



**BUREAU  
VERITAS**

## **3 CA (62)**

***Analyse critique de l'étude de dangers***

### **3 CA**

**Route Départementale n°2  
62 111 MONCHY AU BOIS**

<b>Révision</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Date	10 Février 2010	30 Avril 2010	
Emetteur	V. ROMIER PUGEAT	V. ROMIER PUGEAT	
Vérificateur	X. TOUFFUT	X. TOUFFUT	

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>12</b>
1.1	CONTEXTE DE L'ETUDE.....	12
1.2	OBJECTIFS, CHAMPS ET CONTENU DE L'ETUDE.....	12
1.3	LIMITES DE L'ANALYSE CRITIQUE .....	13
1.4	DIFFICULTES RENCONTREES.....	13
1.5	DOCUMENTS EXAMINES POUR L'ANALYSE CRITIQUE .....	14
1.6	Liste des plans examinés pour l'analyse critique .....	14
1.7	PRINCIPALES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	14
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION SUCCINCTE DES INSTALLATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>15</b>
2.1	DESCRIPTIF FONCTIONNEL .....	15
2.1.1	<i>Gare de demi-coupure / Poste de livraison GRTgaz.....</i>	<i>15</i>
2.1.2	<i>Vannes police manuelles.....</i>	<i>15</i>
2.1.3	<i>Vannes de sécurité automatiques 3 CA.....</i>	<i>16</i>
2.1.4	<i>Tuyauterie de liaison.....</i>	<i>16</i>
2.1.5	<i>Filtres.....</i>	<i>16</i>
2.1.6	<i>Chaudières de réchauffage .....</i>	<i>16</i>
2.1.7	<i>Détendeur gaz.....</i>	<i>17</i>
2.1.8	<i>Compresseurs de gaz naturel.....</i>	<i>17</i>
2.1.9	<i>Skid turbine à gaz .....</i>	<i>17</i>
2.2	SCHEMA FONCTIONNEL.....	18
2.3	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT.....	19
2.4	PLAN DE MASSE .....	20
<b>3</b>	<b>EXAMEN DES PHENOMENES DANGEREUX PRESENTES DANS L'ETUDE DE DANGERS.....</b>	<b>21</b>
3.1	PHENOMENES DANGEREUX AU NIVEAU DES CANALISATIONS GAZ AERIENNES .....	21
3.2	PHENOMENES DANGEREUX AU NIVEAU DES CANALISATIONS ENTERREES .....	21
3.3	PHENOMENES DANGEREUX AU NIVEAU DU POSTE DE COMPRESSION/DETENTE.....	22
3.4	PHENOMENES DANGEREUX AU NIVEAU DES LOCAUX TURBINES ET CHAUDIERE AUXILIAIRE.....	23
3.5	PHENOMENES DANGEREUX LIES AU STOCKAGE DE PRODUITS CHIMIQUES .....	23
3.6	CONCLUSION SUR L'EXHAUSTIVITE DES PHENOMENES DANGEREUX .....	24
<b>4</b>	<b>EXAMEN DES HYPOTHESES RETENUES POUR LES MODELISATIONS .....</b>	<b>25</b>
4.1	DONNEES ET HYPOTHESES DE CALCULS .....	25
4.1.1	<i>Définition du terme source explosion en milieu libre .....</i>	<i>25</i>
4.1.2	<i>Définition du terme source explosion en milieu confinée .....</i>	<i>29</i>
4.2	CONCLUSION SUR LES HYPOTHESES DE CALCULS RETENUES DANS L'ETUDE DE DANGERS .....	30
<b>5</b>	<b>MODELISATION DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS PAR BV.....</b>	<b>32</b>
5.1	LOGICIEL DE CALCUL UTILISE .....	32
5.2	DISPERSION D'UN NUAGE INFLAMMABLE.....	32
5.2.1	<i>Jet enflammé .....</i>	<i>32</i>
5.2.2	<i>Flash fire.....</i>	<i>33</i>
5.2.3	<i>Explosion en milieu non confinée - UVCE.....</i>	<i>33</i>
5.2.4	<i>Méthodologie retenue pour les explosions en milieu confiné .....</i>	<i>34</i>
5.2.5	<i>Détermination de la surface des événements .....</i>	<i>35</i>
5.2.6	<i>Données et hypothèses de calculs : .....</i>	<i>36</i>
5.2.7	<i>Liste des phénomènes dangereux modélisés par BUREAU VERITAS.....</i>	<i>37</i>
5.3	RESULTATS DES MODELISATIONS PAR TYPE D'EFFETS .....	40
5.3.1	<i>Débits à la brèche .....</i>	<i>40</i>
5.3.1.1	<i>Modèle utilisé pour le calcul du débit à la brèche .....</i>	<i>40</i>
5.3.1.2	<i>Evolution du débit.....</i>	<i>40</i>
5.3.2	<i>Jets enflammés .....</i>	<i>43</i>
5.3.3	<i>Flash-fire .....</i>	<i>44</i>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

5.3.4	Explosion de nuage de gaz (UVCE) dans la zone encombrée .....	45
5.4	RESULTATS .....	46
5.4.1	Récapitulatif des zones d'effets calculées par 3 CA.....	47
5.4.2	Récapitulatif des zones d'effets calculées par BV.....	50
5.5	EVALUATION DE LA GRAVITE DES PHENOMENES DANGEREUX .....	51
5.5.1	Principes d'évaluation de la gravité.....	51
<b>6</b>	<b>ANALYSE DES MESURES TECHNIQUES ET ORGANISATIONNELLES DE REDUCTION DES RISQUES.....</b>	<b>52</b>
<b>7</b>	<b>POSITIONNEMENT DES PHENOMENES DANGEREUX DANS LA GRILLE D'APPRECIATION DU RISQUE.....</b>	<b>54</b>
7.1	FREQUENCE D'OCCURRENCE CALCULEE PAR BUREAU VERITAS SUR LES CANALISATIONS .....	54
7.2	AGREGATION DES PHENOMENES DANGEREUX.....	54
7.3	GRILLE MMR SELON L'ARRETE DU 29 SEPTEMBRE 2005 .....	56
7.4	MMR UTILISEES PAR BUREAU VERITAS POUR LE POSITIONNEMENT DES BRECHES DE CANALISATION (EXTERIEUR, INTERIEUR).....	57
<b>8</b>	<b>PROPOSITION D'AMELIORATION PROPOSEE PAR BUREAU VERITAS .....</b>	<b>59</b>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## ***RESUME DE L'ANALYSE CRITIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS***

La présente étude est l'analyse critique des phénomènes dangereux retenus dans l'étude de dangers de l'établissement 3 CA, demandée par la DREAL de Béthune.

Elle a pour objectifs (précisés dans le courrier de la DREAL en date du 27 octobre 2009 et lors de la réunion dans les locaux de la DREAL du 17 février 2010) :

1. s'assurer de l'exhaustivité des phénomènes dangereux présentés dans l'étude de dangers
2. dégager un avis sur la pertinence des hypothèses de calcul prises en compte pour les modélisations des phénomènes dangereux retenus,
3. considérer le cas échéant ; des modélisations complémentaires à celles prises en compte et dont certains paramètres seraient jugés inappropriés,
4. Analyser des mesures techniques et organisationnelles proposées en vue de réduire le risque associé aux scénarios menant aux phénomènes dangereux et évaluer leur pertinence,
5. Compléter et modifier autant que nécessaire la grille d'appréciation du risque présenté par le projet au regard des éléments précités
6. Proposer, le cas échéant, des dispositions ou des mesures de maitrises des risques complémentaires pour des phénomènes dangereux dont la position dans la grille d'appréciation du risque ne serait pas acceptable

La présente révision de la tierce expertise fait suite à la réunion du 17 Février 2010 avec la DREAL (Modification notamment du DN d'alimentation des Turbines/ Chaudières).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Les principales conclusions de l'étude sont résumées ci-dessous.

① **Exhaustivité des phénomènes dangereux**

Les phénomènes dangereux retenus dans l'étude de dangers sont les suivants repérés dans la suite du texte par les repères KAL (La numérotation restant identique à celle de l'étude de dangers) :

	Repère EDD	PhD	Rejet	Durée de fuite
<b>Rupture</b>	KAL1	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 turbine en amont du poste de compression détente	Vertical	15 minutes
	KAL2	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 turbine en aval du poste de compression détente		15 minutes
	KAL3	Rupture de la canalisation enterrée DN250 Turbine en amont du poste de compression détente		30 secondes
	KAL4	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 turbine en aval du poste de compression détente		30 secondes
	KAL 5	Rupture de la canalisation enterrée DN 150 chaudière en amont du poste de compression détente		15 minutes
	KAL 7	Rupture de la canalisation enterrée DN 150 chaudière en amont du poste de compression détente		30 secondes
	KAL 9	Rupture de la canalisation aérienne DN 250 turbine en amont du poste de compression détente	Horizontal	15 minutes
	KAL 10	Rupture de la canalisation aérienne DN250 turbine en aval du poste compression/détente		15 minutes
	KAL 11	Rupture de la canalisation aérienne DN250 « turbine en amont du poste de compression/détente		30 secondes
	KAL12	Rupture de la canalisation aérienne DN250 turbine en aval du poste compression/détente		30 secondes
	KAL13	Rupture de la canalisation aérienne DN150 chaudière amont du poste compression/détente		15 minutes
	KAL15	Rupture de la canalisation aérienne DN 150 chaudière en amont du poste compression détente		30 secondes
	KAL17	Rupture de la canalisation aérienne DN 250 turbine au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		15 minutes

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

	Repère EDD	PhD	Rejet	Durée de fuite
	KAL18	Rupture de la canalisation aérienne DN 250 turbine au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		30 secondes
<b>Brèche intermédiaire</b>	KAL 21	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 Turbine en amont du poste de compression détente	Vertical	15 minutes
	KAL23	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 en amont du poste de compression détente		30 secondes
	KAL25	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN150 Chaudière en amont du poste compression/détente		15 minutes
	KAL27	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN150 Chaudière en amont du poste de compression détente		30 secondes
	KAL29	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN 250 Turbine en amont du poste de compression détente	Horizontal	15 minutes
	KAL30	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 Turbine en aval du poste de compression détente		15 minutes
	KAL31	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 Turbine en amont du poste de compression détente		30 secondes
	KAL32	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 en aval du poste de compression détente compression		30 secondes
	KAL33	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 Chaudière en amont du poste de détente compression		15 minutes
	KAL35	Fuite de 70 mm de canalisation aérienne DN150 Chaudière en amont du poste de compression détente		30 secondes
<b>Brèche Mineure 12 mm</b>	KAL 41	Fuite de 12 mm de la canalisation enterrée DN250 Turbine en amont du poste de compression détente	Vertical	15 minutes
<b>Explosion confinée</b>	KAL 51	Fuite de gaz dans le bâtiment turbine	/	/

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Seuls les phénomènes dangereux dont les effets sortent des limites de propriété sont repris dans l'étude de dangers comme accidents majeurs (référéncés AM). Pour chaque phénomène dangereux étudié, les effets sont analysés sur l'homme et sur les structures.

L'ensemble des phénomènes dangereux avec et sans fonctionnement des barrières ont été calculés (15 minutes et 30 secondes) dans le document intitulé Annexe 22 .

***Avis du tiers expert :***

Pour chacun des phénomènes dangereux étudiés, l'ensemble des effets possibles ont bien été étudiés (effets de surpression et les effets thermiques (inflammation immédiate et inflammation retardée) c'est à dire flash fire/ Jet enflammé/ UVCE et VCE.

Pour les explosions en milieu confiné, le choix du local retenu est bien précisé (local turbine, skid turbine, skid préparation gaz, skid compresseur).

Dés que le positionnement des soupapes et de lignes de pressurisation des lignes gaz, BUREAU VERITAS recommande de réaliser un calcul d'effets pour s'assurer du bon positionnement de ces points d'émissions.

② **Hypothèses de calculs**

***Avis du tiers expert :***

- les tailles de brèche sont justifiées, elles reposent sur le guide GESIP dédiées aux canalisations de transport. Ce point n'apporte pas de commentaires particuliers de BUREAU VERITAS

- Dans le cas du fonctionnement des barrières de sécurité, le temps de fuite retenu est de 30 secondes. Les calculs de dispersion réalisés par BUREAU VERITAS montrent que la fuite est stabilisée au bout de 30 secondes. Il apparait donc justifié de retenir un temps de fuite de 30 secondes pour les scénarios de fuite avec fonctionnent des barrières de sécurité (démarche conservative)

- Les débits calculés sont réalisés à l'aide de la fonction « Gas Release » qui permet de retranscrire la décompression du réseau avec prise en compte des pertes de charges. Les débits calculés par BUREAU VERITAS (PHAST) sont du même ordre de grandeur que ceux présentés dans l'étude de dangers.

- Les valeurs d'indice Multi Energie retenue pour les effets en milieu confiné paraissent justifiées : choix d'un indice multi énergie 5 pour les zones encombrées et choix d'un indice multi énergie 4 pour les zones non encombrées (rejet turbulent dans des zones encombrées)

- Les calculs réalisés en milieu confiné pourront être précisés pour les explosions primaires et secondaires.

- Les effets de projections pourront être écartés par des mesures constructives.

- Le choix de la tenue à la pression des locaux en cas d'explosion est une MMR (Mesure de Maitrise des Risques). Elle devra être justifiée par une note de calcul et un suivi de construction pour sa bonne prise en compte lors de la conception et construction des bâtiments.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

③ **Ordre de grandeur des distances de dangers évaluées dans l'étude de dangers :**

Les débits calculés par BV sont du même ordre de grandeur que celles déterminées dans l'étude de dangers. BUREAU VERITAS valide les débits calculés.

