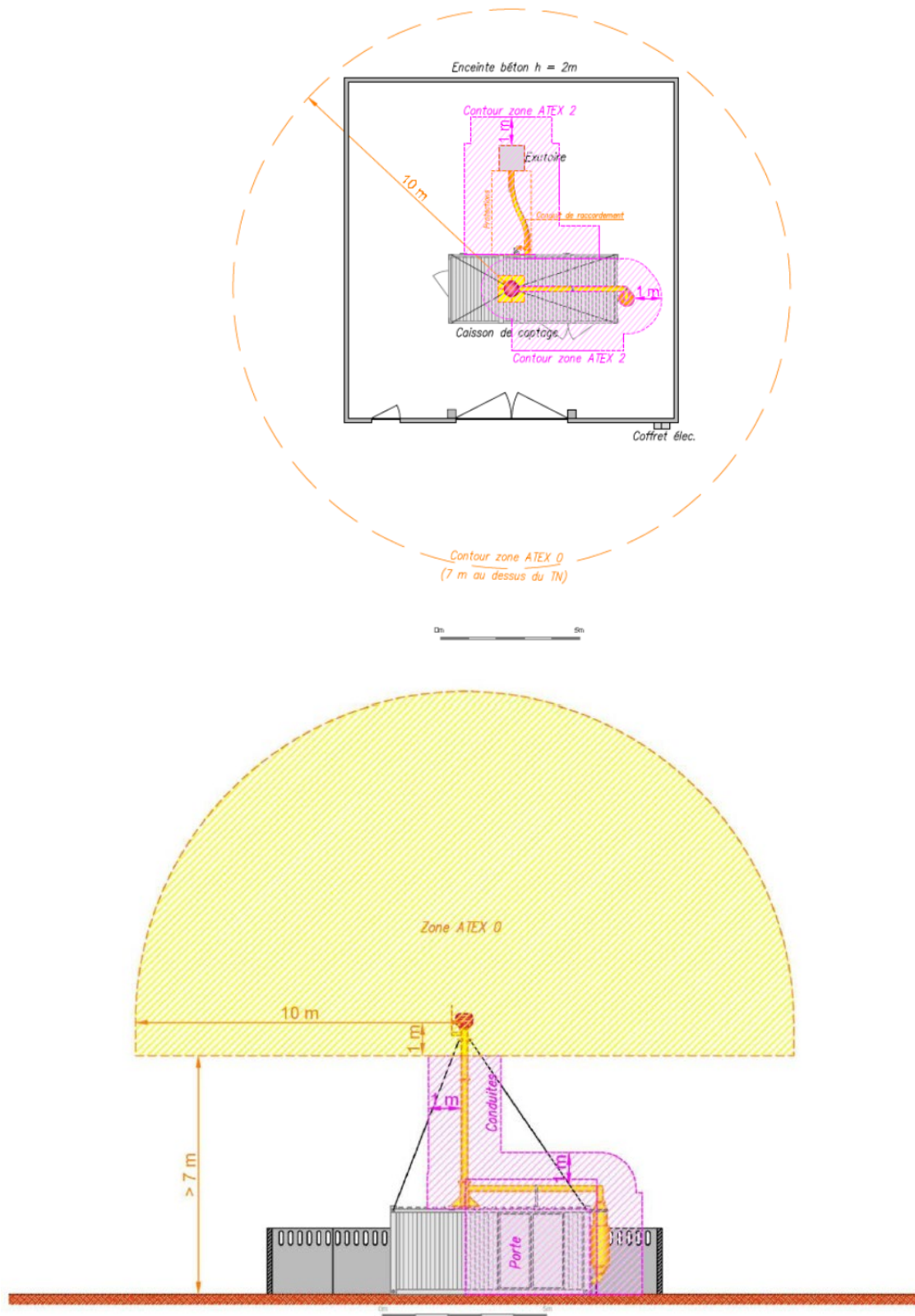
#### ■ ZONAGE ATEX REGLEMENTAIRE

Pour les essais, le classement Atex défini par Gazonor est le suivant :

- Zone 0 : Cylindre de rayon de 10 m autour de l'extrémité de l'évent de rejets, ce cylindre s'arrête un mètre sous l'extrémité de l'évent. Pour notre application cette zone débute à 7 m au-dessus du niveau du sol.
- Zone 2 : Cylindre d'un mètre, autour des tuyauteries bridées externes au container de captage. La salle des machines du container est également classée en zone 2, les orifices (porte salle des machines, orifices de ventilation) sont entourés d'une zone 2.
- Hors zone : le local électrique qui est attenant à la salle des machines mais séparé par une cloison étanche. Ce local est surveillé par un capteur de détection CH<sub>4</sub> et il est ventilé. L'accès à ce local se fait par une porte spécifique disposée à l'extrémité du container.

En cas de mélange explosible ATEX, la procédure prévue ainsi que les automatismes de l'unité provoquent l'arrêt de l'aspiration. Etant donné que le réservoir minier n'est pas en surpression, les risques d'ATEX sont limités aux volumes de gaz aspirés.

Tout le matériel qui est installé dans la salle des machines du container est de sécurité ATEX.



**Figure 18. Zones ATEX**

#### ■ ANALYSE DES SOURCES D'INFLAMMATION EXTERNE DANS LE PERIMETRE DE RISQUES

Le classement ATEX Zone 0 défini par Gazonor est le suivant : « Cylindre de rayon de 10 m autour de l'extrémité de l'évent de rejets, ce cylindre s'arrête un mètre sous l'extrémité de l'évent. » (Cf. détails au §3.2.2.1 « Risques d'incendie ou d'explosion du gaz de mine »).

Sur la cartographie suivante a été représenté le périmètre de 10 m depuis les clôtures. Ce périmètre est défini de manière majorante et sécuritaire au périmètre de risque d'inflammation dans lequel sera recherché des sources externes d'inflammation.

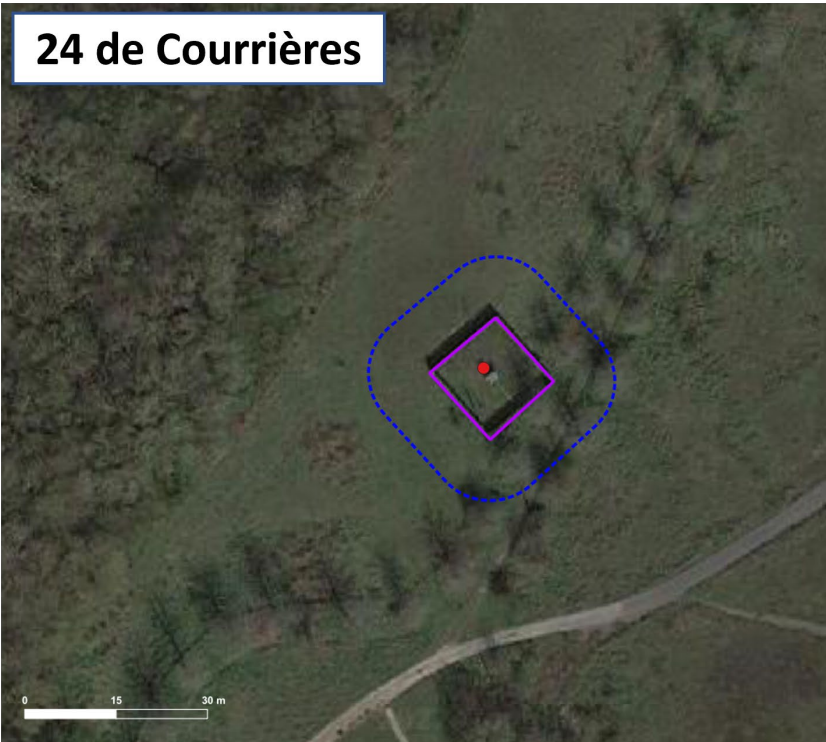
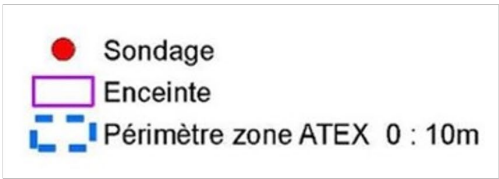
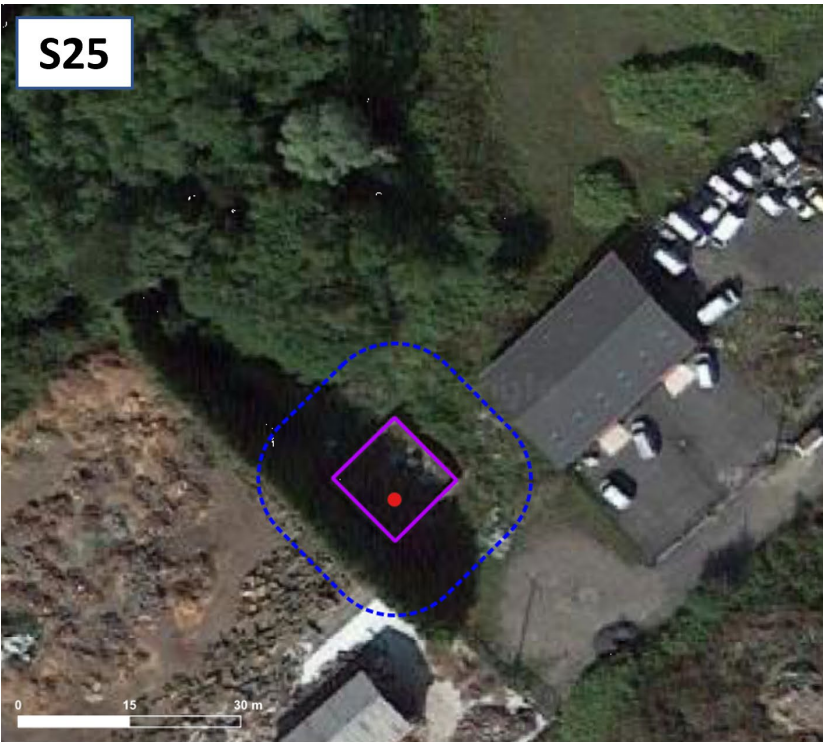
Ce périmètre de 10 m est majorant pour les raisons suivantes :

- le classement ATEX forme un cercle de diamètre 10 m centré sur la cheminée de l'installation d'essais de captage. Or le positionnement exact de l'installation mobile dans l'enceinte n'est pas prévisible, nous retenons donc par excès le périmètre à partir des clôtures ;
- la zone ATEX démarre à 7 m de hauteur. Pour ne pas sous-estimer les phénomènes complexes de dispersions atmosphériques et tenir compte de manière exhaustive des sources d'inflammation, nous ne tenons pas compte de ce seuil en hauteur mais considérons la zone de risque depuis le sol.

La cartographie suivante présente l'environnement proche et le périmètre de 10 m :







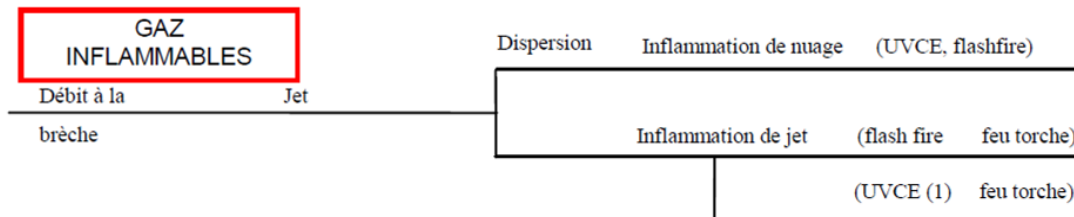


Sont concernés par un enjeu humain dans le périmètre de 10 m depuis les clôtures :

- Une partie de la friche / zone de stockage voisine du S25 ;
- Le chemin potentiellement fréquenté par des promeneurs au voisinage du S02, du 6bis de Liévin et du 24 de Courrières ;
- Les espaces verts entourant le S20 et le chemin potentiellement fréquenté par des promeneurs.

#### ■ EFFETS POTENTIELS

Le guide du GESIP (2008/1) dans annexe V (Arbre des événements possibles) indique que dans le cas de gaz inflammables, les scénarios d'accidents en cas de fuite de gaz inflammables sont :



De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme Flash fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de pression.

La bibliographie comme le calcul indique que pour un scénario d'UVCE les effets de surpression peuvent dépasser les dimensions des enceintes des sondages de décompression.