Pour les UVCE- Effets de surpression, les zones d'effets calculées par KALIES sont nettement supérieures à celle de BUREAU VERITAS.

Pour les Flash Fire- Effets thermiques, les zones d'effets calculées par KALIES sont nettement inférieures à celle de BUREAU VERITAS.

**Les zones d'enveloppes pour le calcul de la gravité correspondent aux distances d'effets des UVCE calculées par KALIES**

Le but de la tierce expertise n'étant pas de substituer à l'étude de dangers, seuls les phénomènes jugés comme représentatifs et majorants ont été recalculés par BUREAU VERITAS afin de se positionner sur les distances d'effets calculés par 3 CA :

	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite
<b>Rupture</b>	BV1	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 Turbine en amont du poste de compression détente	Vertical	15 minutes
	BV2	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 Turbine en aval du poste de compression détente		15 minutes
	BV3	Rupture de la canalisation enterrée DN250 Turbine en amont du poste de compression détente		30 secondes
	BV4	Rupture de la canalisation enterrée DN 250 turbine en aval du poste de compression détente		30 secondes
	BV5	Rupture de la canalisation enterrée DN 150 chaudière en amont du poste de compression détente		15 minutes
	BV7	Rupture de la canalisation enterrée DN 150 chaudière en amont du poste de compression détente		30 secondes
	BV 9	Rupture de la canalisation aérienne DN 250 chaudière en amont du poste de compression détente	Horizontal	15 minutes
	BV 10	Rupture de la canalisation aérienne DN250 turbine en aval du poste compression/détente		15 minutes
	BV 11	Rupture de la canalisation aérienne DN250 « turbine en amont du poste de compression/détente		30 secondes
	BV12	Rupture de la canalisation aérienne DN250 turbine en aval du poste compression/détente		30 secondes
	BV13	Rupture de la canalisation aérienne DN150 chaudière turbine en amont du poste compression/détente		15 minutes
	BV 15	Rupture de la canalisation aérienne DN 150 chaudière en amont du poste compression détente		30 secondes

BV40	Explosion confinée dans le bâtiment Chaudière Auxiliaire
BV 41	Explosion confinée dans le bâtiment Turbine

Seuls les phénomènes dangereux recalculés par BUREAU VERITAS pour les canalisations ont été positionnés dans la grille d'appréciation du risque.



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Compte tenu de la remise en culture de la bande entre la limite d'exploitation et la limite de propriété, nous considérons que des personnes tiers sont susceptibles d'être exposées au niveau de ces terrains agricoles. (Point validé par 3 CA).

Avec les caractéristiques de pression et de diamètre présentées dans l'étude de dangers, la gravité associée maximale a été évaluée « importante » pour les phénomènes dangereux majeurs.

#### ④ **Analyse des MMR**

**Les niveaux de confiance retenus dans l'étude de dangers ne peuvent être validés par BUREAU VERITAS car les MMR proposées ne sont suffisamment détaillées (trop en amont de la revue de détail du projet et des conditions d'exploitations).**

**3 CA devra s'assurer après la revue de détail et en phase d'exploitation de la centrale que les niveaux de confiance attribués aux MMR sont conformes à ceux retenus dans l'étude de dangers. 3 CA devra valider la liste des MMR issue de l'étude de dangers et la compléter si nécessaire en fonction des choix techniques fait lors de la conception finale. 3 CA devra rédiger les fiches MMR permettant d'identifier les éléments garants de la pérennité de ses MMR (nature de fréquence de test, critères de conception...**

- Les valeurs d'indice Multi Energie retenue pour les effets en milieu confiné paraissent justifiées : choix d'un indice multi énergie 5 pour les zones encombrées et choix d'un indice multi énergie 4 pour les zones non encombrées (rejet turbulent dans des zones encombrées)

- Les calculs réalisés en milieu confiné pourront être précisés pour les explosions primaires et secondaires.

- Les effets de projections pourront être écartés par des mesures constructives.

- Le choix de la tenue à la pression des locaux en cas d'explosion est une MMR (Mesure de Maitrise des Risques). Elle devra être justifiée par une note de calcul et un suivi de construction pour sa bonne prise en compte lors de la conception et construction des bâtiments.

- **Une barrière de sécurité ne peut être retenue comme MMR si un niveau de confiance de zéro lui est attribué (cas de la MMR09)**

#### ⑤ **Grille d'appréciation du risque**

Les informations disponibles dans l'étude de dangers ne permettent pas d'évaluer les fréquences d'occurrences des équipements complexes (poste de détente/compression, turbine, chaudière). Ces phénomènes dangereux sont de gravité au plus importante, le respect des standard les plus exigeants permettra de considérer le risque comme maîtrisé et de confirmer un positionnement dans la matrice (Improbable, Important).

Il sort du champ de la tierce expertise de se substituer à l'exploitant pour réaliser les analyses détaillées des risques. En revanche, nous avons évalué de façon comparative avec des équipements de même nature le positionnement des phénomènes dangereux retenu par l'exploitant dans la grille d'appréciation du risque.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### Grille de criticité des accidents majeurs pour les canalisations

**Avec fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 30 secondes)**

	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
Gravité	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Phénomènes Dangereux  
calculés par Bureau  
Veritas

**Sans fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 15 minutes)**

	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
Gravité	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Phénomènes Dangereux  
calculés par Bureau  
Veritas

**BUREAU VERITAS confirme le positionnement des phénomènes dangereux dans la matrice (Extrêmement Improbable, Important) pour les canalisations.**

Concernant les équipements complexes, la probabilité de fuite très importante sur un compresseur de gaz centrifuge est de l'ordre de  $3.10^{-5}$ /an et par étage (source : DNV pipeline frequencies). Compte tenu des fréquences d'allumage d'une fuite, la probabilité finale est vraisemblablement très improbable (classe D).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Contexte de l'étude

La société 3 CA souhaite exploiter sur la commune de MONCHY AU BOIS (62), une centrale à cycle combiné.

Dans le cadre de la réalisation de son demande d'autorisation d'exploiter, la société 3 CA a transmis à la DREAL, une étude de dangers qui présente les phénomènes dangereux retenus suite à l'analyse préliminaires des risques réalisée en partenariat avec le bureau d'étude KALIES (59).

Suite à l'examen de cette étude de dangers, la DRIRE a demandé à la société 3 CA une tierce expertise de son étude de dangers.

Pour cette mission, BUREAU VERITAS a été retenu comme tiers expert.

Le champ et contenu de l'analyse critique ont été précisés lors de la réunion tripartite de démarrage de la tierce expertise qui s'est tenue le 16 décembre 2009, en présence de la société 3CA, représentée par Adrien Meier, de la société BUREAU VERITAS représentée par Xavier TOUFFUT et Véronique ROMIER PUGEAT, et de l'Inspection des Installations Classées représentée par Monsieur BAUDUIN et Monsieur LECLUSE

### 1.2 Objectifs, champs et contenu de l'étude

Conformément au courrier du 27 octobre 2009 de la DREAL Nord- Pas de Calais, la présente étude de tierce expertise s'est attachée à :

1. s'assurer de l'exhaustivité des phénomènes dangereux présentés dans l'étude de dangers
2. dégager un avis sur la pertinence des hypothèses de calcul prises en compte pour les modélisations des phénomènes dangereux retenus,
3. considérer le cas échéant ; des modélisations complémentaires à celles prises en compte et dont certains paramètres seraient jugés inappropriés,
4. Analyser des mesures techniques et organisationnelles proposées en vue de réduire le risque associé aux scénarios menant aux phénomènes dangereux et évaluer leur pertinence,
5. Compléter et modifier autant que nécessaire la grille d'appréciation du risque présenté par le projet au regard des éléments précités
6. Proposer, le cas échéant, des dispositions ou des mesures de maitrises des risques complémentaires pour des phénomènes dangereux dont la position dans la grille d'appréciation du risque ne serait pas acceptable

La présente tierce expertise (révision 1) porte sur la révision 2 de l'étude de dangers, en date du 08 Avril 2010.

La présente révision de la tierce expertise fait suite à la réunion du 17 Février 2010 avec la DREAL (Modification notamment du DN d'alimentation d Turbines/ Chaudières).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **1.3 Limites de l'analyse critique**

BUREAU VERITAS a réalisé cette analyse critique au vu des informations (rapports et plans dont la liste est donnée au paragraphe 2.), fournies par l'exploitant, et des connaissances techniques et réglementaires connues à la date d'élaboration du présent document.

La responsabilité de BUREAU VERITAS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées ou en cas de modifications ultérieures apportées aux documents fournis ou aux installations étudiées.

### **1.4 Difficultés rencontrées**

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée pour réaliser la présente tierce expertise : La société 3 CA a transmis l'ensemble des informations nécessaires ainsi que tous les documents requis pour notre mission.

Notons que la réalisation de l'étude de dangers et compte tenu des durées d'instruction est très en amont des revues de conception de détail. Un certain nombre de choix techniques impactant la sécurité seront réalisés lors des phases de conception détaillé et plan d'exécution de la centrale. Il conviendra de s'assurer que ces choix respectent les principes et hypothèses retenues dans l'étude de dangers.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **1.5 Documents examinés pour l'analyse critique**

- - Etude de dangers référence KALIES – KALIES – KA09.02.004 en Avril 2010,
- - Rapport de modélisations des phénomènes dangereux – Annexe 22
- - Analyse préliminaires des risques – Annexe 20
- - Réponses aux observations de la DREAL sur le projet de dossier de demande d'autorisation d'exploiter du 09 juillet 2009 en date du 07 décembre 2009

### **1.6 Liste des plans examinés pour l'analyse critique**

- - Plan de masse Cadastral – rayon 300 m Echelle 1/2500
- - Plan des réseaux d'assainissement – rayon 35 m – Echelle 1/750.

### **1.7 Principales références bibliographiques**

Les principaux ouvrages techniques qui ont été consultés pour l'élaboration de la présente analyse critique sont listés ci-après :

- - Arrêté du 29 septembre 2005 – dit arrêté « PCIG » - 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
- - Guide GESIP en date de décembre 2008 pour la réalisation des études de sécurité des canalisations de transport

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 2 DESCRIPTION SUCCINCTE DES INSTALLATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

[Données 3 CA]

Pour la clarté de l'étude, nous rappelons ci-après, de façon synthétique, la description des installations existantes, concernées par la présente étude de tierce expertise.

### 2.1 *Descriptif fonctionnel*

Le branchement sur le réseau gaz n'est pas encore défini. Trois tracés différents ont été proposés par GRTgaz. Dans les trois cas le branchement s'effectuera sur le réseau de transport principal des Hauts de France.

GRTgaz installera une gare de demi-coupeure en amont du poste de livraison.

Des boutons d'arrêt d'urgence sont implantés stratégiquement autour des équipements, du package TAG, des entrées du bâtiment.

Nota : L'étude de sécurité du poste Grtgaz et de la canalisation associée est en cours de rédaction par GRTgaz

#### 2.1.1 *Gare de demi-coupeure / Poste de livraison GRTgaz*

Les installations de GRTgaz seront constituées :

- - D'un poste de demi-coupeure,
- - D'un poste de livraison principal comportant deux lignes distinctes de comptage (une normale et une de secours) et leur sécurité propre.
- - D'un poste de livraison auxiliaire comportant comptage et sécurités pour alimenter la chaudière auxiliaire.

Ces installations seront réalisées suivant les standards GRTgaz et ne feront pas partie de la zone d'exploitation de l'installation de 3CA. Les installations de GRTgaz auront leur limite d'exploitation propre clôturée. L'implantation finale des installations de GRTgaz n'est pas encore définie. La limite de prestation de GRTgaz s'arrête en aval des vannes polices à l'aval des postes de livraison.

#### 2.1.2 *Vannes police manuelles*

Dans le domaine d'exploitation de GRTgaz seront implantés des vannes de coupures manuelles GRTgaz sur chaque ligne de livraison en aval des postes de livraisons de GRTgaz.

Directement à l'entrée de la zone d'exploitation de 3CA une vanne de coupeure manuelle 3 CA sera installée sur chaque ligne d'alimentation en gaz naturel.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **2.1.3 Vannes de sécurité automatiques 3 CA**

Deux vannes de sécurité automatiques se trouvent en aval de chaque poste de livraison et des vannes manuelles au sein du domaine d'exploitation 3 CA de l'installation afin de permettre la coupure de l'ensemble du gaz livré sur le site. Les deux vannes automatiques de sécurité sont localisées directement après l'entrée des conduites sur le domaine d'exploitation en aval des postes de livraison GRTgaz.

Ces vannes de sécurité automatiques se ferment en cas de détection de surpression par rapport à la pression nominale du système d'alimentation en gaz, de chute de pression dans la tuyauterie située en aval (cas de la rupture de tuyauterie), de demande opérateur depuis la salle de contrôle ou demande d'un opérateur en local (bouton arrêt d'urgence).

Les canalisations deviennent souterraines directement en aval de ces vannes police manuelles et ce jusqu'aux vannes de sécurité automatique au niveau de l'entrée du poste de compression / détente.

Les positionnements des vannes de sécurité sont présentés au chapitre 2.2 ;

### **2.1.4 Tuyauterie de liaison**

Les tuyauteries d'alimentation en gaz naturel seront souterraines à partir des vannes polices manuelles situées à l'entrée de la limite d'exploitation 3CA jusqu'à la station de compression / détente du gaz afin de minimiser les risques d'accident.

A chaque sortie d'un tronçon souterrain de canalisation, une vanne de sécurité automatique permettra la coupure d'alimentation en gaz avant toute entrée dans un bâtiment.

En sortie du poste de compression /détente, les tuyauteries seront à nouveau enterrées et déboucheront pour entrer respectivement dans le bâtiment turbine et la chaudière auxiliaire.

Ces tuyauteries seront protégées contre la corrosion (protection cathodique...), les chocs et des températures excessives.

### **2.1.5 Filtres**

Des filtres redondants sont installés afin de récupérer les particules présentes dans le gaz.

### **2.1.6 Chaudières de réchauffage**

Des chaudières de réchauffage seront nécessaires pour compenser la perte d'énergie thermique lors de la détente du gaz naturel et s'assurer que la température du gaz sera suffisamment éloignée de la température de condensation des hydrocarbures contenus dans le gaz. La condensation de ces hydrocarbures risquerait d'endommager la turbine à gaz ou les postes de détente et de perturber le fonctionnement de l'installation. Il est donc nécessaire d'avoir une chaudière de réchauffage (plus une de secours) sur la ligne de livraison principale et une (plus une de secours) sur la ligne de livraison de la chaudière auxiliaire.

Les chaudières de réchauffage à combustion seront alimentées de contrôle de flamme, vannes automatiques de coupure et dispositif limiteur de température.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **2.1.7 Détendeur gaz**

La pression du gaz doit être régulée et maintenue dans une certaine plage pour pouvoir être utilisé dans la turbine à gaz. Le système de régulation comprendra donc des détendeurs (2x100%).

### **2.1.8 Compresseurs de gaz naturel**

Si la pression requise par la turbine à gaz est supérieure à la pression de gaz livrée par GRTgaz, une station de compression du gaz naturel sera nécessaire.

Le système de compression comprendra :

- - Les compresseurs, 1 normal, 1 secours, munis de leurs ballons amont et aval, du compresseur proprement dit (entraîné par un moteur électrique), de leurs vannes de sécurité en amont / aval et de décompression en cas d'urgence. Le local abritant les compresseurs est muni de détections gaz redondantes. En cas de détection gaz, le compresseur associé est immédiatement isolé et décomprimé à l'atmosphère. Il en est de même en cas de déclenchement du compresseur sur sécurité majeure (vibration, pression très haute...),
- - Une recirculation équipée d'une vanne de régulation et d'un échangeur (refroidissement du gaz qui recircule en boucle),
- - Un by-pass de la station de compression, qui permet de maintenir une alimentation minimum de la turbine à gaz en cas d'incident sur les compresseurs et/ou de contourner les compresseurs lorsque la pression du réseau GRT Gaz est suffisante,
- - Des vannes de sectionnement de sécurité et décompression

### **2.1.9 Skid turbine à gaz**

Un skid de régulation est implanté soit à proximité de la turbine, dans une enceinte ventilée en conséquence soit dans le caisson turbine même, soit à l'extérieur du bâtiment. Dans tous les cas, des détections gaz redondantes viennent prévenir d'une fuite gaz éventuelle, mettant l'ensemble en situation de sécurité. Des filtres cartouches protègent également la turbine à gaz contre des impuretés présentes dans le gaz.

De ce skid, la tuyauterie arrive directement au niveau de la chambre de combustion et de la TAG.





3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

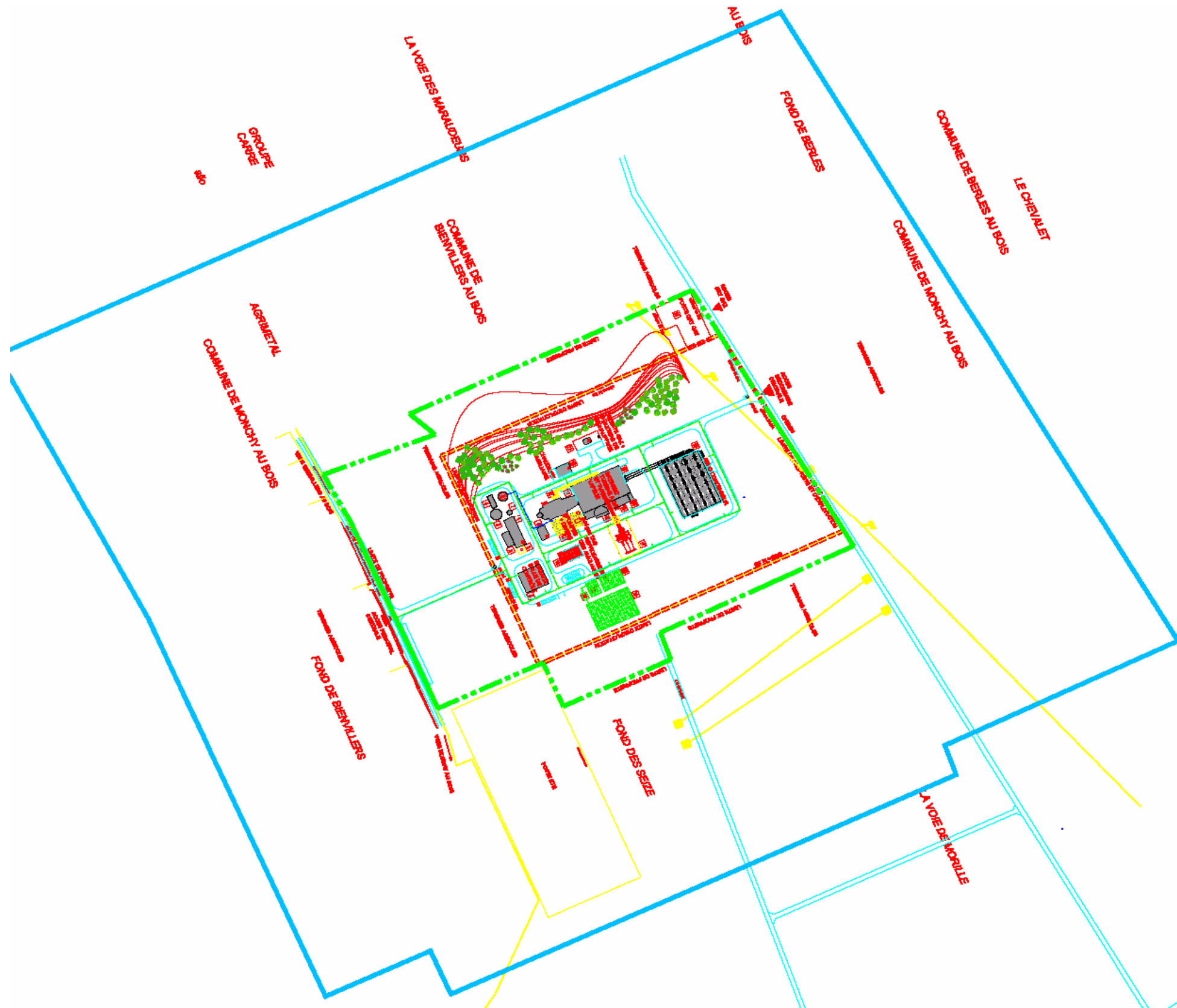
## 2.3 Description de l'environnement

Le site est caractérisé par un environnement agricole comme le montrent les photos ci-dessous :



Environnement autour des installations projetées 3 CA

## 2.4 Plan de masse



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 3 EXAMEN DES PHENOMENES DANGEREUX PRESENTES DANS L'ETUDE DE DANGERS

#### 3.1 Phénomènes dangereux au niveau des canalisations gaz aériennes

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert Phénomènes dangereux retenus par BUREAU VERITAS</i>
<b><u>Phénomènes dangereux retenus :</u></b>	
<p>Les phénomènes dangereux retenus dans l'étude de dangers de 3 CA sont repris au niveau de la synthèse de la présente tierce expertise (page 6)</p> <p>Pour chaque phénomène dangereux, il a été étudié les effets de surpression et les effets thermiques associés (inflammation immédiate et inflammation retardée) cad flash fire/ Jet enflammé/ UVCE et VCE</p>	<p>La modélisation de l'ensemble des phénomènes dangereux retenus par 3 CA est présentée par dans l'annexe 22</p> <p>Seuls les phénomènes dangereux dont les effets sortent des limites d'exploitation sont présentés dans l'étude de dangers.</p>

#### 3.2 Phénomènes dangereux au niveau des canalisations enterrées

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert Phénomènes dangereux retenus par BUREAU VERITAS</i>
<b><u>Phénomènes dangereux retenus :</u></b>	
<p>L'étude de dangers traite les risques liés aux canalisations enterrées en amont et en aval du poste de compression/détente.</p> <p>Pour la partie enterrée, l'analyse préliminaire des risques précise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la profondeur de la canalisation</li> <li>- la surépaisseur de canalisation</li> <li>la protection cathodique prévue</li> </ul> <p>Les tailles de brèches étudiées sont celles préconisées par le guide GESIP à savoir brèche de 12 mm, 70 mm, et rupture 100 %</p>	<p>L'analyse préliminaire devra être complétée sur les moyens mis en place lors des travaux tiers</p> <p>Conformément au Guide GESIP, BUREAU VERITAS valide le choix des phénomènes dangereux étudié les phénomènes dangereux associées pour une brèche 12 mm, 70 mm et rupture 100 %</p>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 3.3 Phénomènes dangereux au niveau du poste de compression/détente

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert Phénomènes dangereux retenus par BUREAU VERITAS</i>
<b><u>Phénomènes dangereux retenus :</u></b>	
Les phénomènes dangereux identifiés portent sur les canalisations d'alimentation en gaz et les principaux équipements	<p>Les équipements complexes ont été traités de façon générique dans l'analyse préliminaires des risques.</p> <p>Cette analyse a permis de retenir les phénomènes dangereux considérés comme les plus graves.</p>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 3.4 Phénomènes dangereux au niveau des locaux turbines et chaudière auxiliaire

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert Phénomènes dangereux retenus par BUREAU VERITAS</i>
<b><u>Phénomènes dangereux retenus :</u></b>	
<p>Les phénomènes dangereux sont présentés au niveau du local turbines et de la chaudière auxiliaire ne sont pas repris dans le corps de l'étude de dangers mais sont présentées dans l'annexe 22 - Modélisation des phénomènes dangereux.</p> <p>KAL 51 : Fuite de gaz dans le bâtiment Turbines</p> <p>KAL52 : Fuite de gaz dans le caisson turbines</p> <p>KAL53 : Fuite de gaz dans le bâtiment chaudière auxiliaire dans le local chaudière auxiliaire</p> <p>KAL53: Fuite d'hydrogène dans les bâtiments turbines</p>	<p>Compte tenu de la complexité des équipements, l'Analyse préliminaires actuelle réalisé dans le cadre de l'instruction du dossier ICPE devra être complétée lors des études de conception pour définir de manière précise les MMR de l'installation.</p> <p>Cette future analyse pourra être complétée par les risques liés aux fuites en extérieur et aux défauts de ventilation (en cas de fuite à l'extérieur, risque d'aspiration du gaz dans l'air de combustion ...).</p>

### 3.5 Phénomènes dangereux liés au stockage de produits chimiques

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert Phénomènes dangereux retenus par BUREAU VERITAS</i>
<b><u>Phénomènes dangereux retenus :</u></b>	
<p>Aucun phénomène dangereux n'a été retenu pour le stockage d'acide chlorhydrique (34%), de soude (50 %) et d'ammoniaque (25%)</p>	<p>3 CA indique que les produits incompatibles sont stockés dans des zones différentes géographiquement.</p> <p>Bureau Veritas propose de mettre en place des détrompeurs ou système équivalent pour supprimer tout risque de mélangeur intempestif.</p>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **3.6 Conclusion sur l'exhaustivité des phénomènes dangereux**

#### **[1] Canalisation aérienne amont/aval du poste de détente**

Les choix des tailles de brèche s'appuient sur le guide GESIP pour les canalisations de transport. Bien que les recommandations du guide GESIP soient destinées aux canalisations de transport enterrées BUREAU VERITAS valide le choix des tailles de brèche retenues dans l'étude de dangers.

#### **[2] Poste de compression/détente**

Les équipements complexes ont été traités de façon générique dans l'analyse préliminaires des risques.

Cette analyse a permis de retenir les phénomènes dangereux considérés comme les plus graves.

#### **[3] Bâtiment Turbines/ Bâtiment Chaudière Auxiliaire/ Bâtiment Turbine**

Les phénomènes dangereux retenus suite à une fuite de gaz sont représentatifs des risques des installations annexes. Seules les fuites « illimitées » de gaz dans les bâtiments ont été retenues.

L'étude de dangers ne fournit pas de données spécifiques relatives au temps de détection ni des débits de fuite, ni des conditions de fuite correspondant au seuil de déclenchement du pressostat, des détecteurs explosimétriques en fonction de la fuite envisagée et de sa localisation (ainsi que dans une moindre mesure sur le temps de fermetures des vannes automatiques de sécurité).

L'analyse préliminaire des risques est à compléter par l'analyse des risques spécifiques aux équipements qui compose les installations au niveau de la turbine.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 4 EXAMEN DES HYPOTHESES RETENUES POUR LES MODELISATIONS

### 4.1 *Données et hypothèses de calculs*

L'objectif de cette partie est de décrire les hypothèses et modèles utilisés lors des simulations pour représenter les effets engendrés par les scénarios d'accident précédemment sélectionnés.