#### > Retour d'expérience

REX : Dans une station d'épuration communale des eaux usées, une explosion se produit au cours de travaux de réparation dans un digesteur ; des résidus gazeux et des opérations de soudage seraient à l'origine du sinistre – Peschiera del Garda (Italie) – Mars 1997 (Base ARIA)

REX : Une explosion suivie d'un incendie se produit dans l'unité de méthanisation d'une ferme, la cause n'est pas connue – Babst (Allemagne) – Mars 2007 (Base ARIA)

|          |  |
|----------|--|
| Synthèse | <p>Une explosion d'un nuage gaz de mine (en sortie de cheminée ou brèche accidentel) nécessite une source d'inflammation suffisante.</p> <p>Les effets potentiels peuvent sortir des enceintes des sondages.</p> |
|----------|--|

#### ■ EFFETS D'UNE EXPLOSION EN MILIEU CONFINE (VCE)

Une fuite sur une canalisation ou un équipement à l'intérieur du container pourrait entraîner le remplissage de l'ensemble du volume par un nuage ATEX. Le container prévu dispose de 2 ouvertures avec ventilateurs asservis à la détection en ambiant d'ATEX. **Les ouvertures constituent une mesure passive rendant ce scénario improbable.**

#### > Retour d'expérience

REX : un dôme d'une cuve de stockage de biogaz d'une installation de méthanisation explose, la cause n'est pas connue – Sankt Magarethen An Der Raab (Autriche) – Mars 2007 (Base ARIA)

REX : déboîtement d'un manchon de raccordement au niveau du refoulement des compresseurs entraînant une explosion dans le local ; les recommandations du REX mettent en avant la nécessité de souder les canalisations et le remplacement des manchons de raccordement par des brides – Valenton (94) – Fév. 2008 (Base ARIA)

REX : une erreur de dimensionnement lors de la construction serait à l'origine de l'explosion du digesteur (causes et circonstances non détaillées) – Riedlingen (Allemagne) – Déc. 2007 (Base ARIA)

|          |   |
|----------|---|
| Synthèse | <p>Une explosion du container reste un scénario improbable du fait des mesures de sécurité. La bibliographie comme le calcul indique que pour un scénario de VCE les effets de surpression peuvent dépasser les limites des enceintes des sondages de décompression ou puits.</p> |
|----------|---|



#### ■ EFFETS D'UNE DEFLAGRATION DANS LES CANALISATIONS

Gazonor a déjà procédé à une étude de propagation avec la société FLUIDYN pour une fuite d'une canalisation dépressurisée. Les conclusions montrent que le manque d'oxygène dans les canalisations ne permet pas la propagation au-delà de la zone de mélange avec l'air.



Annexe 2 : Etude FLUIDYN « fuite d'une canalisation dépressurisée »

Aucun REX dans les bases de données ARIA.

### 3.2.2.2 RISQUE D'ASPHYXIE EN MILIEU CONFINÉ

#### ■ CAUSES ET ORIGINES DU RISQUE

Le gaz de mine ne présente pas de toxicité particulière. Cependant, il peut être à l'origine d'une asphyxie dans le cadre d'un milieu confiné (diminution du taux d'oxygène lié à l'augmentation de la concentration en méthane).

#### ■ EFFETS POTENTIELS

Asphyxie du personnel intervenant en milieu confiné.

### 3.2.3 Dangers liés aux installations

#### 3.2.3.1 INCENDIE DU CONTAINER, DU GROUPE ELECTROGENE

##### ■ CAUSES ET ORIGINES DU RISQUE D'INCENDIE

On entend par incendie, toute flamme libre, toute matière en combustion ou toute température élevée qu'il est anormal de retrouver dans un milieu donné.

L'incendie peut avoir plusieurs origines :

- Externe ;
- Court-circuit dans les installations électriques ;
- Echauffement moteur ou compresseur ;
- Personnel intervenant sur site (négligence ou erreur humaine).

Les facteurs aggravants de l'incendie sont souvent liés à des éléments de **l'environnement externe** de l'installation comme le climat (sécheresse, vent), les plantations (arbres, arbustes), la malveillance.

##### ■ EFFETS POTENTIELS DU RISQUE D'INCENDIE

Le premier effet d'un incendie de produits combustibles est **l'émanation de fumées et de gaz**. Suivant le type de produit concerné, les effets seront différents. Ainsi, par exemple, une combustion de bois sera à l'origine d'un dégagement de gaz carbonique, alors que la combustion de déchets d'emballage de plastique pourra amener le dégagement d'autres composés tel que l'acide chlorhydrique.

Les fumées dégagées peuvent être à l'origine de **nuisances olfactives et/ou respiratoires** pour les populations riveraines.

L'incendie entraîne la production d'eaux d'extinction qui seront potentiellement polluées.

Un incendie est à l'origine de **flux thermiques** sur les hommes et sur les structures :

- L'incendie peut s'étendre au-delà des limites de propriété du site et causer des dommages au voisinage ou des dégâts matériels ;
- L'incendie peut enfin être à l'origine d'intoxications, de brûlures, du personnel ou du voisinage en fonction des distances d'éloignement et du flux thermique généré ;
- L'incendie peut également avoir pour conséquence la **détérioration des structures**, les infrastructures de transport et les locaux.



En cas d'incendie du groupe électrogène, la perte de d'alimentation électrique n'est pas une cause d'accidents par effet domino car cela provoquerait l'arrêt automatique de la vanne d'entrée du gaz et l'arrêt du groupe d'aspiration.

Un incendie du groupe électrogène n'aurait pas d'impact par effet domino sur les terrils situés non loin des sites 24 de Courrières (100 m), S25 (70 m) et S02 (75 m). En effet, le groupe électrogène ne sera pas positionné en voisinage direct de la végétation, interdisant de ce fait toute propagation rapide d'incendie vers les terrils. Par ailleurs, la présence d'extincteurs sur site et la mise en place d'un gardiennage 24h/24, 7j/7, permettra une intervention rapide en cas de départ de feu.

> [Retour d'expérience](#)

REX incendie compteur électrique – Dampierre (10) – Juin 2014 (Base ARIA).

> [Moyens de lutte contre l'incendie](#)

Suivant l'importance et l'étendu du sinistre, deux échelles d'intervention seront prévues (interne puis externe) :

- Moyens de lutte internes :
  - o Extincteur permettant de combattre immédiatement tout départ de feu en cas d'intervention su site
- Moyens de lutte externes :
  - o Les sapeurs-pompiers seront contactés lors d'une alarme incendie

### 3.2.3.2 ECLATEMENT D'UNE CONDUITE SOUS PRESSION

L'éclatement d'une capacité peut être dû à une augmentation de la pression interne jusqu'à une pression supérieure à la pression de rupture de la conduite.

La soupape de sécurité est située au refoulement du groupe de pompage. Elle est tarée à une pression de 200 mbar environ.

Dans l'étude INERIS DRA-14-133344-01580B du 07/10/2014 indique une distance d'effet de surpression (SEI) inférieure à 10 m pour un scénario similaire mais avec une pression de gaz beaucoup plus élevée de 8 bar – Tableaux 14 et 17.

Dans le cas de Gazonor, les effets seront moindres :

- Très faible pression dans les conduites de refoulement ;
- Faible longueur de conduite (inférieur à 10 m) et section limitée.

L'éclatement d'une conduite n'est pas envisageable dans cette configuration. La pression de rupture des conduites ne serait pas atteinte.

> [Retour d'expérience](#)

REX : dysfonctionnement de sondes de pression du gazomètre dû au froid ; blocage de la vanne d'alimentation de la torchère et des soupapes des digesteurs par le froid – Valenton (94) – Fév. 2012 (Base ARIA)

REX : problème de connectique (fin de course d'une vanne) entraînant le délutage suite à montée en pression dans le gazomètre – Maisons-Laffitte (78) – Mars 2010 (Base ARIA)

|          |   |
|----------|---|
| Synthèse | L'éclatement d'une conduite n'est pas envisageable dans cette configuration. Le retour d'expérience concerne des installations sous haute pression ou des gazomètres dont les pressions de rupture d'enceinte sont faibles. |
|----------|---|

## 3.2.4 Dangers liés aux différentes phases des essais

L'UTM a deux modes d'exploitations :

- le mode de fonctionnement manuel servant principalement au démarrage et utilisé avec un opérateur ;
- le mode de fonctionnement automatique, en mode autocontrôle. Ce mode ne nécessite aucune présence humaine sur place, juste une télésurveillance.

| Phases  | Détail des opérations  | Risques associés   |
|---|--|--|
| 1- Mise en place de l'UTM                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport du container</li> <li>- Déchargement</li> <li>- Montage cheminée</li> <li>- Raccordement au sondage/puits</li> <li>- Raccordement électrique</li> </ul>   | Risque de fuite du gaz ou d'ignition accidentelle du gaz lors du raccordement  |
| 2- Contrôle avant mise en service                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérification électrique</li> <li>- Raccordement et mise à la terre</li> <li>-Vérification et étalonnage analyseurs gaz</li> </ul>   | RAS  |
| 3- Essai de mise en service                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essai de sens de rotation surpresseur</li> <li>- Essai d'aspiration gaz</li> </ul>  | <p>Risque d'erreur humaine ou de dysfonctionnement des installations</p> <p>Arrêt des alarmes et mode manuel en phase de démarrage</p> |
| 4- Marche automatique de l'UTM                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avec calage d'un débit et possibilité de modification débit en fonction de la dépression du réservoir</li> <li>- Surveillance à distance</li> <li>- Tournées régulières avec relevés des points de fonctionnements</li> <li>- Mesures des sondages périphériques</li> <li>- Rapport de relevé et de fonctionnement</li> </ul> | <p>Risques liés aux installations et phases d'intervention.</p> <p>Arrêt des alarmes et mode manuel en phase de démarrage</p>          |
| 5- Arrêt UTM et suivi de la remontée en pression du réservoir | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance à distance</li> <li>- Tournées avec relevés des valeurs de dépressions</li> <li>- Mesures des sondages périphériques</li> <li>- Rapport de relevé</li> </ul>   | RAS  |
| 6 - Marche automatique UTM au débit de désorption calculé     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance à distance</li> <li>- Tournées avec relevés des valeurs de dépressions</li> <li>- Mesures des sondages périphériques</li> <li>- Rapport de relevé</li> </ul>   | <p>Risques liés aux installations et phases d'intervention.</p> <p>Arrêt des alarmes et mode manuel en phase de démarrage</p>          |
| 7- Arrêt UTM et suivi de la remontée du réservoir             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance à distance</li> <li>- Tournées avec relevés des valeurs de dépressions</li> <li>- Mesures des sondages périphériques</li> <li>- Rapport de relevé</li> </ul>   | RAS  |
| 8- Fin des essais<br>Démontage de l'UTM                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Démontage UTM</li> <li>- Remise en place évent situation initiale</li> </ul>  | Risque de fuite du gaz ou d'ignition accidentelle du gaz lors des travaux de remise en état de la cheminée                             |

Tableau 4 - Analyse des risques à chaque phase des essais

### 3.2.5 Dangers liés aux risques technologiques externes

Le DDRM indique des risques liés au transport de matières dangereuses notamment par voie fluviale, par voie ferrée ou par route.

Concernant le puits 6bis de Liévin, situé à 90 m d'un site Seveso (Palchem, nature des risques : incendie/toxique), les installations de captage seront installées dans une clairière, sans végétation en voisinage direct, interdisant de ce fait toute propagation rapide d'incendie vers le site Seveso ou, à contrario, du site Seveso vers les installations de captage. De plus, la présence d'extincteurs sur site et la mise en place d'un gardiennage 24h/24, 7j/7, permettra une intervention rapide en cas de départ de feu. Par ailleurs, les distances d'effets des phénomènes dangereux d'explosion (UVCE/VCE), considérées et modélisées dans le Chapitre 5, n'atteignent pas le site Seveso.

Les ouvrages testés sont suffisamment éloignés des installations classées ou des voies de transport de matières dangereuses.

### 3.2.6 Dangers liés aux risques naturels

#### 3.2.6.1 RISQUE Foudre

Deux outils statistiques permettent d'appréhender le risque lié à la foudre :

- **Le Niveau Kéraunique (Nk)** : On définit le niveau kéraunique d'une région comme étant le nombre de jours par an où le tonnerre a été entendu. Le niveau kéraunique, bien que correspondant à une définition très sommaire, permet d'évaluer la sévérité orageuse d'une région.

En France, le niveau kéraunique moyen est de l'ordre de 20. Il varie suivant les régions (supérieur à 30 dans les régions montagneuses, inférieur à 10 pour les régions côtières de la Manche et de l'Atlantique).

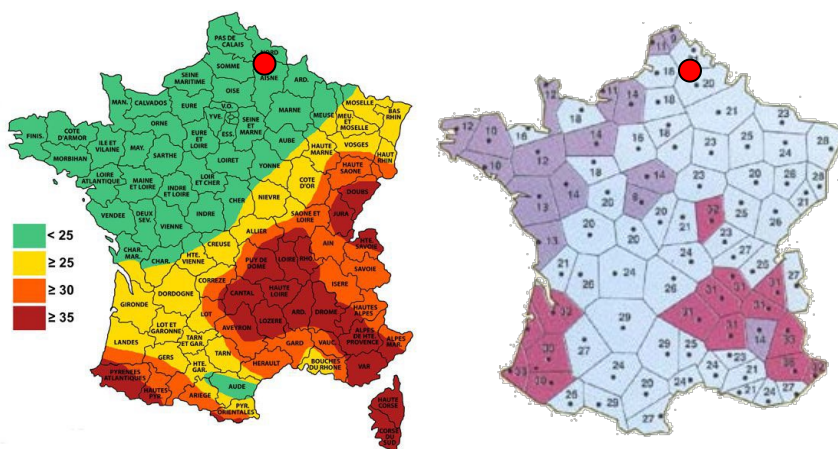


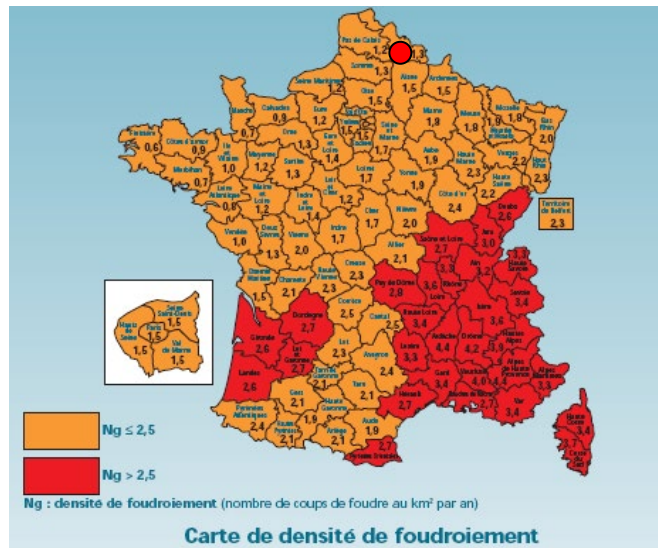
Figure 19. Niveau kéraunique (Nk) en France

Dans le secteur d'étude, ce niveau Nk est de l'ordre de 21.