#### 4.1.1 *Définition du terme source explosion en milieu libre*

La première étape de toute modélisation est de définir le terme source.

Dans le cas d'une perte de confinement, le terme source est fonction de :

- la taille de brèche
- l'environnement dans lequel se disperse le gaz (champ libre, confiné ou encombré),
- l'inventaire disponible,
- la durée de fuite
- et les paramètres influençant le calcul du débit : (température, pression, propriétés du fluide rejeté, longueur de la ligne (perte de charge), direction du rejet).



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert</i>
<b><u>Taille de la brèche :</u></b>	
<p>Les modélisations des phénomènes dangereux ont été réalisées conformément au guide GESIP pour les canalisations de transfert :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture guillotine</li> <li>- Brèche Moyenne 70 mm,</li> <li>- Petite brèche 12 mm</li> </ul>	<p>Les choix des tailles de brèche est issu du Guide GESIP relatif aux études de sécurité sur les canalisations de transport. Bien que les canalisations des installations 3 CA ne soient pas soumises à l'arrêté du 04 aout 2006 dit arrêté multilfluides, BUREAU VERITAS retient également les recommandations retient les recommandations du guide GESIP pour les canalisations enterrées et l'extrapole pour les parties aériennes à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture guillotine</li> <li>- Brèche Moyenne 70 mm,</li> <li>- Petite brèche 12 mm</li> </ul>
<b><u>Environnement dans lequel se disperse le gaz :</u></b>	
Pas d'informations particulières	<p>Dans le cas de des installations 3 CA, l'environnement dans lequel peut se dispersée la fuite est soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En extérieur, dans ce cas les trois types de brèches font l'objet de modélisation (la brèche mineure pour s'assurer que les distances d'effets sont contenues à l'intérieur du site)</li> <li>- en espace confiné (cas du local turbine et de la chaudière auxiliaire).</li> </ul> <p>Compte tenu de la ventilation permanente dans le local, les brèches mineures peuvent ne pas générer un débit de gaz suffisant pour obtenir des concentrations en gaz supérieures ou égales à la LIE sur des volumes significatifs. Elle ne fait donc pas l'objet d'une modélisation.</p> <p>3 CA devra justifier les débits de ventilation des différents locaux et skid pour s'assurer que les débits soient suffisants pour ne pas se situer en atmosphère explosive dans le cas d'une brèche mineure</p>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

<b>Etude de dangers</b>	<b>Avis critique – Commentaires du tiers expert</b>
<b><u>Durée de la fuite</u></b>	
<p>Deux durées de fuites seront considérées pour les phénomènes dangereux de perte de confinement de tuyauterie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durée de fuite limitée à 30 secondes pour les séquences accidentelles dont les barrières de sécurité fonctionnent (déclenchement automatique chaîne de sécurité...)</li> <li>- Durée de fuite de 15 minutes dans les autres cas.</li> </ul>	<p>Les calculs de dispersion réalisés par BUREAU VERITAS montrent que la fuite se stabilise en 30 secondes. Retenir un temps de fuite inférieur au temps de stabilisation du phénomène dangereux est très impactant pour la détermination des effets associés et amène à minimiser les zones d'effets, BUREAU VERITAS propose de retenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durée de fuite limitée <b>à 30 secondes</b> pour les séquences accidentelles dont les barrières de sécurité fonctionnent (déclenchement automatique chaîne de sécurité, prise en compte des différentes tailles de brèche jusqu'à la rupture...). Une durée de fuite de 30 secondes permet de couvrir le temps de détection et d'isolement pour les brèches moyennes et 70 mm et la rupture sous réserve du bon positionnement des systèmes de détection et de leur sensibilité notamment par la brèche de 70 mm (positionnement des pressostats pression très basse, positionnement judicieux de la détection explosimétrique).</li> <li>- Durée de fuite de <b>15 minutes</b> dans les autres cas : l'intervention en moins de 5 minutes paraît justifiée en moins de 5 minutes pour les phénomènes dangereux à l'intérieur des locaux (détection, présence de personnel) et 15 minutes pour les scénarios en extérieur</li> </ul>
Le calcul des débits est réalisé à l'aide de la fonction Gas release qui permet de retranscrire la décompression du réseau avec prise en compte des pertes de charges régulières le long de la canalisation	<p>Pas de commentaires particuliers</p> <p>Les débits calculés par Bureau Veritas sont identiques à ceux présentés dans l'étude de dangers 3CA</p>
<b><u>Calcul de la masse explosible</u></b>	
Afin de déterminer la masse maximale explosible pour chaque scénario, le logiciel EFFECTS est lancé pour la durée de fuite retenue	Pas de commentaires particuliers
<b><u>Diamètre de la canalisation</u></b>	
DN 250 – DN 150	Pas de commentaires particuliers
<b><u>Pression absolue : 85 bar (amont du poste de détente -compression)</u></b>	<p>Pas de commentaires particuliers</p> <p>Dans la suite de la présente étude, BV retiendra la valeur de la PMS de 85 bar pour les canalisations en amont du poste de détente/compression.</p>
<p><b><u>Masse volumique du gaz naturel :</u></b></p> <p>Les masses volumiques prises en compte dans le calcul de débits sont les suivantes :</p> <p><math>\rho</math> (1 bar, 15°C) = 35 kg/m<sup>3</sup></p> <p><math>\rho</math> (85 bar, 15°C) = 58 kg/m<sup>3</sup></p>	Bureau Veritas valide les valeurs retenues pour la masse volumique

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Etude de dangers	Avis critique – Commentaires du tiers expert																								
<b>Conditions météorologiques :</b>																									
Les calculs de dispersion sont réalisés en se basant sur les conditions moyennes suivantes :	Pas de commentaires particuliers																								
<table><tr><td></td><td colspan="2">Conditions atmosphériques</td></tr><tr><td>Vitesse du vent</td><td>3m/s</td><td>5 m/s</td></tr><tr><td>Stabilité atmosphérique selon Pasquill</td><td>F</td><td>D</td></tr><tr><td>Atmosphère</td><td>stable</td><td>Neutre</td></tr><tr><td>Température ambiante</td><td>15°C</td><td>20°C</td></tr><tr><td>Température du sol</td><td>15°C</td><td>20°C</td></tr><tr><td>Humidité relative</td><td>70%</td><td>370%</td></tr><tr><td>Rugosité du sol</td><td>0,17 (1 m)</td><td>0,17 (1 m)</td></tr></table> <p>Conditions atmosphériques standards</p>		Conditions atmosphériques		Vitesse du vent	3m/s	5 m/s	Stabilité atmosphérique selon Pasquill	F	D	Atmosphère	stable	Neutre	Température ambiante	15°C	20°C	Température du sol	15°C	20°C	Humidité relative	70%	370%	Rugosité du sol	0,17 (1 m)	0,17 (1 m)	
	Conditions atmosphériques																								
Vitesse du vent	3m/s	5 m/s																							
Stabilité atmosphérique selon Pasquill	F	D																							
Atmosphère	stable	Neutre																							
Température ambiante	15°C	20°C																							
Température du sol	15°C	20°C																							
Humidité relative	70%	370%																							
Rugosité du sol	0,17 (1 m)	0,17 (1 m)																							
<b>Indice Multi énergie</b>																									
Compte tenu de l'ensemble des zones où se trouvent les tronçons de canalisations aériennes, un indice multi-énergie de 4 pour la zone non encombrée et un indice multi énergie de 5 pour la zone encombrée.	Compte tenu notamment de la pression en amont à 85 bar et des turbulences du jet en cas de fuite, BUREAU VERITAS préconise de retenir un indice par précaution un indice de 4 pour tenir compte de la turbulence et localement un indice 5 pour prendre en compte l'encombrement.  BUREAU VERITAS valide le choix des indices multi énergie retenus dans l'étude de dangers																								
<b>Délai d'allumage</b>	Les calculs de dispersion réalisés par Bureau Veritas ont permis de mettre en avant que dans le cas de la rupture sur la canalisation DN 250, le régime stable est établi en moins de 30 secondes.  Le choix du délai d'allumage à supérieur à 30 secondes n'apporte pas de commentaires particuliers car 3 CA a retenu une valeur maximale constante du débit																								
<b>Direction du rejet</b>	Pas de commentaires particuliers																								
Selon les caractéristiques des canalisations, les directions de fuite suivantes ont été considérées :  - Canalisation enterrés : jets enflammés verticaux car prise en compte de la formation d'un cratère rendant impossible des jets enflammés horizontaux pour la partie enterrée - Canalisation aérienne : prise en compte d'un jet enflammé horizontal (zones d'effets majorantes																									

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

#### 4.1.2 Définition du terme source explosion en milieu confinée

<i>Etude de dangers</i>	<i>Avis critique – Commentaires du tiers expert</i>
<b><u>Modèle retenu</u></b>	
<b><u>Détermination de l'énergie contribuant aux effets de surpression :</u></b>	
<p>La masse explosible est réalisée sur l'estimation de la masse équivalente compte tenu du volume libre du local et de la masse volumique.</p> <p>Un indice ME de 4 est alors appliqué à la masse explosible déterminée au préalable calculée</p>	<p>La démarche retenue dans l'étude de dangers revient à calculer les effets d'une explosion secondaire. Compte tenu de la faible tenue à la pression de l'enceinte, les effets liés à une explosion secondaire sont majorants par rapport à ceux de l'explosion primaire (surpression liée à l'éclatement pneumatique de l'enceinte limitée à faible valeur).</p>
<b><u>Conception des structures</u></b>	
<p>Pas d'informations sur la conception des bâtis</p> <p>Dans les hypothèses de calculs, il est retenu une pression résiduelle de 100 mbar (Pred)</p>	<p>La conception de détail n'est pas finalisée. Dans la mesure où les dispositions constructives conditionnent directement les zones d'effets, il convient que celles-ci soient bien justifiées dans la revue de détail. Ceci concerne notamment la surface des événements ou caractéristiques des parois ou couvertures à faible tenue à une surpression interne qui détermine la pression résiduelle dans le local.</p>
<b><u>Calcul des surfaces soufflables</u></b>	
<p>Pas d'informations sur le dimensionnement des surfaces soufflables</p>	<p>Bureau Veritas préconise de déterminer la surface des événements avec une pression réduite de 50 mbar pour une avoir une pression résiduelle de 100 mbar qui prend en compte les effets dynamiques (cf paragraphe ci-dessous).</p> <p>En effet, selon l'INERIS, l'effet dynamique de l'explosion sur une structure peut se traduire soit par un accroissement soit par une réduction de la résistance de l'équipement considéré par rapport à un chargement statique d'amplitude équivalente. En pratique, il est possible de considérer, de façon forfaitaire, que la pression de rupture en dynamique <b>peut être comprise entre la moitié et le double de la pression nominale de rupture en statique</b></p> <p>Le dimensionnements des surfaces soufflables est réalisée à partir de la NFPA 68 pour les structures faibles (Pred &lt; 0,1 bar)</p> <p>.</p>

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## **4.2 Conclusion sur les hypothèses de calculs retenues dans l'étude de dangers**

Suite à l'analyse des hypothèses de calculs et des méthodes, les remarques et commentaires de Bureau Veritas sont les suivants :

### **[4] Taille de brèche**

Les choix des ruptures de brèche sont basés sur le Guide GESIP pour l'ensemble du tracé de la canalisation (partie enterrée/ partie aérienne). En toute rigueur, le guide GESIP s'applique uniquement sur les tronçons enterrés de canalisation, et non aérien.

BUREAU VERITAS valide le choix des tailles de brèche associées au phénomène dangereux de fuite sur les canalisations : 12 mm, 70 mm et rupture totale.

### **[5] Durée de fuite**

Les calculs de dispersion réalisés par BUREAU VERITAS montrent que la fuite est stabilisée au bout de trente secondes. Il apparaît donc que retenir un temps de fuite supérieur au temps de stabilisation du phénomène dangereux permet de limiter les incertitudes pour la détermination des effets associés.

Le temps de fuite de 30 secondes permet de couvrir toutes les gammes de fuite en terme de détection et d'isolement :

BUREAU VERITAS valide les deux durées de fuite retenues dans l'étude de dangers à savoir 30 secondes et 15 minutes.

### **[6] Choix de l'indice multi énergie**

Les indices multi énergie retenues dans l'étude de dangers sont de 5 pour les zones considérées comme encombrées et de 4 pour les zones considérées comme faiblement encombrées.

BUREAU VERITAS préconise de retenir un indice par précaution un indice de 4 pour tenir compte de la turbulence en zone non encombrée et localement un indice 5 pour prendre en compte l'encombrement au niveau du local turbine (cf 5.3.3).

BUREAU VERITAS valide les indices Multi énergie retenus dans l'étude de dangers.

### **[7] Délai d'allumage**

Les débits de brèche et les calculs de dispersion montrent que dans le cas de la rupture guillotine, nous nous trouvons en régime établi en moins de 30 secondes, nous nous trouvons en régime établi.

Le choix du délai d'allumage à 5 minutes n'apporte pas de commentaires particuliers.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **[8] Direction du rejet**

Les hypothèses retenues dans l'étude de dangers sont les suivantes:

- Canalisation enterrée : prise en compte uniquement du rejet vertical (présence d'un cratère),
- Canalisation aérienne : prise en compte d'un rejet horizontal (zones d'effets majorantes),

Elles n'apportent pas de commentaires particuliers de la part de BUREAU VERITAS.