Notons que cette notion reste d'autant plus approximative que le relevé est effectué "auditivement" par un opérateur. Cette faiblesse est cependant compensée par la somme des informations vérifiées dans la durée, sur plusieurs dizaines d'années.

Un second outil est considéré : la densité de foudroiement, qui constitue un paramètre plus représentatif des risques liés à la foudre.

- **La Densité de Foudroiement (Ng)** : Ce paramètre, plus fiable, et qui existe en France depuis 1986, indique le nombre de coups de foudre au sol par an et par km<sup>2</sup>. Le relevé est effectué à l'aide d'un réseau de stations de détection qui captent les ondes électromagnétiques lors des décharges, les localisent et les comptabilisent. En France, la valeur moyenne de densité de Foudroiement est de 1,2 coup de foudre au sol par an et par km<sup>2</sup>.



**Figure 20. Densité de foudroiement (Ng) en France**

Dans le département du Nord, Ng est de 1,3 impacts au sol par an et par km<sup>2</sup> ; il est de 1 impact au sol par an et par km<sup>2</sup> dans le Pas-de-Calais.

#### ■ EFFETS POTENTIELS

En termes d'accidents, la foudre conduit à des incendies, explosions de gaz ou défaillance d'organe électrique.

Dans le détail, on peut énumérer les effets suivants :

- effets thermiques (effet Joule) ;
- effets dus aux amorçages (montées en potentiel des prises de terre et aux tensions dangereuses dues à l'indépendance élevée des conducteurs haute fréquence) ;
- effets électromagnétiques ;
- effets électrodynamiques ;
- effets électrochimiques ;
- effets acoustiques (tonnerre) ;
- effets lumineux (éclairs).

Les accidents corporels dus à la foudre ne sont pas très fréquents mais leurs conséquences sont souvent très graves : lésions neurologiques, lésions cardio-vasculaires, brûlures des tissus et des chairs, lésions traumatiques, auditives ou oculaires.

Sur l'extrémité de la cheminée est installé un paratonnerre relié à une ligne de terre qui fait l'objet d'une vérification préalable à la mise en service du conteneur par l'organisme chargé du contrôle (Apave, AINF ou autres...). En cas d'inflammation de l'évent, l'installation est protégée par un arrête-flamme bout de ligne supportant le brulage continu et surveillé en température

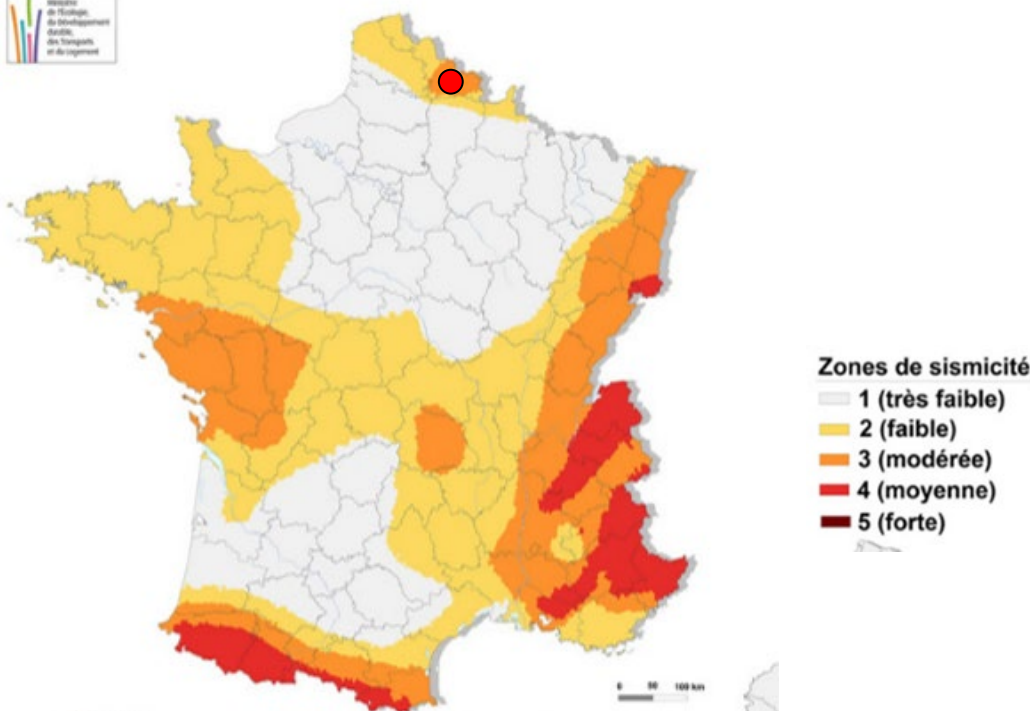
Le risque d'impact foudre est dans la moyenne française. Ce risque est une cause possible d'inflammation d'une éventuelle ATEX formée en plein air.

### 3.2.6.2 RISQUE SISMIQUE

Le zonage sismique français en vigueur à compter du 1er mai 2011 est défini dans les décrets 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, codifiés aux articles R.563-1 à 8 et D.563-8-1 du Code de l'Environnement. Ce zonage, reposant sur une analyse probabiliste de l'aléa, divise la France en 5 zones de sismicité :



## Nouveau zonage sismique de la France



**Figure 21.: Zonage sismique de la France**

Le risque sismique est classé modéré (3) dans le secteur d'étude.

### ■ EFFETS POTENTIELS

En termes d'accidents les séismes peuvent entraîner la ruine des installations ce qui provoquerait l'arrêt de l'aspiration du gaz de mine.

## 3.2.6.3 RISQUES GEOTECHNIQUES

### ■ MOUVEMENT DE TERRAIN ET CAVITES SOUTERRAINES

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol, il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il s'inscrit dans le cadre des processus généraux d'érosion mais peut être favorisé, voire provoqué, par certaines activités anthropiques.

D'après la base de données Géorisques des tassements sont localisés autour du puits 6bis de Liévin.

Le sondage S25 est localisé au droit du zonage réglementaire du Prévention des Risques Miniers du Béthunois, en zonage réglementaire B2a et B2e :

- B2a : Effondrement localisé lié aux galeries de niveau Faible
- B2e : Affaissement lié au Wealdien + effondrement localisé lié aux galeries de niveau Faible.

### ■ GONFLEMENT RETRAIT DES ARGILES

Sous l'effet de certaines conditions météorologiques (précipitations insuffisantes, températures et ensoleillement supérieurs à la normale), les horizons superficiels du sous-sol peuvent se dessécher plus ou moins profondément. Sur les formations argileuses, cette dessiccation se traduit par un phénomène de retrait, avec un réseau de fissures parfois très profondes. L'argile perd son eau et se rétracte, ce phénomène peut être accentué par la présence d'arbres à proximité. Lorsque ce phénomène se développe sous le niveau de fondations, la perte de volume du sol support génère des tassements différentiels pouvant entraîner des fissurations au niveau du bâti.

Le risque retrait/gonflement des argiles est faible pour tous les ouvrages, à l'exception du puits 6bis de Liévin localisé en zone d'aléa fort.

#### ■ ALEAS MINIER

Le passé minier dans le bassin houiller est à l'origine de plusieurs types d'aléas. Des aléas d'effondrement ou de tassement peuvent être présents autour des anciens puits de mines. Des aléas d'affaissement sont quant à eux plus généralement liés à la présence d'anciennes galeries. Un aléa d'émission de gaz de mine est localisé autour de chaque ouvrage muni d'une conduite connectée aux anciens travaux. Des aléas de glissements, tassements et d'échauffement peuvent également être localisés au niveau des terrils.

Le puits 6bis de Liévin est concerné par un aléa fort d'émission de gaz de mine et d'un aléa fort d'effondrement localisé au droit du puits (rayon d'effondrement de 12 m). A noter également la présence au niveau du puits 6bis de galeries cassées ou remblayées, entourées d'une zone d'aléa faible d'affaissement ; une zone d'aléa faible de tassement est par ailleurs présente autour du puits 6.

Le sondage S20 est concerné par un aléa minier fort d'émission de gaz de mine.

Le puits 24 de Courrières est concerné par un aléa fort d'émission de gaz de mine. Par ailleurs, un aléa moyen d'effondrement localisé est situé autour du puits. A noter par ailleurs la présence de zones d'aléa moyen de glissement profond et d'aléas faibles de glissement superficiel et de tassement liées au terril 98, situé à 100 m environ du puits 24 de Courrières. Le sondage S25 est concerné par un aléa minier fort d'émission de gaz de mine. De plus, le sondage est localisé dans une zone d'aléa faible de glissement superficiel et d'affaissement. A noter également la présence à 50 m à l'Est du projet de deux zones d'aléas fort d'effondrement localisées au droit des deux puits de mine de la Clarence et à environ 70 m au Nord du projet d'une zone d'aléa faible de tassement lié au terril 33.

Le sondage S02 est concerné par un aléa minier fort d'émission de gaz de mine et par un aléa faible de tassement lié au bassin d'Auddifret saint Mark. A noter également la présence à environ 15 m au Sud du sondage d'une zone d'aléa faible de tassement localisé et de galeries bétonnées ou remblayées. Le terril 153, situé à environ 75 m à l'Est du projet, est concerné par un aléa faible de glissement superficiel et profond. Le terril 152, localisé à environ 75 m au Nord-Est du projet, est quant à lui concerné par un aléa faible de tassement.

#### ■ EFFETS POTENTIELS

En termes d'accidents, les mouvements de terrains (incluant les aléas miniers d'effondrement, d'affaissement, de tassement) et les phénomènes de retrait-gonflement des argiles peuvent entraîner la ruine des installations ce qui provoquerait l'arrêt de l'aspiration des gaz.

Les risques liés à la présence de terrils ne sont pas retenus du fait de leur éloignement avec les sites projets (70 m minimum) et du caractère ponctuel des essais (quelques jours).

A noter que les risques liés à la présence de gaz de mine ont été considérés dans la partie 3.2.2 *Dangers liés aux produits*.

### 3.2.6.4 INONDATIONS

#### > Cause et origines du risque

L'inondation est une submersion (rapide ou lente) d'une zone pouvant être habitée. On distingue les inondations<sup>1</sup> :

- **Par débordement direct** - Le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur ;
- **Par débordement indirect** - Les eaux remontent (siphonage) par les nappes alluviales, les réseaux d'assainissement, d'eaux pluviales ;
- **Par stagnation d'eaux pluviales** - Liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau d'eaux pluviales lors de pluies anormales ;

<sup>1</sup> MEDD – Inondation, guide pratique - 1998



- **Par ruissellement en secteur urbain.**

Le puits 6bis de Liévin est identifié au droit d'une zone de ruissellement, de plancher alluvial et à proximité immédiate de zones d'accumulation potentielle des eaux de ruissellement.

Le sondage S20 est situé en limite d'une zone de fortes probabilités d'inondation par ruissellement.

Le puits 24 de Courrières est situé au droit d'une zone de ruissellement.

■ **EFFETS POTENTIELS**

Les dommages causés par les inondations sont dus à la submersion, à l'érosion et au caractère potentiellement agressif des eaux chargées et polluées, ainsi qu'à leur mise en pression.

Effets sur les hommes : Noyade, électrocution, personnes blessées, isolées, déplacées. Effets sur l'environnement : endommagement, voire destruction de la flore et de la faune, pollutions diverses, pouvant aller jusqu'au déclenchement d'accidents technologiques.

> **Effets sur les biens**

Destructions, détériorations et dommages aux habitations, aux ouvrages (ponts, routes et rues, voies ferrées...), paralysie des services publics...

Cause de dégâts sur des équipements importants pour la sécurité ou sur des équipements de confinement du gaz.

Les inondations ne constituent pas une cause d'accident majeur pour l'UTM ou les essais de captage ; ces derniers seront réalisés sur une durée très limitée.

### 3.2.7 Dangers liés à la malveillance

■ **CAUSE ET ORIGINES DU RISQUE**

La malveillance réside principalement dans :

- des dégradations volontaires ou involontaires des installations ;
- des vols de matériels.

■ **FACTEURS AGGRAVANTS**

L'isolement d'un site et la non-surveillance sont des facteurs aggravants.

■ **EFFETS POTENTIELS**

Cause d'asphyxie ou de choc électrique en cas d'intrusion dans l'UTM ;

Cause de dégâts sur des équipements importants pour la sécurité ou sur des équipements de confinement du gaz :

- Risque de départ de feu ;
- Risque de fuite de gaz.

Des mesures pour prévenir le risque de malveillance sont prévues (cf. § 4.3).

## CHAPITRE 4. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES





## 4.1 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS A LA SOURCE

Supprimer ou substituer aux procédés et aux produits dangereux, à l'origine de ces dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des dangers moindres n'est pas possible car le captage du gaz de mine est l'objectif des essais.

Néanmoins, la possibilité de réduire à la source les potentiels a été pris en compte :

- Choix des ouvrages (localisation) qui permettent de caractériser au mieux le réservoir tout en limitant les nuisances ou risques pour les populations par leur éloignement ;
- Unité de captages containerisée adaptée à cet usage.

## 4.2 COTATION PRELIMINAIRE (SANS MMR)

Sur la base des paragraphes précédents, le tableau suivant fait état :

- Des potentiels de dangers identifiés ;
- De l'évènement initiateur ;
- Du phénomène dangereux ;
- Des éléments vulnérables ;
- De leur cotation P et G.

Les critères de cotations de la probabilité et de la gravité des événements sont présentés précédemment dans la partie 1.3.2.

Pour rappel, dans le cadre de l'analyse préliminaire des risques, la probabilité d'un accident est assimilée à celle du phénomène dangereux associé sur la base des retours d'expérience. Cette cotation se fait sur la base de l'analyse des retours d'expériences (retour d'expérience de la société communiqué au sein du groupe de travail, bibliographie, et consultation des bases de données existantes, cf. §3.1).

La gravité est définie suivant la cotation suivante :

1. Les effets du phénomène dangereux seront limités à l'intérieur du site. Au regard des effets du phénomène dangereux, l'exposition des populations n'est pas un scénario possible.
2. Les effets du phénomène dangereux seront susceptibles de sortir des limites du site directement ou indirectement (effets dominos). Les populations pourraient être exposées aux phénomènes dangereux. Une étude détaillée des effets et de l'exposition doit être effectuée.



| N° | Potentiels dangers                     | Evènement initiateur   | Phénomène dangereux  | Eléments vulnérables                         | P | G |
|----|--|--|--|--|---|---|
| 1  | Gaz de mine explosibles                | Entrée d'air dans le réservoir minier. Mélange ATEX aspiré.<br>+<br>Inflammation du mélange :<br>a. Collision, choc (engins, travaux),<br>a. Travaux par points chauds<br>b. Electricité statique<br>c. Foudre<br>d. Casse compresseur<br>e. Malveillance  | Déflagration du gaz dans les canalisations<br>Effet domino de la déflagration vers le réservoir minier | Dégâts des installations                     | E | 1 |
| 2  | Fuite de gaz de mine en milieu confiné | Brèche ou rupture de canalisation dans le container ou déclenchement de soupape de sécurité<br>+<br>Source d'inflammation :<br>a. Travaux par points chauds<br>b. Cigarette<br>c. Portable<br>d. Electricité statique<br>e. Matériel étincelant et électrique<br>f. Foudre<br>g. Malveillance            | Explosion du local   | A étudier dans l'étude détaillée             | E | 2 |
| 3  | Fuite de gaz de mine à l'air libre     | Brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement<br>a. Fatigue des matériaux, défaut de construction ou conception<br>b. Défaut d'étanchéité, joint usé<br>c. Evénement naturel (mouvement de terrain, séisme, intempéries...),<br>d. Collision, choc (engins, travaux),<br>e. Erreur humaine | Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE)  | A étudier dans le cadre de l'étude détaillée | D | 2 |

| N° | Potentiels dangers  | de          | Evènement initiateur   | Phénomène dangereux  | Eléments vulnérables  | P | G |
|----|---|-------------|--|--|---|---|---|
|    |   |             | f. Surpression de gaz<br>g. Incendie<br>h. Malveillance<br>+<br>Source d'inflammation<br>a. Travaux par points chauds<br>b. Cigarette<br>c. Portable<br>d. Electricité statique<br>e. Matériel étincelant et électrique<br>f. Foudre<br>g. Malveillance<br>h. Installation électrique externe (groupe électrogène, coffret électrique)<br>i. Source d'inflammation externe |  |   |   |   |
| 4  | Rejet de gaz de mine à l'air libre par la cheminée        |             | Source d'inflammation dans l'ATEX formé au niveau du refoulement<br>a. Electricité statique<br>b. Foudre sur la cheminée<br>c. Malveillance<br>d. Source d'inflammation externe  | Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE)  | A étudier dans le cadre de l'étude détaillée  | C | 2 |
| 5  | Déflagration du gaz dans les canalisations de refoulement | du hauteur) | Source d'inflammation au niveau du refoulement (7,5 m de hauteur)<br>a. Electricité statique<br>b. Foudre sur la cheminée<br>c. Malveillance<br>d. Inflammation du nuage de gaz  | Déflagration du gaz dans les canalisations<br>Effet domino de la déflagration vers le réservoir minier | Dégâts des installations<br>Equipements proches et personnel d'intervention                             | E | 1 |
| 6  | Installations électriques du container                    | du          | Source d'inflammation<br>a. Travaux par points chauds<br>b. Cigarette<br>c. Portable   | Incendie : flux thermique, émission de fumées<br>Effet domino : rupture de canalisation                | Equipements proches et personnel d'intervention<br>Terrils situés à proximité du 24 de Courrières et du | C | 1 |

| N° | Potentiels dangers  | Evènement initiateur   | Phénomène dangereux   | Eléments vulnérables     | P | G |
|----|---|--|---|--------------------------|---|---|
|    |   | d. Electricité statique<br>e. Matériel étincelant et électrique<br>f. Foudre<br>g. Malveillance  |   | S02                      |   |   |
| 7  | Mélange explosible suite à une fuite sur les canalisations d'aspiration + | Brèche ou rupture de canalisation extérieure d'aspiration<br><br>a. Fatigue des matériaux, défaut de construction ou conception<br>b. Défaut d'étanchéité, joint usé<br>c. Evènement naturel (mouvement de terrain, séisme, intempéries...),<br>d. Collision, choc (engins, travaux),<br>e. Erreur humaine<br>f. Surpression de gaz<br>g. Incendie<br>h. Malveillance<br><br>Inflammation du mélange :<br><br>a. Collision, choc (engins, travaux),<br>b. Travaux par points chauds<br>c. Electricité statique<br>d. Foudre<br>e. Casse compresseur<br>f. Malveillance | Aspiration d'oxygène dans les canalisations, création d'un mélange explosif, déflagration dans les canalisations (aspiration+refoulement)<br><br>Effet domino de la déflagration vers le réservoir minier | Dégâts des installations | E | 1 |
| 8  | Déflagration du gaz dans les canalisations d'aspiration +                 | Brèche ou rupture de canalisation d'aspiration<br><br>Source d'inflammation au niveau de la brèche<br>a. Travaux par points chauds<br>b. Cigarette   | Déflagration du gaz dans les canalisations<br><br>Effet domino de la déflagration vers le réservoir minier  | Dégâts des installations | E | 1 |

| N° | Potentiels dangers | de | Evènement initiateur  | Phénomène dangereux | Eléments vulnérables | P | G |
|----|--------------------|----|---|---------------------|----------------------|---|---|
|    |                    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>c. Portable</li> <li>d. Electricité statique</li> <li>e. Matériel étincelant et électrique</li> <li>f. Foudre</li> <li>g. Malveillance</li> <li>h. Installation électrique externe (groupe électrogène, coffret électrique)</li> </ul> |                     |                      |   |   |

## ■ CRITICITE DES SCENARIOS SANS MMR

|         |   | Probabilité |   |   |   |   |
|---------|---|-------------|---|---|---|---|
|         |   | E           | D | C | B | A |
| Gravité | 1 | 1-5-7-8     |   | 6 |   |   |
|         | 2 | 2           | 3 | 4 |   |   |

Tableau 5 - Criticité des potentiels de dangers

 Légende : Scénarios dont les effets irréversibles voir létaux peuvent sortir des limites de propriété :

- Scénario n° 2 : Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mine en milieu confiné
- Scénario n°3 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement
- Scénario n°4 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement

Des mesures de maîtrise des risques sont prévues. Après leur revue dans le chapitre suivant, elles seront intégrées dans la cotation probabilité-gravité.

## 4.3 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

Les mesures de prévention permettent de réduire la probabilité d'occurrence des scénarios d'accidents.

Les mesures de limitation des effets, de protection et d'intervention dont l'exploitant s'est assuré la maîtrise pour en limiter la gravité des conséquences sur les conséquences des accidents ou pour en ralentir la cinétique.

Les dispositions de formation, surveillance et de conduite sont des mesures organisationnelles afin d'anticiper les événements et d'amélioration continue.


Les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces et avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir leur pérennité.





Les principales mesures de sécurité prévues par Gazonor sont listées ci-dessous (sauf contre-indication, ces mesures sont prévues pour chacun des 5 sites) :

| Fonctions de sécurité                                      | Principales mesures de sécurité  | Adéquation cinétique   | Contrôle périodique  |
|--|--|--|--|
| Prévention de la formation des atmosphères explosives ATEX | Container ventilé  | Oui  | Avant démarrage des essais puis à chaque tournée   |
|  | Formation du personnel. Les essais sont pilotés par un technicien sur site qui surveille le bon déroulement des opérations.  | -  | -  |
|  | Il dispose de détecteur de gaz manuel. L'unité est mise en pilotage automatique après vérification de la composition des gaz aspirés.  |  |  |
|  | Contrôle par manomètre, débitmètre et thermomètre piqués sur les canalisations (mesure passive).   |  |  |
|  | Détecteur CH <sub>4</sub> air ambiant du container. Ventilation asservie à la détection de gaz en ambiant, arrêt d'aspiration de gaz en cas d'alerte   | Analyse instantanée adaptée à la formation d'ATEX en milieu confiné                                    | Contrôle avant mise en route   |
| Surveillance et pilotage automatique                       | L'UTM est équipée d'une surveillance continue de la composition du mélange gazeux. Des asservissements d'alarme et d'arrêt du pompage sont réglés aux valeurs suivantes :<br><br>-O <sub>2</sub> à 6 % → Alarme,<br><br>-O <sub>2</sub> à 7,5 % → Déclenchement automatique de la station et arrêt du captage,<br><br>-CH <sub>4</sub> à 30 % → Alarme,<br><br>-CH <sub>4</sub> à 25 % → Déclenchement automatique de la station et arrêt du captage.<br><br>Calibration mensuelle des analyseurs de gaz | Analyse instantanée de la composition des gaz aspirés adaptée à la formation d'ATEX dans les conduites | La calibration des capteurs et de la centrale de détection gaz est réalisée à l'aide de bouteilles de gaz étalon de faible teneur (par exemple 2 ou 5% de méthane) En mettant progressivement la tête de détection dans ce flux gaz on peut contrôler l'asservissement de l'alarme et du déclenchement.<br><br>La calibration de l'analyseur gaz se fait aussi au gaz étalon :<br><br>Gaz étalon à 50 ou 75% de méthane appliqué sur le capteur pour régler la pente linéaire<br><br>Le 0 de la cellule CH <sub>4</sub> et O <sub>2</sub> est réalisé à l'azote.<br><br>La pente du capteur O <sub>2</sub> est réglée à l'air ambiant (21 % d'O <sub>2</sub> ) |
|  | Surveillance et pilotage automatique par automate programmable avec vanne de coupure asservie (sur la bride d'entrée extérieure du container) en cas de  |  | Avant démarrage des essais sur chaque site   |

| Fonctions de sécurité  | Principales mesures de sécurité   | Adéquation cinétique | Contrôle périodique                        |
|--|---|----------------------|--|
|  | coupure du courant ou situation anormale<br>Capteurs :<br>-T° de la pompe<br>-Déecteur de gaz air ambiant du container<br>-Déecteur de gaz bride d'entrée<br>-T° de la sécurité anti-déflagration<br>-Pression amont et aval du groupe de pompage<br>-Niveau réservoir à condensats |                      |  |
| Protection du risque d'explosion   | Soupapes de sécurité pour les surpressions dans le container  | Oui                  | Contrôlé par le fabricant                  |
|  | Sécurité anti-déflagration : 2 arrêts de flamme dans canalisations avant et après le groupe de pompage  | Oui                  | Avant démarrage des essais sur chaque site |
| Réduction des sources d'inflammation<br><br> | Le personnel affecté aux essais recevra une formation sur les risques inhérents aux installations.  | -                    | -  |
|  | Permis d'intervention, permis de feu  | -                    | -  |
|  | Consignes de sécurité :<br>- Interdiction de fumer<br>- Interdiction des portables dans certaines zones   | -                    | -  |
|  | Chaque zone ATEX fera l'objet d'une signalisation réglementaire. Limitation d'accès autour des ouvrages pendant les essais de captage<br><br>Le personnel de Gazonor utilisera uniquement des appareils de mesure portables ATEX  | -                    | -  |
|  | Para-surtenseur, conduite externe et cheminée branchées à la masse  | Oui                  | Avant démarrage des essais sur chaque site |
|  | Filtration du gaz et récupération des condensats en entrée pour éviter les frottements ou les risques d'obstruction   | -                    | A chaque tournée du technicien             |