**BUREAU VERITAS valide les hypothèses de calculs retenues pour les phénomènes dangereux à l'air libre.**

### **[9] Explosion en milieu confiné**

La conception de détail n'est pas finalisée cependant les éléments communiqués dans l'étude de dangers indiquent que la tenue des parois à une surpression interne statique sera de 100 mbar. 3 CA retient comme surface soufflable le bardage et la toiture du bâtiment.

BUREAU VERITAS utilise le modèle de Brode associé à un calcul Multinergie avec utilisation de la courbe indice 10 pour déterminer les conséquences de l'explosion primaire

Pour déterminer les valeurs de surpression associées à l'explosion secondaire, un calcul Multiénergie associé à un indice de 4 (explosion en milieu non confiné avec turbulence et forte énergie d'allumage),

BUREAU VERITAS propose de retenir la NFPA 68 version 2002 pour donner un premier ordre de grandeur de la surface soufflables faisant office d'événements. Le calcul des surfaces des événements devra être confirmé lors de la revue de détail des installations.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 5 MODELISATION DES PHENOMENES DANGEREUX RETENUS PAR BV

### 5.1 Logiciel de calcul utilisé

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel PHAST 6.531, développé et commercialisé par DNV.

### 5.2 Dispersion d'un nuage inflammable

Lors d'une fuite de gaz naturel, et en cas d'absence de source d'ignition, il va se former un nuage qui, entraîné par le vent, va subir un phénomène de dispersion (pas d'effet de dérive significatif au niveau du sol).

Les calculs de dispersion atmosphérique d'un nuage issu d'une fuite peuvent avoir plusieurs objectifs :

- Dans le cas d'un gaz inflammable se dispersant dans une zone peu encombrée d'obstacles : définir la forme du nuage et évaluer la distance maximale pouvant être atteinte par la LIE (« Effets d'un flash-fire »).
- Dans le cas d'un gaz inflammable se dispersant dans une zone encombrée d'obstacles : quantifier la masse maximale de gaz présente dans le nuage pouvant participer à un UVCE (« Méthode de calcul d'un UVCE »).

La quantification des phénomènes dangereux est réalisée en retenant le résultat majorant parmi les conditions atmosphériques considérées.

Les deux directions du rejet (verticale ou horizontale) sont prises en compte dans les calculs.

#### 5.2.1 Jet enflammé

Le jet enflammé est modélisé avec PHAST 6.53.1. Le modèle « Jet tronconique monosource » de Shell est utilisé.

Le modèle assimile le feu alimenté à un tronc de cône et évalue les éléments géométriques principaux du jet enflammé. Il permet de modéliser un jet enflammé avec un angle variable et prend en compte la variation angulaire supplémentaire en fonction de la vitesse du vent (qui « couche » la flamme).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **5.2.2 Flash fire**

Si le nuage inflammable ne se dirige pas vers une zone confinée mais vers une zone dénuée d'obstacle, aucun effet de surpression significatif ne se produit en cas d'inflammation. Dans ce cas, le phénomène de « flash-fire » est considéré.

Conformément à la fiche n°3 du 28 décembre 2006 du ME EDDAT « Phénomène d'UVCE » (GPL, hors unité), la distance à la LIE sera prise comme distance aux effets létaux significatifs et premiers effets létaux.

La distance aux effets irréversibles est considérée comme égale à 110% de la distance à la LIE.

### **5.2.3 Explosion en milieu non confinée - UVCE**

Les simulations correspondant aux explosions en milieu non confiné, encombré ou non encombré, sont réalisées en appliquant la méthode Multi-Energie développée par Van den Berg au TNO « Yellow Book » (CPR 14E -1997).

Le principe est d'accumuler la masse participante dispersée dans l'environnement encombré de l'unité impliquée. La méthode Multi-Energie suppose un nuage hémisphérique de concentration stœchiométrique et de volume égal à la zone encombrée recouverte par le nuage.

Les paramètres d'effet de surpression sont calculés en utilisant un modèle unidimensionnel à vitesse de flamme constante, basé sur l'intégration numérique des équations d'écoulement compressible.

Pour mémoire, on considère comme étant un "îlot" toute zone encombrée, pouvant regrouper plusieurs unités et ayant une distance d'isolement égale à au moins 25 mètres. On définit alors le volume encombré et un facteur d'encombrement qui permettra de retenir l'indice de sévérité d'explosion selon la méthode TNO pour chaque îlot.

Chaque "îlot" est ainsi caractérisé par une onde de pression à laquelle est associé un indice de sévérité gradué de 1 à 10.

#### **Indices de sévérité d'explosion retenus dans la présente étude :**

Pour une explosion en champ libre, le flash fire est prépondérant par rapport aux effets liés à l'UVCE. En champs libre, un indice de sévérité de 4 est considéré.

La seule zone relativement encombrée et indépendante est représentée par l'ensemble des installations elle mêmes. Autour de la station, et vers le poste de sectionnement, l'environnement est très dégagé, sans obstacles significatifs.

Le nuage inflammable est dans un environnement non confiné, où il y a peu de sources potentielles d'inflammation (matériel ATEX, peu d'équipements)..

Pour tenir compte de la forte turbulence du jet dans des zones encombrées notamment au niveau des aéroréfrigérants, nous avons choisi, un indice de sévérité de 5, correspondant à une surpression maximale de 200 mbars. Cette valeur de surpression maximale se retrouve dans des configurations de succession de rangées verticales de canalisations horizontales (essais de Harrisson and Eyre 1986 et 1987, source CCPS).



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Dans la méthodologie générale Multi-Energy, la masse de gaz contribuant aux effets de surpression d'un UVCE est la quantité de gaz inscrite entre les limites de concentration LIE et LSE (limite inférieure d'explosivité et limite supérieure d'explosivité), contenue dans l'îlot.

Cette masse est prise égale au minimum entre la masse explosive maximale pouvant être contenue dans l'îlot et la masse contenue dans le nuage explosible susceptible de se trouver dans l'îlot. Dans le cas particulier des installations de production d'électricité 3CA, l'extension du nuage peut s'inscrire complètement dans la zone encombrée. Le volume du nuage est alors pris en compte.

#### **5.2.4 Méthodologie retenue pour les explosions en milieu confiné**

Dans le cas d'une enceinte correctement protégée par des événements, Bureau Veritas considère les deux phases d'explosion :

- l'explosion primaire (évacuation de l'énergie d'explosion accumulée dans l'enceinte et libérée à l'atmosphère lors de l'ouverture de l'événement),
- l'explosion secondaire (inflammation à l'extérieur du gaz non brûlé lors de l'explosion primaire et expulsé à l'atmosphère lors de l'ouverture de l'événement ou de la surface soufflable dans le cas d'une enceinte correctement événementée).

Bureau Veritas utilise la méthode Multi-Energie pour l'évaluation des distances de surpression dans le cadre d'une structure suffisamment forte et correctement événementée, avec :

- pour l'explosion primaire, un degré de violence correspondant à la pression réduite (Pred) calculée avec la norme pour le calcul des événements d'explosion NFPA 68, associée à un indice multiénergie de 10 pour déterminer la décroissance de la surpression dans l'environnement,
- pour l'explosion secondaire, un degré de violence 4 (qui tient compte d'une forte turbulence, d'une forte énergie d'allumage et de l'absence d'obstacle ou de confinement) Cette valeur a été choisie sur la base de données expérimentales (INERIS et Gaz de France).

En absence d'informations sur la conception de détail, les calculs réalisés par BUREAU VERITAS permettent de donner un ordre de grandeur sur la surface d'événements.

### 5.2.5 Détermination de la surface des événements

La surface des événements est déterminée sur la base de la NFPA 68 version 2002 pour les structures faibles.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

Caractéristique du bâtiment Chaudières Auxiliaires	
Longueur du local (m)	19
Largeur du local (m)	14
Hauteur du local (m)	15
Coefficient C ( $\text{bar}^{1/2}$ ) pour le méthane	0,037
Résistance à la surpression de l'enceinte Pred (bar effectif)	0,05

→ D'après la NFPA 68 version 2002 (structure faible), on obtient une surface minimale de surface des événements de 250 m<sup>2</sup>.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

Caractéristique du bâtiment Turbine	
Longueur du local (m)	70
Largeur du local (m)	40
Hauteur du local (m)	26
Résistance à la surpression de l'enceinte Pred (bar effectif)	0,05

→ D'après la NFPA 68 version 2002 (structure faible), on obtient une surface minimale de surface des événements de 1900 m<sup>2</sup>.

**Les ordres de grandeurs des surfaces soufflables seront à vérifier dès que le design sera précisé.**

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 5.2.6 Données et hypothèses de calculs :

	Valeurs		Commentaires
<b>Volume total</b>	3990 m <sup>3</sup>	72800 m <sup>3</sup>	Volume libre total du bâtiment auxiliaire/local turbine
<b>Encombrement estimé</b>	50 %	20 %	Données 3 CA
<b>Volume libre</b>	200 m <sup>3</sup>	58 500 m <sup>3</sup>	Volume libre du bâtiment chaudière auxiliaire (susceptible de se remplir de gaz en cas de fuite)
<b>Surface faisant office d'évent</b>	260 m <sup>2</sup>	1900 m <sup>2</sup>	Calcul selon NFPA 68 2002
<b>Pression statique de rupture prise en compte dans la formule de Brode</b>	100 mbar pour les murs		-
<b>Produit pris en compte</b>	Gaz naturel		
<b>Pression résiduelle en cas d'explosion dans le local et ouvertures des surfaces les plus fragiles</b>	50 mbar		
<b>Energie d'explosion primaire</b>	Calcul avec la formulation de BRODE et les recommandations INERIS		Pression initiale = pression réduite-  Calcul de l'énergie pneumatique avec la formulation de Brode
<b>Energie d'explosion secondaire</b>	3,23 MJ/kg de mélange		Energie de combustion du mélange air gaz à la stœchiométrie
<b>Méthode de calcul effet d'explosion</b>	Multiénergie		-
<b>Degré de violence</b>	10 pour l'explosion primaire 4 pour l'explosion secondaire à l'extérieur		Indice ME de 4 retenu pour prendre en compte la forte énergie d'allumage
<b>Centre d'explosion secondaire</b>	Centre d'une sphère extérieure au local, qui tangente le bâtiment au niveau de la surface soufflable		-

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 5.2.7 Liste des phénomènes dangereux modélisés par BUREAU VERITAS

#### ➤ **Prise en compte des phénomènes complémentaires susceptibles d'être dangereux**

Les dimensions des zones d'effets générées à la suite de certains événements redoutés de brèche mineure font l'objet de modélisation. Ces phénomènes dangereux ne présentent pas de risques de majeurs de l'établissement mais peuvent présenter un risque d'effets dominos.

#### ➤ **Direction de la fuite**

Canalisation enterrée : Prise en compte de la formation d'un cratère rendant impossible des jets enflammés horizontaux pour la partie enterrée

Canalisation aérienne : Prise en compte d'un jet enflammé horizontal (zones d'effets majorantes)

#### Nota :

L'annotation H ou V indique l'orientation du rejet (horizontal ou vertical).

L'annotation « j » ou « J » indique si le jet enflammé est limité dans le temps (minuscule) ou non (majuscule)

Aussi :

- BM : brèche mineure
- BI : Brèche intermédiaire
- Rxxx : brèche 100% de la canalisation DNxxx
- FF : flash fire

Les phénomènes dangereux proposés par BUREAU VERITAS sont repris dans le tableau ci après. Ils sont identiques à ceux retenus dans l'étude de dangers.

Afin de donner un avis sur la pertinence des zones d'effets calculés, les phénomènes dangereux retenus dans la cadre de la présente révision de la tierce expertise sont présentés **en bleu** dans le tableau ci après

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

	Repère BV	PhD	Rejet		Repère BV	PhD				Repère BV	PhD
Rupture	BV1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	Brèche intermédiaire 70 mm	BV 17	Ph BI250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	Brèche intermédiaire 12 mm	* Le phénomène dangereux BM VJ (brèche 12 mm) n'est pas décliné en deux phénomènes dangereux en fonction du temps de fermeture des vannes de sécurité. En effet, l'abaissement de pression n'est pas considéré comme suffisamment significatif pour que les détecteurs de pression relèvent cette anomalie (compensation de la perte de pression par le poste d'alimentation Grtgaz).  Pour les phénomènes dangereux BV33 à BV 40, les zones d'effets sont couvertes par le phénomène dangereux BV37	BV33	Ph BM250 Turbine Amont Poste-VJ
	BV2	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ			BV 18	PhD BI250 Turbine Aval Poste-VJ				BV34	PhD BM250 Turbine Ava Poste-VJ
	BV3	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj			BV 19	PhD BI250 Turbine Amont Poste-Vj				BV35	PhD BM150 Chaudière Amont Poste-VJ
	BV4	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj			BV 20	PhD BI250 Turbine Aval Poste-Vj				BV36	PhD BM150 Chaudière Aval Poste-VJ
	BV5	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ			BV 21	PhD BI250 Chaudière Amont Poste-VJ				BV37	Ph BM150 Turbine Amont Poste-HJ
	BV6	PhD R150 Chaudière Aval Poste-VJ			BV 22	PhD BI150 Chaudière Aval Poste-VJ				BV38	PhD BM250 Turbine Ava Poste-HJ
	BV7	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj			BV 23	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-Vj				BV39	PhD BM300 Chaudière Amont Poste-HJ
	BV8	PhD R150 Chaudière Aval Poste-Vj			BV 24	PhD BI150 Chaudière Aval Poste-Vj				BV40	PhD BM300 Chaudière Aval Poste-HJ
	BV9	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal		BV 25	Ph BI250 Turbine Amont Poste-HJ					
	BV10	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ			BV 26	PhD BI250 Turbine AHal Poste-HJ					
	BV11	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj			BV 27	PhD BI250 Turbine Amont Poste-Hj					
	BV12	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj			BV 28	PhD BI250 Turbine AHal Poste-Hj					
	BV13	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ			BV 29	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-HJ					
	BV14	PhD R150 Chaudière Aval Poste-HJ			BV 30	PhD BI150 Chaudière AHal Poste-HJ					
	BV15	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj			BV 31	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-Hj					
	BV16	PhD R150 Chaudière Aval Poste-Hj			BV 32	PhD BI150 Chaudière AHal Poste-Hj					

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Repère BV	PhD
BV40	Explosion confinée dans le bâtiment Chaudière Auxiliaire
BV 41	Explosion confinée dans le bâtiment Turbine

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **5.3 Résultats des modélisations par type d'effets**

#### **5.3.1 Débits à la brèche**

##### **5.3.1.1 Modèle utilisé pour le calcul du débit à la brèche**

###### Rappel :

L'alimentation en gaz naturel des installations se fait par un poste de livraison Grtgaz alimenté par une canalisation (DN 400, 85,5 bars) d'une longueur de 12,5 km environ et raccordée sur la canalisation existante « Artère des Hauts de France » de diamètre nominal DN 1100.

Le linéaire entre le poste de livraison Grtgaz et le poste de détente du site est estimé à 250 mètres en DN250

##### **5.3.1.2 Evolution du débit**

Le tableau suivant indique les débits à la brèche des phénomènes accidentels mettant en jeu les canalisations de la station de compression. Afin de ne pas alourdir les données renseignées, les phénomènes accidentels ont été regroupés autant que possible.

###### ➤ Rupture

La modélisation des effets pour la rupture de canalisation est réalisée à l'aide du modèle « Line rupture » du logiciel Phast. Ce modèle permet de retranscrire la décompression du réseau à travers 100% de la section avec prise en compte de pertes de charges régulières le long de la canalisation.

###### ➤ Brèche moyenne

La modélisation des effets pour la brèche moyenne est réalisée à l'aide du modèle « Leak » du logiciel Phast. Une brèche (trou de 70 mm de diamètre) est simulée sur une capacité de gaz naturel à la PMS. Le linéaire de l'ouvrage est assimilé à cette capacité.

###### ➤ Petite brèche

Le calcul du débit pour une petite brèche est identique à celui d'une brèche moyenne. Un trou de 12 mm de diamètre est simulé sur une capacité de gaz naturel à la PMS.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### **Inventaire mis en jeu**

Dans tous les cas, l'inventaire mis en jeu est considéré comme infini. Il est cependant bon de noter qu'en cas de situation accidentelle de rupture, une vanne manuelle permet d'isoler la canalisation en 15 minutes environ (durée de détection, action humaine et actionnement vanne). Des vannes automatiques asservies à des capteurs de pression de type pressostats peuvent également être actionnées.

### **Récapitulatifs des hypothèses prises pour l'étude 3CA – Calcul du débit :**

<b><i>Paramètres</i></b>	<b><i>Valeur</i></b>	<b><i>Commentaires</i></b>
Longueur de pipe	250 m	
Diamètre de la brèche	0,25 m	Diamètre canalisation 3CA
Pression dans la canalisation	85 barg	PMS
Température du gaz	15°C	
Rugosité de la canalisation	0,045 mm	Donnée Phast

Le débit est considéré comme constant dans le temps (voir page précédente) et diffère seulement en fonction des paramètres diamètre / pression qui existent sur le site.

**Nota : La tierce expertise n'ayant pas pour but de se substituer à l'étude de dangers, seuls les phénomènes dangereux considérés comme majorants ont été recalculés dans la présente révision (rev 1) de la tierce expertise.**



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite	Débit de fuite (kg/s)	Projection du nuage au sol (m)
<b>Rupture</b>	BV1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes	298	12
	BV2	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes	172	10
	BV3	PhD R 250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes	298	12
	BV4	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes	172	10
	BV5	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes	83	7
	BV6	PhD 150 Chaudière Aval Poste-VJ		15 minutes	NC	7
	BV7	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj		30 secondes	83	7
	BV8	PhD R150 Chaudière Aval Poste-Vj		30 secondes	NC	NC
	BV9	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	298	290
	BV10	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	172	210
	BV11	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	298	290
	BV12	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	172	210
	BV13	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	83	290
	BV14	PhD R150 Chaudière Aval Poste-HJ		15 minutes	NC	210
	BV15	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj		30 secondes	83	170
	BV16	PhD R150 Chaudière Aval Poste-Hj		30 secondes	NC	170
<b>Brèche intermédiaire 70 mm</b>	BV17	Ph BI250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes	NC	NC
	BV18	PhD BI250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes	NC	NC
	BV19	PhD BI250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes	NC	NC
	BV20	PhD BI250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes	NC	NC
	BV21	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes	NC	NC
	BV22	PhD BI150 Chaudière Aval Poste-VJ		15 minutes	NC	NC
	BV23	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-Vj		30 secondes	NC	NC
	BV24	PhD BI250 Chaudière Aval Poste-Vj		30 secondes	NC	NC
	BV25	Ph BI250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	NC	NC
	BV26	PhD BI250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	NC	NC
	BV27	PhD BI250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	NC	NC
	BV28	PhD BI250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	NC	NC
	BV29	PhD BI250 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	NC	NC
	BV30	PhD BI150 Chaudière Aval Poste-HJ		15 minutes	NC	NC
	BV31	PhD BI150 Chaudière Amont Poste-Hj		30 secondes	NC	NC
	BV32	PhD BI150 Chaudière Aval Poste-Hj		30 secondes	NC	NC
<b>Brèche mineure 12 mm</b>	BV37	Ph BM250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	< 5	10

NC : Non Calculé

**BUREAU VERITAS valide les valeurs de débits calculés par 3 CA.**

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 5.3.2 Jets enflammés

Les distances d'effets indiquées dans le tableau de résultats ci-après sont données en mètres et sont comptées à partir de la brèche (prise à une hauteur de 1,5 m).

	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite	20 kW/m <sup>2</sup> (m)	16 kW/m <sup>2</sup> (m)	8 kW/m <sup>2</sup> ou dose équivalente (m)	5 kW/m <sup>2</sup> ou dose équivalente (m)	3 kW/m <sup>2</sup> ou dose équivalente (m)
<b>Rupture</b>	BV1-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes	45	65	120	160	205
	BV2-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes	35	50	90	120	160
	BV3-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes	NC	NC	40	75	105
	BV4-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes	NC	NC	30	60	80
	BV5-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes	25	35	65	85	115
	BV7-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj		30 secondes	NC	NC	20	40	60
	BV9-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	180	190	225	260	300
	BV10-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	140	150	175	200	235
	BV11-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	NC	NC	175	195	215
	BV12-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	NC	NC	140	155	170
	BV13-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	105	110	125	145	165
	BV15-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj		30 secondes	NC	NC	100	110	120

\* Pour les rejets dont le temps de fuite est inférieur à 120 secondes, nous avons considéré des doses thermiques avec une durée d'exposition égale à la durée nécessaire pour isoler le tronçon.

NA signifie non atteint. NC signifie non calculé (seuils exprimés en dose non applicable : cas des effets de jets enflammés de durée < 120 s sur les structures)

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 5.3.3 Flash-fire

	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite	SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)
<b>Rupture</b>	BV1-2	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes			
	BV2-2	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes			
	BV3-2	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes			
	BV4-2	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes			
	BV5-2	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes			
	BV7-2	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj		15 minutes			
	BV9-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	290	290	319
	BV10-2	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	210	210	231
	BV11-2	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	290	290	319
	BV12-2	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	210	210	231
	BV13-2	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	170	170	187
	BV15-2	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj		30 secondes	170	170	187

5.3.4
Explosion de nuage de gaz (UVCE) dans la zone encombrée

Les distances d'effets indiquées dans le tableau de résultats ci-après sont données en mètres et sont comptées au centre du poste de détente/compression pour les phénomènes dangereux dont l'extension du nuage est inférieure au bord de la zone encombrée et au niveau du centre de la zone encombrée dans les autres cas

Scénario	Description du phénomène dangereux				UCVE - Effets de surpression à partir du centre de la zone encombrée				UCVE - Effets de surpression à partir du poste de détente / compression	
	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar	50 mbar	20 mbar
Rupture	BV1-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes						
	BV2-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes						
	BV3-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes						
	BV4-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes						
	BV5-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes						
	BV7-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj		15 minutes						
	BV9-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	65	95	265	660	300	540
	BV10-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	50	75	210	520	215	400
	BV11-1	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	65	95	265	660	300	540
	BV12-1	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	50	75	210	520	215	400
	BV13-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	40	55	155	390	175	305
	BV15-1	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj		30 secondes	40	55	155	390	175	305

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

	Repère BV	PhD	200 mbar (m)	140 mbar (m)	50 mbar (m)	20 mbar (m)
<i>Explosion en milieu confinée</i>	BV41	Explosion confinée dans le bâtiment Chaudière Auxiliaire	NA	NA	50	100
	BV42	Explosion confinée dans le bâtiment Turbine	NA	NA	150	300

## 5.4 Résultats

Dans ce paragraphe :

- sont récapitulées les hypothèses et données de calculs de l'étude de dangers d'une part, et celles retenues par BUREAU VERITAS d'autre part,
- sont reportées les distances de dangers calculées dans l'étude de dangers d'une part et par BUREAU VERITAS d'autre part,



#### 5.4.1 Récapitulatif des zones d'effets calculées par 3 CA

Scénario	Repère	Description du phénomène dangereux	Rejet	Durée de fuite	Débit de fuite	1-Jet enflammé - Effets thermiques					2-Flash-fire - Effets thermiques			3-UCVE - Effets de surpression					
						20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar	50 mbar	20 mbar
Rupture	KAL1	Rupture de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Vertical	15 minutes	291	40 m 52 m	53 m 63 m	100 m 105 m	135 m 138 m	180 m 182 m									
	KAL2	Rupture de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	172	28 m 40 m	40 m 49 m	76 m 82 m	105 m 110 m	140 m 142 m									
	KAL3	Rupture de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente		30 secondes	291	NC	NC	100 m 105 m	135 m 138 m	180 m 182 m									
	KAL4	Rupture de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		30 secondes	172	NC	NC	76 m 82 m	105 m 110 m	140 m 142 m									
	KAL5	Rupture de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	83	17 m 29 m	27 m 35 m	54 m 59 m	75 m 79 m	100 m 103 m									
	KAL6	Rupture de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	4,9	NA NA	NA 9 m	13 m 16 m	20 m 22 m	27 m 28 m									
	KAL7	Rupture de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		30 secondes	83	NC	NC	54 m 59 m	75 m 79 m	100 m 103 m									
	KAL8	Rupture de la cana enterrée DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		30 secondes	4,9	NC	NC	13 m 16 m	20 m 22 m	27 m 28 m									
	KAL9	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Horizontal	15 minutes	291	190 m 165 m	195 m 170 m	210 m 185 m	220 m 200 m	240 m 220 m	206 m 94 m	206 m 94 m	227 m 104 m	60 m 68 m	100 m 105 m	290 m 300 m	700 m 710 m	270 m 215 m	500 m 460 m
	KAL10	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	172	150 m 135 m	155 m 137 m	165 m 148 m	175 m 158 m	190 m 175 m	206 m 94 m	206 m 94 m	227 m 104 m	60 m 60 m	100 m 90 m	290 m 250 m	700 m 630 m	270 m 190 m	500 m 400 m
	KAL11	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente		30 secondes	291	NC	NC	210 m 185 m	220 m 200 m	240 m 220 m	90 m 50 m	90 m 50 m	99 m 55 m	52 m 56 m	82 m 90 m	235 m 260 m	600 m 640 m	175 m 165 m	365 m 360 m
	KAL12	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		30 secondes	172	NC	NC	165 m 148 m	175 m 158 m	190 m 175 m	90 m 48 m	90 m 48 m	99 m 53 m	52 m 50 m	82 m 75 m	235 m 215 m	600 m 530 m	175 m 145 m	365 m 320 m
	KAL13	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	83	107 m 95 m	112 m 100 m	117 m 107 m	125 m 115 m	135 m 125 m	120 m 54 m	120 m 54 m	132 m 60 m	48 m 35 m	70 m 55 m	210 m 165 m	500 m 400 m	170 m 120 m	350 m 260 m
	KAL14	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	4,9	31 m 29 m	33 m 30 m	35 m 32 m	38 m 34 m	40 m 37 m	50 m 38 m	50 m 38 m	55 m 42 m	5 m 5 m	10 m 10 m	30 m 24 m	80 m 80 m	45 m 32 m	70 m 52 m
	KAL15	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		30 secondes	83	NC	NC	117 m 107 m	125 m 115 m	135 m 125 m	82 m 28 m	82 m 28 m	90 m 31 m	44 m 30 m	67 m 50 m	190 m 135 m	460 m 340 m	150 m 90 m	300 m 205 m
	KAL16	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		30 secondes	4,9	NC	NC	35 m 32 m	38 m 34 m	40 m 37 m	24 m 18 m	24 m 18 m	27 m 20 m	5 m 3 m	11 m 8 m	28 m 20 m	65 m 50 m	27 m 22 m	50 m 40 m
	KAL17	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		15 minutes	172	150 m 135 m	155 m 137 m	165 m 148 m	175 m 158 m	190 m 175 m	206 m 94 m	206 m 94 m	227 m 104 m	60 m 60 m	100 m 90 m	290 m 250 m	700 m 630 m	270 m 190 m	500 m 400 m
	KAL18	Rupture de la canalisation aérienne DN250 "turbine" au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		30 secondes	172	NC	NC	165 m 148 m	175 m 158 m	190 m 175 m	90 m 48 m	90 m 48 m	99 m 53 m	52 m 48 m	82 m 75 m	235 m 215 m	600 m 520 m	175 m 140 m	365 m 320 m
	KAL19	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du bâtiment chaudière		15 minutes	4,9	31 m 29 m	33 m 30 m	35 m 32 m	38 m 34 m	40 m 37 m	50 m 38 m	50 m 38 m	55 m 42 m	5 m 5 m	10 m 10 m	30 m 24 m	80 m 80 m	45 m 32 m	70 m 52 m
	KAL20	Rupture de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du bâtiment chaudière		30 secondes	4,9	NC	NC	35 m 32 m	38 m 34 m	40 m 37 m	24 m 18 m	24 m 18 m	27 m 20 m	5 m 3 m	11 m 8 m	28 m 20 m	65 m 50 m	27 m 22 m	50 m 40 m

couverts par d'autres scénarios (cf paragraphe 1 du présent rapport)

conditions D5/20

conditions F3/15

NA Non Atteint

NC Non Calculé (seuils exprimés en dose non applicable : cas des effets de jets enflammés de durée < 120 s sur les structures).