| Fonctions de sécurité   | Principales mesures de sécurité   | Adéquation cinétique | Contrôle périodique                        |
|---|---|----------------------|--|
| Prévention de la propagation de l'incendie de la végétation entourant les sites | Afin de limiter le risque accidentel d'embrassement de la végétation et de propagation de l'incendie par effet domino, limiter la propagation du feu et faciliter l'intervention des sapeurs-pompiers par un débroussaillage de la strate arbustive au voisinage direct de l'enclos de l'ouvrage ou des installations si nécessaire, élagage des branches basses, élimination du bois mort, avant démarrage des essais de captage<br>A noter qu'un tel débroussaillage ne sera pas nécessaire pour le site 6bis de Liévin (proche d'une zone ZNIEFF). En effet, les installations et le puits sont situés dans une clairière, suffisamment éloigné de la végétation environnante. | -                    | -  |
| Lutte contre l'incendie   | Gazonor sollicitera le service prévention du SDIS avant démarrage des essais pour vérifier que l'intervention des sapeur pompiers est possible sur les sites et s'accorder sur la procédure d'intervention  | -                    | -  |
|   | Container métallique ignifugé, présence d'extincteurs. Le personnel sera formé au risque incendie et à la manipulation des extincteurs ainsi qu'à la formation de Sauveteurs Secouristes du Travail.  | Oui                  |  |
|   | Détecteur incendie avec asservissement du fonctionnement des équipements et coupure de l'aspiration   | Oui                  | Avant démarrage des essais sur chaque site |
| Prévention du vandalisme  | Gardiennage avec affichage de la société en charge de la surveillance, alarme   | -                    | -  |
|   | Container verrouillé, alarme intrusion, gardiennage (tournée périodique)  | -                    | -  |
|   | Clôture de 2 m en béton<br>Dans le cas spécifique du site 6bis de Liévin (absence de clôture béton), des barrières Heras de 2 m seront positionnées autour de l'ouvrage et des installations de captage, incluant la conduite de raccordement.  | -                    | -  |

| Fonctions de sécurité | Principales mesures de sécurité   | Adéquation cinétique | Contrôle périodique                        |
|-----------------------|---|----------------------|--|
|                       | Dans tous les cas, les équipements situés en dehors de l'enclos bétonné seront ceinturés via la mise en place de barrières Heras. |                      |  |
|                       | Conduite sondage/container souple   | -                    | Avant démarrage des essais sur chaque site |

Tableau 6 - Mesures de maîtrise des risques



## ■ CRITICITE DES SCENARIOS AVEC MMR

Ainsi, le tableau suivant fait état de la réévaluation de la cotation des scénarios d'accidents tenant compte de la mise en œuvre des mesures de maîtrise des risques. Leur réévaluation amène à placer les potentiels de dangers dans la matrice suivante :

|         |   | Probabilité |   |   |   |   |
|---------|---|-------------|---|---|---|---|
|         |   | E           | D | C | B | A |
| Gravité | 1 | 1-5-7-8     | 6 |   |   |   |
|         | 2 | 2-3         | 4 |   |   |   |

Tableau 7 - Criticité des potentiels de dangers (avec mise en place des MMR)

■ Légende : Les scénarios accidentels nécessitant une étude de la gravité des phénomènes dangereux sont :

- Scénario n° 2 : Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mines en milieu confiné ;
- Scénario n°3 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement ;
- Scénario n°4 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement.

## 4.4 EVALUATION DES EFFETS DOMINOS

Les effets domino internes aux installations ont été intégrés dans l'APR.

Le puits 24 de Courrières et les sondages S02 et S20 testés étant éloignés de toutes activités industrielles, les effets domino externes sur des installations industrielles ou entrepôts ne sont pas envisageables au regard des distances d'effets issus de la bibliographie et du retour d'expérience.

Le puits 6bis de Liévin est situé à 90 m des principaux bâtiments de l'usine Palchem. Toutefois, aucun PPRT n'est en place sur la commune d'Angres et la plupart des installations de Palchem sont des installations internes localisées au sein du bâtiment et quelques stockages en extérieur.

Le sondage S25 se situe en bordure d'une zone industrielle. Un entrepôt est situé à 12 m des limites de l'enclos du sondage S25. Le risque d'embranchement ou de destruction de cet entrepôt par effet domino (conséquence d'un incendie ou d'une explosion) est faible à moyen étant donné que le sondage et les installations seront positionnés dans un enclos béton de 2 m de hauteur, lui-même situé à plus de 10 m de l'entrepôt. A noter que l'entrepôt n'est pas listé ICPE et qu'il n'est pas situé à proximité d'autres constructions ou installations qui pourraient être impactées à leur tour. Pour prévenir la propagation d'un incendie et les risques d'explosion, des mesures de prévention sont prévues (cf. partie 4.3).

## ■ RISQUE DE PROPAGATION D'UN INCENDIE

Tous les ouvrages testés sont entourés de végétation dans la zone de risque d'inflammation de 10 m. Dans cette zone, la végétation y est toutefois très peu dense et les ouvrages sont entourés de fossés ou situés en sous-bois induisant une humidité des milieux moyenne à très forte.

Les puits 6bis de Liévin et 24 de Courrières sont situés à 20 m et 35 m de végétation ligneuse arborescente (essences diverses). Cette distance est respectivement de 19 m pour le S25 et 12 m pour le S02. Le sondage S20 n'est pas concerné par la présence de végétation ligneuse arborescente dense dans son environnement proche.

Le risque accidentel d'embranchement de cette végétation par effet domino (conséquence d'un incendie ou d'une inflammation d'ATEX) est moyen à fort selon la sécheresse de celle-ci et de facteurs météorologiques défavorables (chaleur et vent).

Les conséquences de la propagation sont difficilement prévisibles. Pour le sondage S02, l'incendie de la végétation pourrait peut-être concerner des habitations proches en lisière de bois. Pour les autres ouvrages, l'effet domino ne semble pas pouvoir atteindre d'habitations. Pour le sondage S25, un entrepôt situé à une dizaine de mètres pourrait être impacté (cf. paragraphe précédent). Les terrils présents au voisinage des sondages S02 et 24 de Courrières ne semblent pas pouvoir être atteints par l'effet domino étant donné leur éloignement avec les installations déployées pour les essais de captage (75 m et 100 m) et la végétation peu dense les séparant.

> **Mesures**

Pour prévenir la propagation d'un incendie, des mesures de prévention sont prévues (cf. partie 4.3).

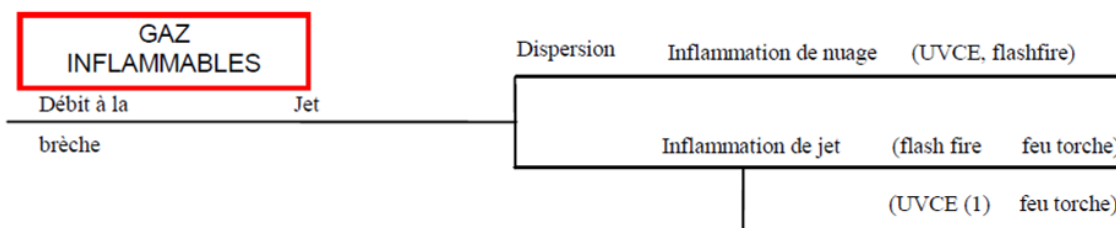
## CHAPITRE 5.ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

## 5.1 ETUDE DU SCENARIO D'EXPLOSION DE GAZ UVCE

Sont concernés les scenarios suivants :

- Scénario n°3 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement
- Scénario n°4 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement

Le guide du GESIP (2008/1) dans annexe V (Arbre des événements possibles) indique que dans le cas de gaz inflammables, les scénarios d'accidents en cas de fuite de gaz inflammables sont :



De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme Flash fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de pression.

Les probabilités d'inflammation pour le gaz naturel ou assimilé (source : EGIG/ sur la période 1970-2010) sont :

- Pour la petite brèche : 4 % ;
- Pour la rupture : 10 % (pour les DN≤400 mm).

Dans le cas d'une rupture de canalisation de refoulement aérienne avec fuite de gaz à l'air libre, l'inflammation immédiate est possible. Cependant la pression dans les conduites de refoulement est proche de la pression atmosphérique. En cas de rupture guillotine, le scénario d'accident serait le même que précédemment : dispersion/inflammation d'une ATEX. Le phénomène d'UVCE au refoulement est donc considéré comme majorant au scénario d'un feu torche sur une rupture ou brèche de canalisation.

### 5.1.1 Modélisation des effets

Il a été modélisé la dispersion de méthane pur pendant 1 heure afin d'envisager un rejet permanent. Il est fait l'hypothèse que la source d'inflammation est suffisante pour déclencher l'UVCE. La hauteur de cheminée n'est pas prise en compte. Ces hypothèses sont majorantes vis-à-vis du risque.

Le calcul de la dispersion du nuage de méthane a été effectué à l'aide du logiciel ALOHA V5.4.5 selon un modèle Gaussien. Pour la modélisation de l'explosion le modèle utilisé par ALOHA est Baker-Strehlow-Tang (BST). L'application de la méthode Multi-énergie ou d'une méthode équivalente (CAM, Baker-Strehlow) qui prend en compte les zones en champ libre et les zones encombrées est recommandée par la circulaire du 10 mai 2010.

La fiche 3 de la circulaire du 10 mai 2010 indique qu'il est recommandé de calculer les distances d'effets dans les conditions météorologiques suivantes :

|   |   |
|---|---|
| D, 5, 20  | F, 3, 15  |
| Atmosphère neutre   | Atmosphère très stable                                      |
| Vitesse du vent, à une altitude de 10 mètres, égale à 5 m/s | Vitesse du vent, à une altitude de 10 mètres, égale à 3 m/s |
| Température ambiante égale à 20°C                           | Température ambiante égale à 15°C                           |

Les paramètres de modélisation retenus sont fournis en annexe 1.

Les résultats de la modélisation de l'explosion du nuage de gaz sont :

| Seuils d'effets de l'arrêté du 29 septembre 2005 | (F, 3)      | (D, 5)      |
|--|-------------|-------------|
| Distance LII <sup>(1)</sup>                      | 13 m        | 14 m        |
| Surpression 200 mbar (SELS)                      | Non atteint | Non atteint |
| Surpression 140 mbar (SEL)                       | Non atteint | Non atteint |
| Surpression 50 mbar (SEI)                        | 12 m        | 11 m        |
| Surpression 35 mbar <sup>(2)</sup>               | 12 m        | 12 m        |

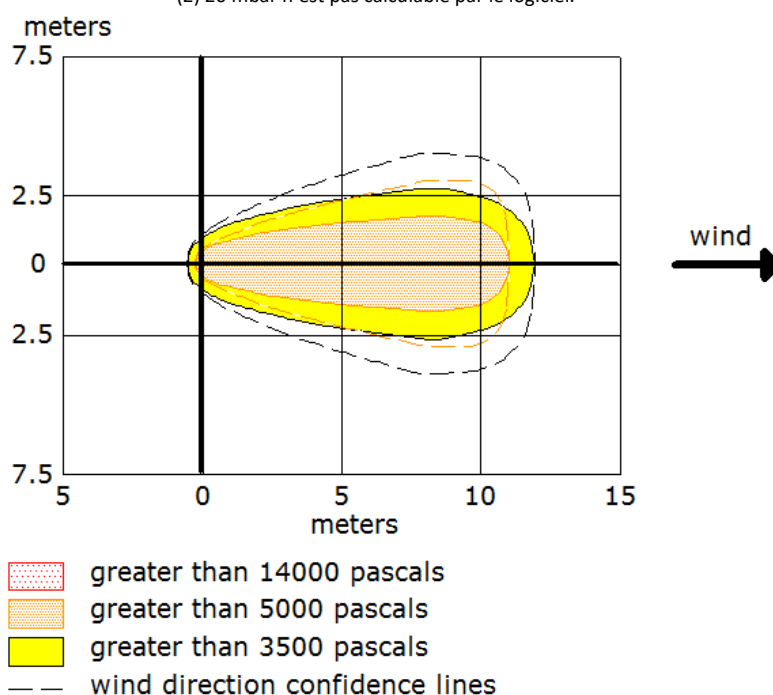
**Figure 22. Distance des effets de surpression d'un UVCE**

(1) L'expérience montre qu'en pratique, les effets thermiques de l'UVCE ne sont pas dus au rayonnement thermique (très court) du nuage enflammé, mais uniquement au passage du front de flamme. Autrement dit, toute personne se trouvant sur le parcours de la flamme est susceptible de subir l'effet létal, mais celui-ci n'excède pas la limite extrême atteinte par le front de flamme.