Scénario	Description du phénomène dangereux					1-Jet enflammé - Effets thermiques					2-Flash-fire - Effets thermiques			3-UCVE - Effets de surpression					
	Repère	Scénarios	Rejet	Durée de fuite	Débit de fuite														
						20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar	50 mbar	20 mbar
Brèche intermédiaire 70 mm	KAL21	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Vertical	15 minutes	36	NA	17 m	30 m	50 m	65 m									
	KAL22	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	21	NA	12 m	26 m	38 m	50 m									
	KAL23	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente		30 secondes	36	NC	NC	30 m	50 m	65 m									
	KAL24	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		30 secondes	21	NC	NC	26 m	38 m	50 m									
	KAL25	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	33	NA	16 m	33 m	47 m	62 m									
	KAL26	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	1,9	NA	NA	8 m	12 m	17 m									
	KAL27	Fuite de 70 mm de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		30 secondes	33	NC	NC	33 m	47 m	62 m									
	KAL28	Fuite de 70 mm de la cana enterrée DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		30 secondes	1,9	NC	NC	8 m	12 m	17 m									
	KAL29	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Horizontal	15 minutes	36	73 m	75 m	79 m	85 m	90 m	50 m	50 m	55 m	30 m	40 m	120 m	300 m	90 m	185 m
	KAL30	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	21	58 m	60 m	63 m	66 m	72 m	50 m	50 m	55 m	30 m	40 m	120 m	300 m	90 m	185 m
	KAL31	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente		30 secondes	36	NC	NC	79 m	85 m	90 m	30 m	30 m	33 m	34 m	38 m	100 m	250 m	70 m	155 m
	KAL32	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		30 secondes	21	NC	NC	63 m	66 m	72 m	24 m	24 m	27 m	25 m	35 m	95 m	250 m	70 m	150 m
	KAL33	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	33	71 m	73 m	77 m	81 m	87 m	50 m	50 m	55 m	30 m	40 m	120 m	300 m	90 m	185 m
	KAL34	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	1,9	22 m	23 m	24 m	25 m	27 m	10 m	10 m	11 m	6 m	10 m	25 m	60 m	15 m	35 m
	KAL35	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		30 secondes	33	NC	NC	77 m	81 m	87 m	24 m	24 m	27 m	25 m	35 m	95 m	250 m	70 m	150 m
	KAL36	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		30 secondes	1,9	NC	NC	24 m	25 m	27 m	10 m	10 m	11 m	5 m	8 m	20 m	50 m	15 m	30 m
	KAL37	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		15 minutes	21	58 m	60 m	63 m	66 m	72 m	50 m	50 m	55 m	30 m	40 m	120 m	300 m	90 m	185 m
	KAL38	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		30 secondes	21	NC	NC	63 m	66 m	72 m	24 m	24 m	27 m	25 m	35 m	95 m	250 m	70 m	150 m
	KAL39	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du bâtiment chaudière		15 minutes	1,9	22 m	23 m	24 m	25 m	27 m	10 m	10 m	11 m	6 m	10 m	25 m	60 m	15 m	35 m
	KAL40	Fuite de 70 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du bâtiment chaudière		30 secondes	1,9	NC	NC	24 m	25 m	27 m	10 m	10 m	11 m	5 m	8 m	20 m	50 m	15 m	30 m

couverts par d'autres scénarios (cf paragraphe 1 du présent rapport)

conditions D5/20

conditions F3/15

NA Non Atteint

NC Non Calculé (seuils exprimés en dose non applicable : cas des effets de jets enflammés de durée &lt; 120 s sur les structures).

\* indice de 5 pour les zones encombrées, cf 1.2 Indice de violence.



Scénario	Description du phénomène dangereux					1-Jet enflammé - Effets thermiques					2-Flash-fire - Effets thermiques			Indice ME = 5*						Indice ME = 4	
	Repère	Scénarios	Rejet	Durée de fuite	Débit de fuite	1-Jet enflammé - Effets thermiques					2-Flash-fire - Effets thermiques			3-UCVE - Effets de surpression							
						20 kW/m²	16 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	8 kW/m²	5 kW/m²	3 kW/m²	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar	50 mbar	20 mbar		
Brèche mineure 12 mm	KAL41	Fuite de 12 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Vertical	15 minutes	1	NA NA	NA NA	5 m 6 m	9 m 10 m	12 m 13 m											
	KAL42	Fuite de 12 mm de la canalisation enterrée DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	0,6																
	KAL43	Fuite de 12 mm de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	1																
	KAL44	Fuite de 12 mm de la canalisation enterrée DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	0,1																
	KAL45	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en amont du poste compression / détente	Horizontal	15 minutes	1	15 m 14 m	16 m 15 m	17 m 16 m	18 m 17 m	20 m 21 m	6 m /	6 m /	7 m /	5 m /	8 m /	20 m /	50 m /	15 m /	30 m /		
	KAL46	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" en aval du poste compression / détente		15 minutes	0,6																
	KAL47	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du poste compression / détente		15 minutes	1																
	KAL48	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en aval du poste compression / détente		15 minutes	0,1																
	KAL49	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN250 "turbine" au niveau du skid filtration en amont du bâtiment turbines		15 minutes	0,6																
	KAL50	Fuite de 12 mm de la canalisation aérienne DN150 "chaudière" en amont du bâtiment chaudière		15 minutes	0,1																
KAL51	Fuite de gaz dans le bâtiment turbines																	165 m	410 m		
KAL52	Fuite de gaz dans le caisson turbines																	51 m	125 m		
KAL53	Fuite de gaz dans le bâtiment chaudière																	55 m	135 m		
KAL54	Fuite d'hydrogène dans le bâtiment turbines																	75 m	170 m		

couverts par d'autres scénarios (cf paragraphe 1 du présent rapport)

conditions D5/20

conditions F3/15

NA Non Atteint

NC Non Calculé (seuils exprimés en dose non applicable : cas des effets de jets enflammés de durée &lt; 120 s sur les structures).

\* indice de 5 pour les zones encombrées, cf paragraphe 1.2 Indice de violence.



5.4.2 Récapitulatif des zones d'effets calculées par BV

Scénario	Description du phénomène dangereux					1 - Jet enflammé - Effets thermiques					2 - Flash-fire - Effets thermiques			3 - UCVE - Effets de surpression					
	Repère BV	PhD	Rejet	Durée de fuite	Débit de fuite (kg/s)	20 kW/m² (m)	16 kW/m² (m)	8 kW/m² ou dose équivalente (m)	5 kW/m² ou dose équivalente (m)	3 kW/m² ou dose équivalente (m)	SELS (m)	SEL (m)	SEI (m)	200 mbar (m)	140 mbar (m)	50 mbar (m)	20 mbar (m)	50 mbar (m)	20 mbar (m)
Rupture	BV1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	Vertical	15 minutes	298	45	65	120	160	205									
	BV2	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ		15 minutes	172	35	50	90	120	160									
	BV3	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj		30 secondes	298			40	75	105									
	BV4	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj		30 secondes	172			30	60	80									
	BV5	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ		15 minutes	83	25	35	65	85	115									
	BV7	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Vj		30 secondes	83			65	85	115									
	BV9	PhD R250 Turbine Amont Poste-HJ	Horizontal	15 minutes	298	180	190	225	260	300	290	290	319	65	95	265	660	300	540
	BV10	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ		15 minutes	172	140	150	175	200	235	210	210	231	50	75	210	520	215	400
	BV11	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj		30 secondes	298			175	195	215	290	290	319	65	95	265	660	300	540
	BV12	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj		30 secondes	298			140	155	170	210	210	231	50	75	210	520	215	400
	BV13	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ		15 minutes	83	105	110	125	145	165	170	170	187	40	55	155	390	175	305
	BV15	PhD R150 Chaudière Aval Poste-Hj		30 secondes	83			100	110	120	170	170	187	40	55	155	390	175	305

			4- Effets de surpression			
	BV	PhD	200 mbar (m)	140 mbar (m)	50 mbar (m)	20 mbar (m)
Explosion en milieu confinée	BV41	Explosion confinée dans le bâtiment Turbines	NA	NA	135	270
	BV42	Explosion confinée dans le bâtiment Chaudières	NA	NA	25	50

[10] Ordre de grandeur des phénomènes dangereux Explosion en milieu libre

Concernant les zones d’effets pour les jets enflammés, les distances obtenues pour des temps de fuite de 15 minutes sont validées par BUREAU VERITAS. En revanche, il apparait que les zones d'effets liés à un jet enflammé pour une durée de fuite de 30 secondes sont surestimées par rapport à celles de BUREAU VERITAS (Non prise en compte de la dose équivalente sur 30 secondes).

Pour les UVCE- Effets de surpression, les zones d’effets calculées par KALIES sont nettement supérieures à celle de BUREAU VERITAS.

Pour les Flash Fire- Effets thermiques, les zones d’effets calculées par KALIES sont nettement inférieures à celle de BUREAU VERITAS.

**Les zones d’enveloppes pour le calcul de la gravité correspondent aux distances d’effets des UVCE calculées par KALIES**

[11] Ordre de grandeur des phénomènes dangereux Explosion en milieu confinée

Les effets liés à l'explosion secondaire (inflammation des gaz imbrûlés) enveloppent les effets liés à l'explosion primaire.

Les distances obtenues en terme de surpression sont du même ordre de grandeur que celles présentées dans le rapport de modélisation (Annexe 22), Les ondes de surpression de 200 et 140 mbar ne sont pas atteintes à l'extérieur

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## **5.5 Evaluation de la gravité des phénomènes dangereux**

### **5.5.1 Principes d'évaluation de la gravité**

Cette étape consiste à déterminer le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans les zones d'effets, selon les principes généraux rappelés ci-dessous, issus de la fiche n°1 accompagnant la circulaire DPPR du 28/12/2006 sur la réalisation des études de dangers, intitulée « EDD : Eléments pour la détermination de la gravité des accidents ».

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour évaluer la gravité des phénomènes dangereux ayant des effets hors des limites de propriété :

- Terrains non bâtis très peu fréquentés : 1 personne/100 ha
- Trafic journalier sur la D2 : 615 véhicules/jour (Données 2002)

**Compte tenu de la remise en culture de la bande limite d'exploitation- limite de propriétés, nous considérons que des personnes tiers sont susceptibles d'être exposées au niveau de ces terrains agricoles. (Point validé par 3 CA).**

- L'analyse des phénomènes dangereux a permis d'identifier 3 types de phénomènes dangereux dont les effets sortent des limites de l'établissement :
- Les effets des phénomènes dangereux petite brèche sont contenues dans les limites de propriété du de l'établissement. Ils ne feront pas l'objet d'analyse détaillée des risques
- La gravité maximale obtenue est évaluée comme importante (seuils des effets létaux significatifs en dehors des limites de propriété) pour l'explosion à l'air libre.
- La gravité maximale obtenue est évaluée comme modérée pour l'explosion de gaz naturel au niveau du local turbine.

**[12] BUREAU VERITAS valide la gravité maximale présentée dans l'étude de dangers pour les explosions à l'air libre.**

**[13] Concernant l'explosion du local Turbine, les effets irréversibles restent dans les limites de propriété mais impactent la bande d'exploitation.**

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 6 ANALYSE DES MESURES TECHNIQUES ET ORGANISATIONNELLES DE REDUCTION DES RISQUES

Dans l'étude de dangers, la probabilité d'occurrence des événements redoutés centraux est évaluée selon l'approche dite « par barrière ». Cette approche consiste à évaluer ces probabilités à partir des fréquences d'occurrence des événements initiateurs et des probabilités de défaillance (ou niveau de confiance) des barrières techniques ou organisationnelle préventives. Les intérêts de cette approche est qu'elle permet d'une part de prendre en compte le retour d'expérience du site, d'autre part de mettre en exergue les barrières préventives à retenir comme mesures de maîtrise des risques. En revanche, cette approche nécessite d'identifier, de façon exhaustive, les causes à l'origine du phénomène dangereux et de disposer des fréquences d'occurrence des événements initiateurs sans tenir compte des mesures de prévention.