Les seuils d'effets thermiques en référence à la circulaire du 10 mai 2010 sont :

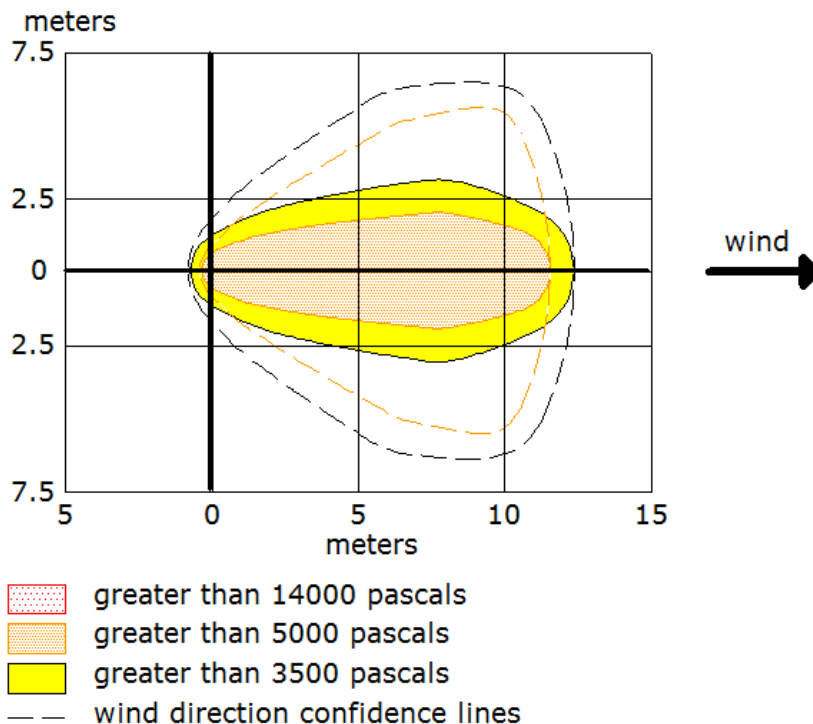
- Distance aux seuils d'effets létaux significatifs = distance à la LII
- Distance au seuil des premiers effets létaux = distance à la LII
- Distance à l'effet irréversible = 1,1 x distance à la LII

(2) 20 mbar n'est pas calculable par le logiciel.



**Figure 23. Distances d'effet de surpression d'un UVCE scénario D5 (ALOHA)**





**Figure 24. Distances d'effet de surpression d'un UVCE scénario F3 (ALOHA)**

Remarque : la ligne discontinue « wind direction confidence line » indique la zone d'incertitude liée à la dispersion du nuage de gaz. La zone représente une probabilité de présence à 95 %.

Concernant la direction du vent, la distance d'effet doit être étudiée selon toutes les **directions du vent possibles**. La zone d'effet retenue est un cercle de rayon égal à la distance maximale obtenue.

Sans connaître le positionnement exact de la cheminée de l'installation mobile dans l'enceinte, nous retenons par excès les distances d'effets ci-dessus à partir des murs d'enceinte.

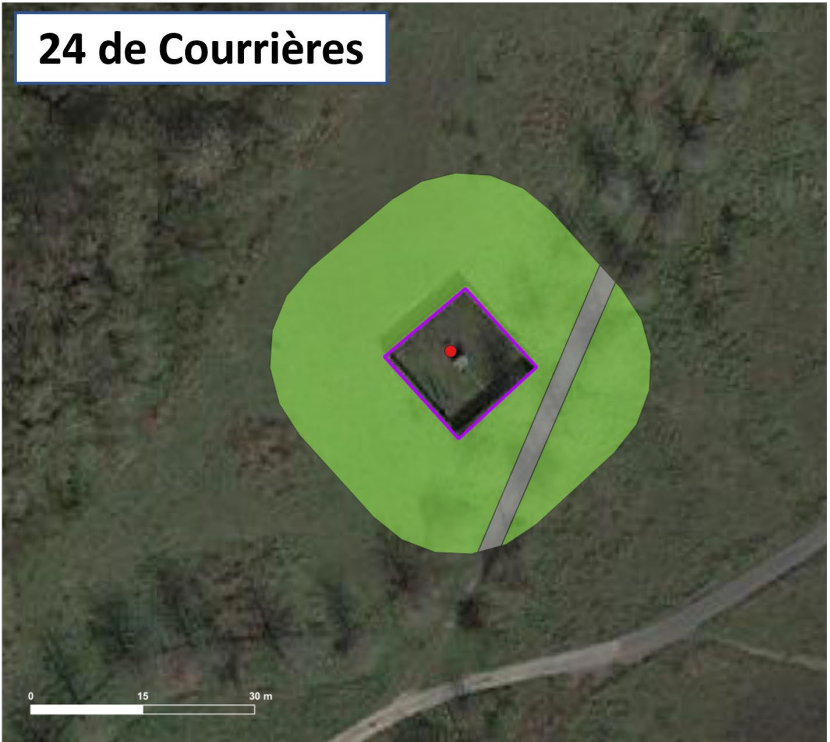
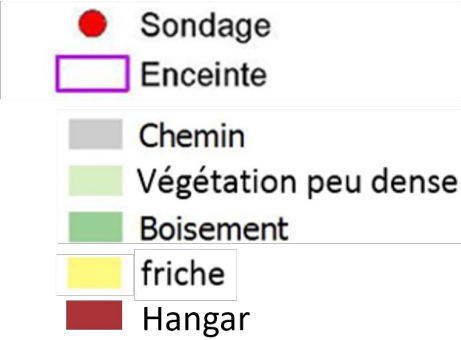
### 5.1.2 Calcul de la gravité

Une description de l'environnement autour des ouvrages a été réalisée au chapitre 0. Aucune habitation n'est présente dans les zones d'effets. Pour le comptage des personnes potentiellement exposées, les terrains ont été différenciés de la manière suivante :

- Les parcs et jardins, les friches / zones de stockages industrielles et hangars seront considérés comme **terrains aménagés et potentiellement fréquentés** ;
- Les chemins en bordure des ouvrages seront considérés comme **terrain aménagé mais peu fréquenté** ;
- Boisements, zones de végétations seront considérés comme **terrain non aménagé et très peu fréquenté**.











Le tableau suivant indique, pour chaque ouvrage, le nombre de personnes potentiellement exposées dans la zone des effets de surpression lors d'un UVCE et la gravité associée :

| Sondage | Seuil des effets | Distance d'effet | Boisements, végétations (1) |                                 | Chemins (2)               |                                 | Parcs et jardins, friches, hangars (3) |                                 | Nombre total de personnes permanentes dans la zone d'effet | Gravité |
|---------|------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|---------|
|         |                  |                  | Surface en m <sup>2</sup>   | Nombre de personnes permanentes | Surface en m <sup>2</sup> | Nombre de personnes permanentes | Surface en m <sup>2</sup>              | Nombre de personnes permanentes |  |         |
| S02     | SEI              | 12               | 926,4                       | 0,000926                        | 106,9                     | 0,001069                        |  |                                 | 0,001995   | Modéré  |
|         | SEL              | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
|         | SELS             | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
| S20     | SEI              | 12               | 308,8                       | 0,000309                        | 86,1                      | 0,000861                        | 646,4                                  | 0,646                           | 0,64717  | Modéré  |
|         | SEL              | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
|         | SELS             | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
| S25     | SEI              | 12               | 857,5                       | 0,00086                         |                           |                                 | 151,6                                  | 0,152                           | 0,152086   | Modéré  |
|         | SEL              | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
|         | SELS             | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
| 6bis    | SEI              | 12               | 1105,8                      | 0,00110                         | 58,2                      | 0,000582                        |  |                                 | 0,00168  | Modéré  |
|         | SEL              | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
|         | SELS             | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
| 24 C.   | SEI              | 12               | 1046,2                      | 0,00105                         | 84,6                      | 0,000846                        |  |                                 | 0,001896   | Modéré  |
|         | SEL              | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |
|         | SELS             | -                |                             |                                 |                           |                                 |  |                                 |  |         |

Tableau 8 - Scénario UVCE effets de surpression— cotation de la gravité - arrêté du 29 septembre 2005

- (1) Terrain non aménagé et très peu fréquenté. Compter 1 personne par tranche de 100 ha ou équivalent personnes permanentes exposées
- (2) Terrains aménagés mais peu fréquentés. Compter 1 personne par tranche de 10 ha
- (3) Terrain aménagé et potentiellement fréquenté. Compter 10 personnes à l'hectare

Le tableau suivant indique, pour chaque sondage, le nombre potentiel de personnes exposées dans la zone des effets du front de flamme lors d'un UVCE et la gravité associée (distance d'effet évaluée sur la base de la circulaire du 10 mai 2010, cf. §5.1.1) :

| Sondage | Seuil des effets | Distance d'effet | Boisements, végétations (1) |                                 | Chemins (2)               |                                 | Parcs et jardins, friches, hangars (3) |                                 | Nombre total de personnes permanentes dans la zone d'effet | Gravité   |
|---------|------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------|--|-----------|
|         |                  |                  | Surface en m <sup>2</sup>   | Nombre de personnes permanentes | Surface en m <sup>2</sup> | Nombre de personnes permanentes | Surface en m <sup>2</sup>              | Nombre de personnes permanentes |  |           |
| S02     | SEI              | 15,4             | 1340,8                      | 0,001341                        | 146,1                     | 0,00146                         |  |                                 | 0,002801   | Modéré    |
|         | SEL              | 14               | 1160,8                      | 0,001161                        | 131,0                     | 0,00131                         |  |                                 | 0,002471   | Sérieux   |
|         | SELS             | 14               | 1160,8                      | 0,001161                        | 131,0                     | 0,00131                         |  |                                 | 0,002471   | Important |
| S20     | SEI              | 15,4             | 443,1                       | 0,000443                        | 103,0                     | 0,00103                         | 952,07                                 | 0,952                           | 0,953447   | Modéré    |
|         | SEL              | 14               | 389,5                       | 0,000389                        | 95,9                      | 0,00096                         | 815,9                                  | 0,816                           | 0,817349   | Sérieux   |
|         | SELS             | 14               | 389,5                       | 0,000389                        | 95,9                      | 0,00096                         | 815,9                                  | 0,816                           | 0,817349   | Important |
| S25     | SEI              | 15,4             | 1389,3                      | 0,00139                         |                           |                                 | 66,8                                   | 0,0668                          | 0,068390   | Modéré    |
|         | SEL              | 14               | 1222,0                      | 0,00122                         |                           |                                 | 41,2                                   | 0,0412                          | 0,04242  | Sérieux   |
|         | SELS             | 14               | 1222,0                      | 0,00122                         |                           |                                 | 41,2                                   | 0,0412                          | 0,04242  | Important |
| 6bis    | SEI              | 15,4             | 1584,9                      | 0,00158                         | 70,6                      | 0,00071                         |  |                                 | 0,001655   | Modéré    |
|         | SEL              | 14               | 1379,0                      | 0,00138                         | 65,4                      | 0,00065                         |  |                                 | 0,00203  | Sérieux   |
|         | SELS             | 14               | 1379,0                      | 0,00138                         | 65,4                      | 0,00065                         |  |                                 | 0,00203  | Important |
| 24 C.   | SEI              | 15,4             | 1505,3                      | 0,00150                         | 107,7                     | 0,00108                         |  |                                 | 0,002580   | Modéré    |
|         | SEL              | 14               | 1307,1                      | 0,00131                         | 98,7                      | 0,00099                         |  |                                 | 0,002300   | Sérieux   |
|         | SELS             | 14               | 1307,1                      | 0,00131                         | 98,7                      | 0,00099                         |  |                                 | 0,002300   | Important |

Tableau 9 - Scénario UVCE effets du front de flamme– cotation de la gravité - arrêté du 29 septembre 2005



### 5.1.3 Cotation PICG

La gravité retenue est « Important » pour les effets du front de flamme, scénario UVCE.

La gravité retenue est « Modéré » pour les effets de surpression, scénario UVCE.

Rappelons que les hypothèses retenues (distance d'effet comptée à partir de la clôture) majorent le risque.

Au vu des mesures prévues, et de l'échelle de probabilité définie conformément à l'article 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 (cf. §1.3.4.1), nous retenons :

- **Probabilité D** « événement très improbable » pour le **scénario 4** : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement
- **Probabilité E** « événement possible mais extrêmement peu probable » pour le **scénario 3** : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement. Les éléments situés à l'extérieur de l'unité de test mobile étant légèrement plus à risque car moins protégés, la probabilité retenue est plus élevée pour ce scénario. A noter que dans le cas spécifique du puits 6bis de Liévin pour lequel il n'y a pas d'enclos béton, le site de captage sera délimité par des barrières Heras et, comme pour les autres sites, un gardiennage sera assuré 7j/7, 24h/24, interdisant tout risque de dégradation ou de vandalisme sur les équipements, conduite comprise.

La **cinétique** du phénomène est **rapide**.

### 5.1.4 Cartographie du risque

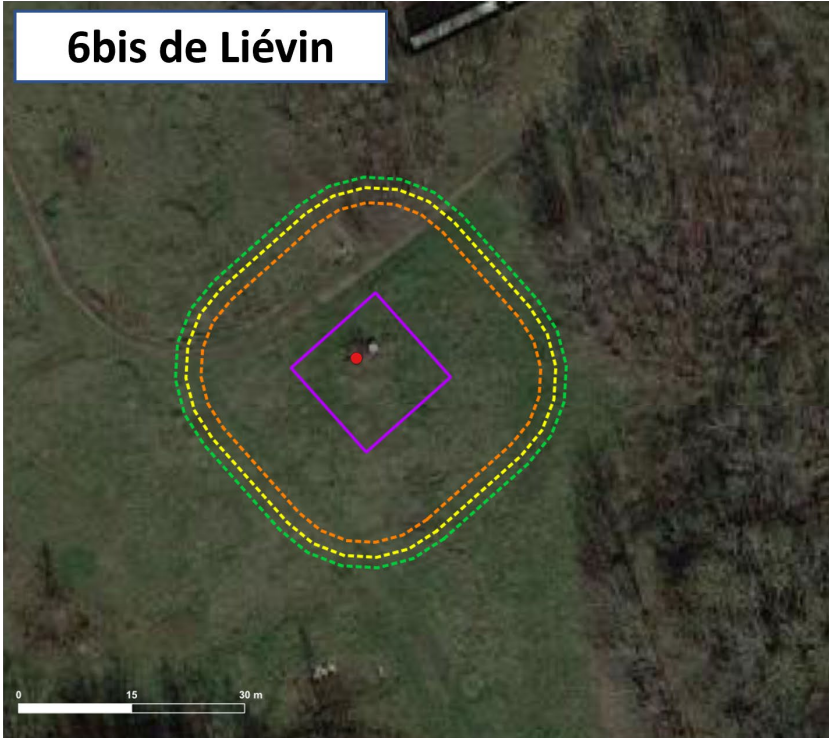
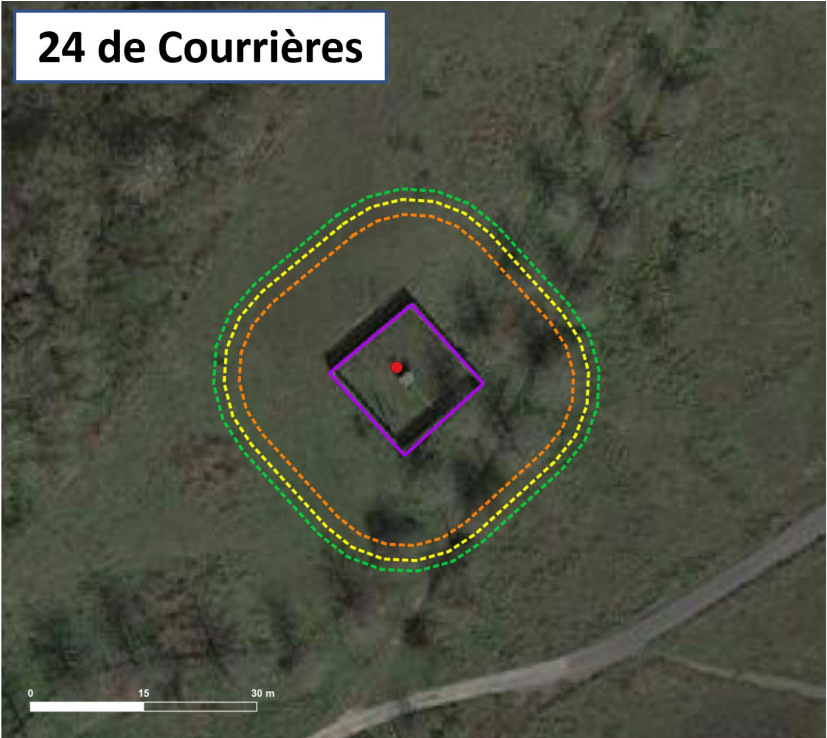






Scénario n°4 : explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement

- Sondage
- Enceinte
- Suppression 50 mbar (SEI) - conditions (F,3) : 12 m
- Effet thermique du front de flamme conditions (D,5) seuils SEL et SELS : 14 m
- Effet thermique du front de flamme conditions (D,5) seuil SEI : 15,4 m





## 5.2 ETUDE DU SCENARIO D'EXPLOSION D'UNE ATEX EN MILIEU CONFINE

Est concerné le scénario suivant :

- Scénario n° 2 : Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mines en milieu confiné.

### 5.2.1 Modélisation des effets

Une fuite sur une canalisation ou un équipement à l'intérieur du container pourrait entraîner le remplissage de l'ensemble du volume par un nuage ATEX. Le container prévu dispose de 2 ouvertures avec ventilateurs asservis à la détection en ambiant d'ATEX. **Les ouvertures de ventilation constituent une mesure passive rendant ce scénario improbable.**

#### > Bibliographie

Dans l'étude INERIS DRA-14-133344-01580B du 07/10/2014 il est indiqué une distance d'effet de surpression (SEL) de l'ordre de 10 à 15 m pour un scénario d'accident similaire mais avec une pression de gaz beaucoup plus élevée de 9 bar et du méthane concentré – Tableau 19.

Dans le cas de Gazonor les effets seront moindres :

- faibles pressions dans les conduites de refoulement ;
- Proportion moindre en méthane du gaz de mine, à l'exception du S25.

La teneur en méthane mesurée sur le S25 (90 %) est supérieure à la fourchette considérée dans l'étude INERIS (60 à 80%, soit +12,5% par rapport à la valeur maximale). Néanmoins, la distance d'effet indiquée dans l'étude INERIS reste majorante dans le cas du S25, la pression considérée dans l'étude étant près de 2 fois supérieure à la pression maximale mesurée historiquement sur le S25 (9 fois supérieure à la dernière valeur mesurée).

#### > Modélisation

Il a été calculé l'effet d'une explosion du container à la suite de l'inflammation d'une ATEX confinée. Il est fait l'hypothèse :

- Qu'une ATEX s'est formée en milieu confiné dans le container ;
- Que la source d'inflammation est suffisante pour déclencher l'inflammation de l'ATEX ;
- Aucune paroi de l'enceinte n'est considérée comme évent soufflable.

Ces hypothèses sont majorantes vis-à-vis du risque.

Le calcul a été réalisé selon le guide technique « Guide de l'état de l'art sur les silos » version 3 de 2008. Ce guide indique que les effets thermiques restent limités pour ce type d'accident. Pour les effets d'éclatement d'enceinte, la méthode utilisée est la formule de Brode pour l'énergie d'explosion et la méthode multi énergie pour les effets de pression. La méthode donne les surpressions d'une onde de choc résultant de l'éclatement du container en fonction de l'énergie d'explosion de l'ATEX.

Les données d'entrée utilisées sont :

|  |                   |
|--|-------------------|
| Volume de l'enceinte                                       | 39 m <sup>3</sup> |
| Hypothèse de pression statique de l'enceinte $P_{rupture}$ | 100 mbar          |

L'énergie d'explosion calculée par la formule de Brode donne  $2,34 \cdot 10^6$  joules.



Les résultats du calcul sont :

| Seuils d'effets de l'arrêté du 29 septembre 2005 | Distance d'effet à partir des murs du container |
|--|---|
| Surpression 300 mbar                             | 3,7 m   |
| Surpression 200 mbar (SELS)                      | 4,2 m   |
| Surpression 140 mbar (SEL)                       | 6,6 m   |
| Surpression 50 mbar (SEI)                        | 14,6 m  |

Tableau 10 - Distance des effets de surpression d'un VCE suivant la méthode multi-énergie indice 10

Sans connaître le positionnement exact de la cheminée de l'installation mobile dans l'enceinte, nous retenons par excès les distances d'effets ci-dessus à partir des murs d'enceinte du sondage.



## 5.2.2 Calcul de la gravité

Le tableau suivant indique, pour chaque ouvrage, le nombre de personnes potentiellement exposées dans la zone des effets de surpression lors d'un VCE et la gravité associée :

| Sondage | Seuil des effets | Distance d'effet | Boisements, végétations (1) |                              | Chemins (2)                  |                              | Parcs et jardins, friches, hangars (3) |        | Nombre total de personnes permanentes dans la zone d'effet | Gravité       |
|---------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|--------|--|---------------|
|         |                  | Longueur en m    | Surface en m <sup>2</sup>   | Nombre personnes permanentes | de Surface en m <sup>2</sup> | Nombre personnes permanentes | de Surface en m <sup>2</sup>           | en     |  | Longueur en m |
| S02     | SEI              | 14,6             | 1236,4                      | 0,001236                     | 137,6                        | 0,00138                      |  |        | 0,002616   | Modéré        |
|         | SEL              | 6,6              | 431,5                       | 0,000431                     | 22,6                         | 0,00023                      |  |        | 0,000661   | Sérieux       |
|         | SELS             | 4,2              | 257,5                       | 0,000257                     |                              |                              |  |        | 0,000257   | Important     |
| S20     | SEI              | 14,6             | 412,8                       | 0,000413                     | 98,9                         | 0,00099                      | 872,5                                  | 0,872  | 0,873403   | Modéré        |
|         | SEL              | 6,6              | 98,95                       | 0,000099                     | 59,6                         | 0,00060                      | 303,6                                  | 0,304  | 0,304699   | Sérieux       |
|         | SELS             | 4,2              | 28,8                        | 0,000029                     | 46,9                         | 0,00047                      | 187,1                                  | 0,187  | 0,187499   | Important     |
| S25     | SEI              | 14,6             | 1292,6                      | 0,001293                     |                              |                              | 51,8                                   | 0,0518 | 0,053093   | Modéré        |
|         | SEL              | 6,6              | 444,1                       | 0,000444                     |                              |                              | 1,3                                    | 0,0013 | 0,001744   | Sérieux       |
|         | SELS             | 4,2              | 252,3                       | 0,000252                     |                              |                              |  |        | 0,000252   | Important     |
| 6bis    | SEI              | 14,6             | 1465,8                      | 0,001466                     | 67,6                         | 0,00068                      |  |        | 0,002146   | Modéré        |
|         | SEL              | 6,6              | 493,9                       | 0,000494                     | 36,2                         | 0,00036                      |  |        | 0,000854   | Sérieux       |
|         | SELS             | 4,2              | 294,2                       | 0,000294                     | 11,9                         | 0,00012                      |  |        | 0,000414   | Important     |
| 24 C.   | SEI              | 14,6             | 1390,5                      | 0,001390                     | 102,6                        | 0,00103                      |  |        | 0,00242  | Modéré        |
|         | SEL              | 6,6              | 476,7                       | 0,000477                     | 35,1                         | 0,00035                      |  |        | 0,000827   | Sérieux       |
|         | SELS             | 4,2              | 285,4                       | 0,000285                     | 9,1                          | 0,00009                      |  |        | 0,000375   | Important     |

Tableau 11 - Scénario VCE effets de pression– cotation de la gravité - arrêté du 29 septembre 200

(1) Terrain non aménagé et très peu fréquenté. Compter 1 personne par tranche de 100 ha ou équivalent personnes permanentes exposées

(2) Terrain aménagé mais peu fréquenté. Compter 1 personne par tranche de 10 ha

(3) Terrain aménagé et potentiellement fréquenté. Compter 10 personnes à l'hectare

### 5.2.3 Cotation PICG

La gravité retenue est « Important ».

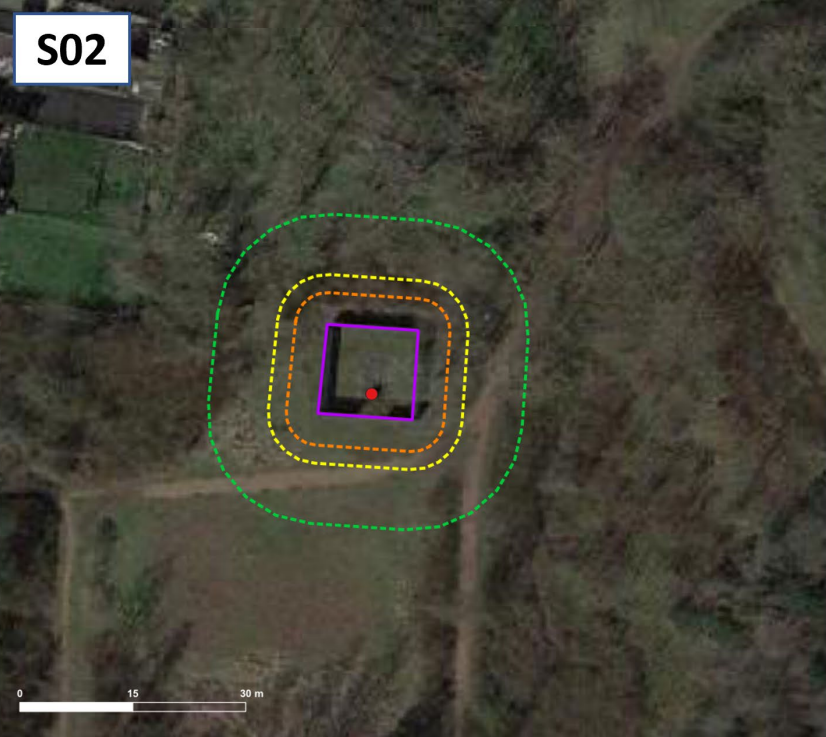
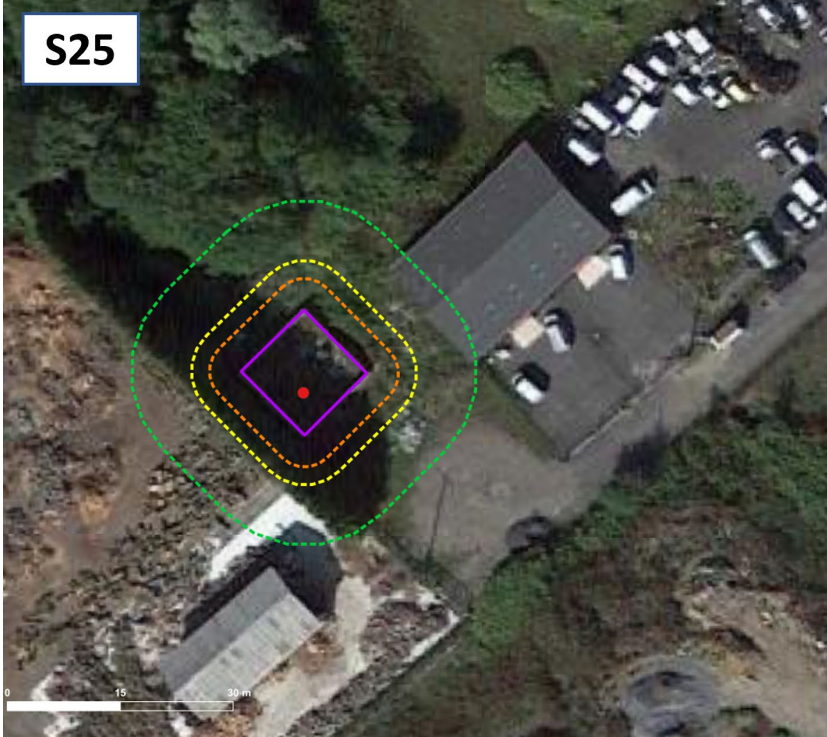
Rappelons que les hypothèses retenues (distance d'effet comptée à partir de la clôture) majorent le risque.

Au vu des mesures prévues, nous retenons :

- **Probabilité E « événement possible mais extrêmement peu probable »** pour le **scénario n° 2** :  
Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mines en milieu confiné

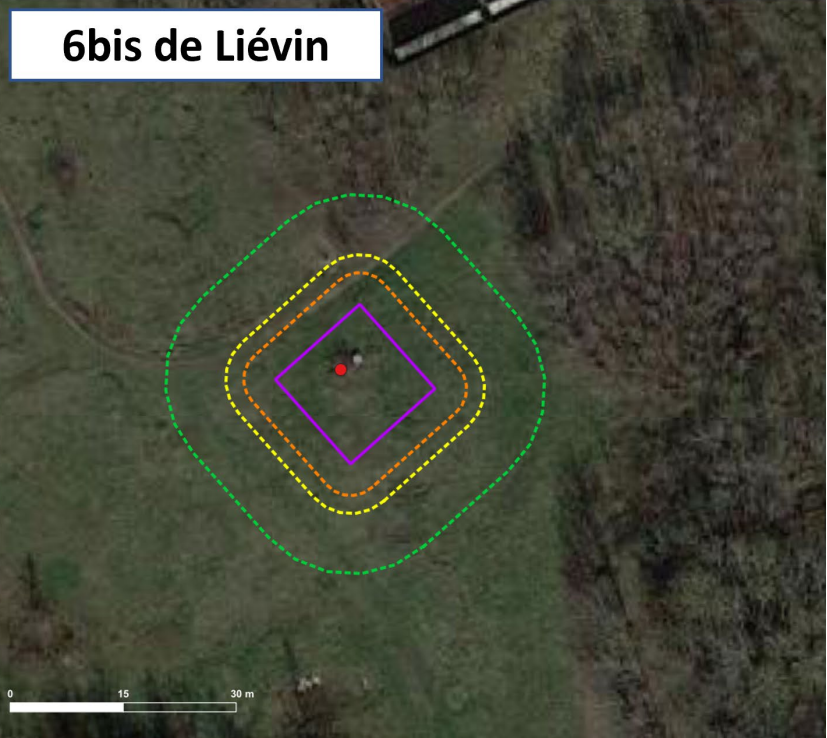
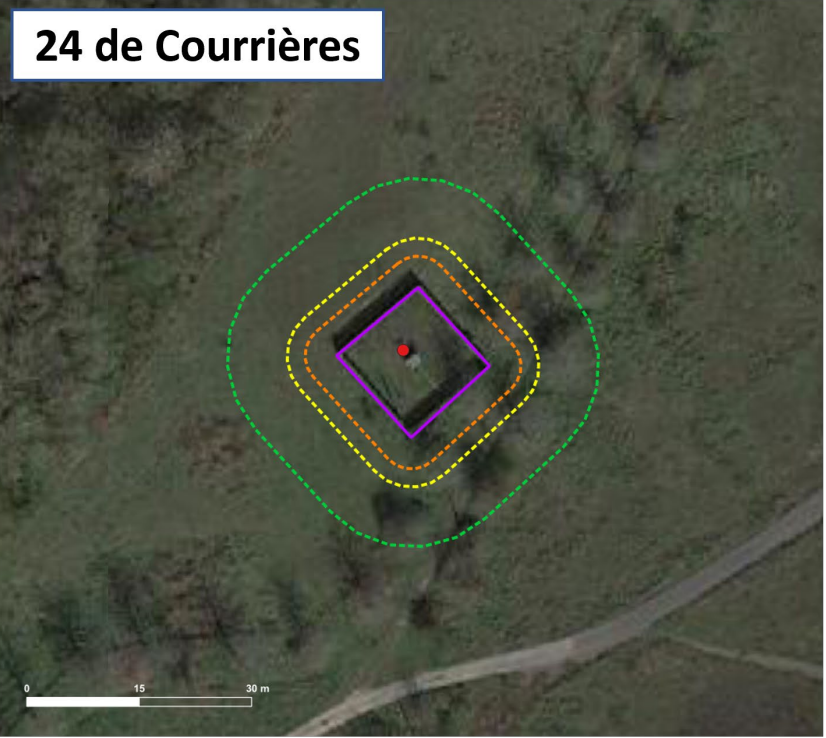
La cinétique du phénomène est rapide.

### 5.2.4 Cartographie du risque



**Scénario n°2 : explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mine en milieu confiné**

- Sondage
- Enceinte
- Surpression 200 mbar (SELS) : 4,2 m
- Surpression 140 mbar (SEL) : 6,6 m
- Surpression 50 mbar (SEI) : 14,6 m







## 5.3 ACCEPTABILITE DE TOUS LES SCENARIOS

La synthèse de la cotation des scénarios de l'étude détaillée des risques est la suivante :

| Scénario  | Gravité   | Probabilité   | Cinétique |
|---|-----------|---|-----------|
| Scénario n° 2<br>Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mines en milieu confiné                               | Important | <b>Probabilité E</b> « évènement possible mais extrêmement peu probable » | Rapide    |
| Scénario n°3<br>Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement | Important | <b>Probabilité E</b> « évènement possible mais extrêmement peu probable » | Rapide    |
| Scénario n°4<br>Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement         | Important | <b>Probabilité D</b> « évènement très improbable »                        | Rapide    |

Tableau 12 - Synthèse de la cotation des scénarios ayant des effets externes

Tous les scénarios (APR §4 et EDR §5) ont été positionnés selon la matrice de la circulaire de 2010 :

| GRAVITÉ des Conséquences | Classe de Probabilité |   |   |   |   |
|--------------------------|-----------------------|---|---|---|---|
|                          | E                     | D | C | B | A |
| Désastreux               |                       |   |   |   |   |
| Catastrophique           |                       |   |   |   |   |
| Important                | 2, 3                  | 4 |   |   |   |
| Sérieux                  |                       |   |   |   |   |
| Modéré                   | 1-5-7-8               | 6 |   |   |   |

Tableau 13 - Cotation des risques selon la matrice de criticité de la circulaire du 10 mai 2010

Légende de la matrice :

| Niveau de risque   | Couleur | Acceptabilité  |
|--------------------|---------|--|
| Risque très faible |         | acceptable   |
| Risque faible      |         | Zone de risque intermédiaire, dans laquelle une démarche d'amélioration continue est 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 |
| Risque important   |         | non acceptable   |

Il apparaît au regard de la matrice ainsi complétée que :

- Aucun accident n'apparaît dans les cases rouges de la matrice (risque inacceptable) ;
- Certains accidents figurent en case jaune (risque intermédiaire). Pour ces accidents, il convient de souligner que des mesures de sécurité seront mises en place (cf. §4.3). Par ailleurs, une démarche d'amélioration continue est mise en place pour l'ensemble des activités de la société. Concernant les essais de captage prévus, outre les mesures de sécurité présentées dans les paragraphes précédents, les mesures de prévention seront renforcées lors de chaque essai, tel qu'un contrôle de l'étanchéité des raccords avec un détecteur de fuite « 1000 bulles » à chaque visite de l'opérateur, un contrôle plus fréquent d'une présence éventuelle de CH<sub>4</sub> au niveau des raccords et dans le conteneur à l'aide de détecteurs de gaz et des rondes plus fréquentes du gardien (notamment dans le cas du puits 6bis de Liévin ceinturé par des barrières Heras et non par un enclos bétonné). En cas d'accident ou incident, un RETEX (retour d'expérience) sera réalisé afin d'analyser les causes de l'évènement et planifier de nouvelles mesures de sécurité et de prévention pertinentes.



## CHAPITRE 6. CONCLUSION

Une analyse préliminaire des risques a été réalisée, basée d'une part sur l'**accidentologie** permettant d'identifier les accidents les plus courants et basée d'autre part sur une identification des **scénarii d'accidents sur les installations prévues** pour réaliser les essais de captage de gaz.

Le retour d'expérience sur des installations similaires nous renseigne sur les situations de dangers qu'il convient d'examiner :

- Rupture d'une canalisation de gaz à l'intérieur d'une enceinte confinée pouvant entraîner une explosion ;
- Gel des soupapes de sécurité ;
- Dégâts causés par des travaux des tiers ;
- Usures ou corrosion du matériel ;
- Intoxications pour le personnel.

Aucun accident ne ressort des bases de données concernant des essais de captages. Aucun accident, incident n'a été recensé sur les installations de Gazonor.

Pour chaque scénario d'accident, l'étude a procédé à une analyse systématique des causes et conséquences ainsi que les mesures prévues de maîtrise des risques.

Trois scénarios sont ressortis de l'analyse préliminaire et font l'objet d'une étude détaillée des risques :

- Scénario n° 2 : Explosion du container (VCE) suite à une fuite de gaz de mine en milieu confiné ;
- Scénario n°3 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à une brèche ou rupture de canalisation extérieure de refoulement ;
- Scénarios n°4 : Jet enflammé ou explosion de gaz (UVCE) suite à l'inflammation du nuage de gaz au niveau du refoulement.

Ces scénarios regroupent plusieurs causes et séquences d'accident. Une cotation en intensité, probabilité, gravité et cinétique de ces événements permet de caractériser les risques pour toutes les séquences d'accidents.

Une recherche d'enjeux humains vulnérables a été réalisée dans chaque périmètre d'effet, permettant de repérer les interactions possibles entre les risques et les enjeux.

La cotation en gravité et probabilité permet de classer le risque de chaque scénario selon la grille de criticité employée et inspirée de la circulaire du 10 mai 2010.

Après analyse détaillée des risques, selon la méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010, il apparaît qu'aucun scénario étudié ne ressort comme inacceptable.

Le projet permet 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 actuelles.

## CHAPITRE 7. BIBLIOGRAPHIE

### Sites Internet consultés :

- Base de données AIDA – INERIS ;
- Base de données ARIA - BARPI ;
- Base de données des risques naturels : <http://www.georisques.gouv.fr> ;

### Guide technique exploité :

- Etude INERIS DRA-14-133344-01580B du 07/10/2014 "ETUDE DES DISTANCES D'EFFETS (EXPLOSION, THERMIQUE, TOXIQUE) DES PRINCIPAUX SCENARIOS MAJORANTS D'UNITE D'EPURATION DE BIOGAZ ET D'INJECTION DE BIOMETHANE."
- Etude INERIS DRA-07-88414-10586B du 18/01/2008 "ETUDE DES RISQUES LIES A L'EXPLOITATION DES METHANISEURS AGRICOLES."
- Etude INERIS DRA-09-101660-12814A du 18/01/2010 " Scénarios accidentels et modélisation des distances d'effets associés pour des installations de méthanisation de taille agricole et industrielle."
- Guide méthodologique GESIP n°2008/01 de janvier 2014 pour la réalisation d'une étude de dangers concernant une canalisation de transport (hydrocarbures liquides ou liquéfiés, gaz naturel ou assimilé et produits chimiques)

## CHAPITRE 8. ANNEXES

→ Annexe 1 : Résultats des modélisations d'UVCE par le logiciel ALOHA

→ Annexe 2 : Etude FLUIDYN « fuite d'une canalisation dépressurisée »