**BUREAU VERITAS est d'avis que la liste des événements initiateurs identifiés pour les canalisations est représentative du type d'installations concernées.**

*[15] « Les procédures de travail intègrent généralement les différentes contraintes pesant sur l'activité à réaliser : respect de la qualité, prévention des atteintes à l'environnement, sécurité au poste de travail, sécurité relative aux risques majeurs. Ce ne sont donc pas les procédures qui assurent une fonction de sécurité mais les actions de sécurité précise qui sont décrites dans la procédure. [Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs – Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité – Omega 10 ». Ce point particulier s'applique notamment pour les barrières référencées MMR 04 et MMR 06.*

Le paragraphe ci après présente les remarques de BUREAU VERITAS sur les MMR retenues par 3 CA :

<b>Repère</b>	<b>MMR proposée</b>	<b>Points à préciser</b>
MMR 01	Programme d'inspection des tuyauteries	Préciser le plan de contrôle (radiographie des soudures ?) Fréquence d'inspection des tuyauteries Personne en charge de ce programme (gestion en interne, organisme de contrôle)
MMR 02	Protection Foudre du site	Plan de contrôle des moyens de protection foudre à intégrer dans la gestion de MMR Quid en cas de fonctionnement dégradé des protections → arrêt de l'unité ?
MMR 03	Protection des canalisations contre les chocs	Dimensionnement retenu Positionnement sur plan de masse
MMR 04	Plan de prévention/Permis de feu	Voir remarque [15]. En l'absence d'informations sur les actions de sécurité, BUREAU VERITAS propose que 3 CA réalise un audit de ses barrières de sécurité humaines retenues comme MMR en phase d'exploitation.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

<b>Repère</b>	<b>MMR proposée</b>	<b>Points à préciser</b>
MMR 05	Vérification périodiques électriques des installations	Fréquence de test des installations électriques Quid en cas de fonctionnement dégradé des protections → arrêt de l'unité ?
MMR 06	Formation du personnel	Idem remarques MMR 04
MMR 07	Vannes automatiques de sectionnement	Nota : Les vannes sont des équipements intégrés à des fonctions de sécurité. La MMR et les tests correspondants doivent couvrir l'ensemble de la chaîne. Préciser le positionnement des vannes de sectionnement et des capteurs pour se positionner sur l'efficacité Fréquence de test Sécurité positive ? Information sur la transmission du signal : Automate de sécurité, relayage Résistance aux contraintes spécifiques (surpression, effets thermiques ?)
MMR 08	Ventilation haute et basse	Pas d'information sur les caractéristiques techniques dimensionnelles (débit, ventilation forcée) Caractère ATEX de la ventilation ?
MMR 09	Vanne manuelle de sectionnement	Une barrière de sécurité ne peut être retenue comme MMR si un niveau de confiance de zéro lui est attribué (cas de la MMR09) .

**[14] Les niveaux de confiance retenus dans l'étude de dangers ne peuvent être validés par BUREAU VERITAS car les MMR proposées ne sont suffisamment détaillées (trop en amont de la revue de détail et des conditions d'exploitations).**

**[15] 3 CA devra s'assurer après la revue de détail et en phase d'exploitation de la centrale que les niveaux de confiance attribués aux MMR sont conformes à ceux retenus dans l'étude de dangers. 3 CA devra valider la liste des MMR issue de l'étude de dangers et la compléter si nécessaire en fonction des choix techniques fait lors de la conception finale. 3 CA devra rédiger les fiches MMR permettant d'identifier les éléments garants de la pérennité de ses MMR (nature de fréquence de test, critères de conception...).**

**[16] Une barrière de sécurité ne peut être retenue comme MMR si un niveau de confiance de zéro lui est attribué (cas de la MMR09).**

Le respect de standard de conception et de design permet pour ce type d'équipement (canalisation poste de détente, compresseurs gaz, les turbines, les brûleurs, les chaudières) un haut niveau de sécurité. Lors de la conception de détail 3 CA devra s'assurer de ces standards : NFPA, API...

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 7 POSITIONNEMENT DES PHENOMENES DANGEREUX DANS LA GRILLE D'APPRECIATION DU RISQUE

L'analyse présentée ci après porte sur les brèches de canalisations dont les effets sortent des limites d'exploitation.

Les informations disponibles dans l'étude de dangers ne permettent pas d'évaluer les fréquences d'occurrences des équipements complexes (poste de détente/compression, turbine, chaudière). Ces phénomènes dangereux sont de gravité au plus importante, le respect des standard les plus exigeants permettra de considérer le risque comme maîtrisé et de confirmer un positionnement dans la matrice (Improbable, Important).

Il sort du champ de la tierce expertise de se substituer à l'exploitant pour réaliser les analyses détaillées des risques. En revanche, nous avons évalué de façon comparative le positionnement des phénomènes dangereux retenu par l'exploitant dans la grille d'appréciation du risque.

### 7.1 *Fréquence d'occurrence calculée par BUREAU VERITAS sur les canalisations*

Afin de calculer les fréquences d'occurrences pour les canalisations de gaz naturel, il a été fait le choix de travailler sur la base de données de l'EGIG pour les trois types de brèches identifiées lors de notre analyse de risque et de prendre en compte un facteur correctif pour tenir compte de la configuration « site des installations » et non « canalisations de transport ».

**Notons, toutefois que l'objectif de la tierce expertise n'étant pas de refaire l'étude de dangers. Les fréquences d'occurrence calculées par BUREAU VERITAS sont données à titre indicatif et permettent de positionner les phénomènes dangereux dans la grille de criticité.**

Le détail des calculs est présenté en **ANNEXE**.

### 7.2 *Agrégation des phénomènes dangereux*

L'agrégation des phénomènes dangereux similaires a pour objectif de faciliter la lecture de l'étude détaillée des risques. Elle consiste à cumuler les probabilités de phénomènes dangereux fonctionnellement identiques et dont les effets provoquent des conséquences similaires vis-à-vis des tiers. Cette opération permet de mettre en exergue la criticité des installations afin de les placer dans la matrice de criticité « MMR ».

Ainsi, l'agrégation a consisté en :

- Trier les phénomènes dangereux en fonction de la nature des effets des phénomènes dangereux.
- Réunir les phénomènes dangereux dont les effets et la gravité sont similaires (donc de fait, par rapport aux diamètres de canalisations concernés et des direction pour les phénomènes dangereux ayant des effets directionnels (jets enflammés,...)).

Nous avons fait le choix d'agréger en terme de fréquence les phénomènes dangereux Flash Fire/ Jet enflammé/UVCE avec la gravité la plus importante (gravité importante – niveau 3).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

Ces règles permettent de différencier 16 phénomènes dangereux résiduels :

**Avec fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 30 secondes)**

Repère BV	PhD	P PhD an-1
BV 3	PhD R250 Turbine Amont Poste-Vj	$< 10^{-5}$
BV 4	PhD R250 Turbine Aval Poste-Vj	$< 10^{-5}$
BV 7	PhD R250 Chaudière Amont Poste-Vj	$< 10^{-5}$
BV 11	PhD R250 Turbine Amont Poste-Hj	$< 10^{-5}$
BV 12	PhD R250 Turbine Aval Poste-Hj	$< 10^{-5}$
BV 15	PhD R150 Chaudière Amont Poste-Hj	$< 10^{-5}$

**Sans fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 15 minutes)**

Repère BV	PhD	P PhD an-1
BV 1	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	$< 10^{-5}$
BV 2	PhD R250 Turbine Aval Poste-VJ	$< 10^{-5}$
BV5	PhD R150 Chaudière Amont Poste-VJ	$< 10^{-5}$
BV 9	PhD R250 Turbine Amont Poste-VJ	$< 10^{-5}$
BV 10	PhD R250 Turbine Aval Poste-HJ	$< 10^{-5}$
BV13	PhD R150 Chaudière Amont Poste-HJ	$< 10^{-5}$

**BUREAU VERITAS confirme le choix du niveau E pour les fréquences d'occurrence des phénomènes dangereux au niveau des canalisations (avec fonctionnement des barrières).**

Concernant les équipements complexes, la probabilité de fuite très importante sur un compresseur de gaz centrifuge est de l'ordre de  $3.10^{-5}$ /an et par étage (source : DNV pipeline frequencies). Compte tenu des fréquences d'allumage d'une fuite, la probabilité finale est vraisemblablement très improbable (classe D).

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

### 7.3 Grille MMR selon l'arrêté du 29 septembre 2005

La tableau ci-après regroupe les phénomènes dangereux et permet de les classer dans la grille MMR du MEEDDAT.

#### Grille de criticité des accidents majeurs

**Avec fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 30 secondes)**

	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
Gravité	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Phénomènes Dangereux  
calculés par Bureau  
Veritas

**Sans fonctionnement des barrières de sécurité (temps de fuite de 15 minutes)**

	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
Gravité	E	D	C	B	A
5. Désastreux					
4. Catastrophique					
3. Important					
2. Sérieux					
1. Modéré					

Phénomènes Dangereux  
calculés par Bureau  
Veritas

De façon qualitative, les phénomènes dangereux qui ne sont pas directement liés à des brèches de canalisation :

- Un accident au niveau du compresseur : les effets sont couverts par la rupture de la canalisation en amont du compresseur (Gravité Importante)
- Un accident au niveau du local turbine de gravité modérée

#### Avis sur le positionnement dans la matrice :

D'après la circulaire du 29 septembre 2005, strictement applicable aux installations soumises à autorisation avec servitudes d'utilité publique, la criticité des risques générés par les installations 3 CA est acceptable.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

#### 7.4 MMR utilisées par BUREAU VERITAS pour le positionnement des brèches de canalisation (extérieur, intérieur)

Nota : Cette liste sera complétée en fonction des standards retenus pour des installations complexes

	Barrière	Fonction	Prévention / Protection	BTS / BHS / BTHS *	Active / Passive	Indépendance / procédé / EI / aux autres barrières	Efficacité	Temps de réponse	Inspection Formation-Entraînement	Barrière retenue (si oui = MMR)	Commentaires
1	Capteurs de pression basse + Vanne de sectionnement	Détecter et stopper l'alimentation en gaz	Protection	BTHS	Active	oui	100%	30 s	oui	oui	Temps de réponse de la barrière : qqs secondes pour la détection et quelques secondes pour fermeture des vannes de sécurité;) Probabilité de défaillance de la chaîne = soit un NC global de 1  Lors de la revue de détail de conception, le positionnement des pressostats devra être validé
2	Surépaisseur de canalisation	Supprimer le risque de fuite	Prévention	BTHS	Passive	oui	100%	-	oui	oui	Voir si dessous proposition de Bureau Veritas pour limiter le risque de rupture
3	Conception des locaux (turbines, chaudière axillaire)	Limiter les effets d'explosion	Protection	BTHS	Passive	oui	-	oui	oui	1	Conception des bâtiments à prendre en compte en fonction de la tenue résiduelle souhaitée  Une attention particulière devra être apportée au risque lié aux projections



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

	Barrière	Fonction	Prévention / Protection	BTS / BHS / BTHS *	Active / Passive	Intégration e / procédé / EI / aux autres barrières	Efficacité	Temps de réponse	Inspection Formation- Entraînement	Barrière retenue (si oui = MMR)	Commentaire s
4	Détection gaz + vanne de sectionnement	Détecter et stopper l'alimentation en gaz dans le bâtiment	Protection	BTHS	Active	oui	100%	30 s	oui	oui	Sous réserve de seuils de détection suffisamment bas et un positionnement judicieux des détecteurs

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 1
------	--	------------

## 8 PROPOSITION D'AMELIORATION PROPOSEE PAR BUREAU VERITAS

Les conditions de fonctionnement de l'établissement (pression de 85 bars) correspondent à l'optimum de sécurité compte tenu des contraintes liées au transport du gaz dans le réseau.

BUREAU VERITAS propose de retenir une surépaisseur de la canalisation DN250/150 par rapport aux standards en vigueur pour les réseaux de transport de gaz. Cette surépaisseur permettra de justifier un gain de sécurité important par conception.

**3 CA devra préciser la surépaisseur de canalisation retenue pour sa canalisation lors de la revue de détail conformément à l'APR de l'étude de dangers, la surépaisseur devra être cohérente avec celle retenue par GRTgaz dans ses spécifications techniques.**

Cette épaisseur sera à comparer avec l'épaisseur de 12 à 15 mm selon les nuances d'acier à partir de laquelle une agression mécanique par une pelleteuse de 32 tonnes ne perfore pas une canalisation métallique (sous pression du fluide transporté) (Guide GESIP 2008/02 canalisation de transport : mesures compensatoires)

Les propriétés mécaniques du matériau de la canalisation et la profondeur de bosselure créée par l'impact d'un objet (avec l'énergie nécessaire pour créer cette bosselure), sont liées de la façon suivante :

$$E = 16 (2\pi / 9)^{1/2} \times m_p \times (D / t)^{1/2} \times D \times (\delta / D)^{3/2}$$

Avec :

- E : énergie minimum provoquant la rupture de la canalisation en J
- $m_p$  : moment plastique de la canalisation ( $m_p = \frac{1}{4} \sigma_y t^2$ ) en N
- $\delta$  : profondeur de la bosselure, déformation de la canalisation en m
- t : épaisseur de la canalisation en m
- $\sigma_y$  : limite apparente d'élasticité en Pa
- D : diamètre extérieur de la canalisation en m

Pour un matériau donné (acier usuel,  $\sigma_y = 400$  MPa) cette relation permet de déterminer l'énergie nécessaire à la rupture d'une canalisation, en fonction de son diamètre et de son épaisseur :

Cette énergie nécessaire à la rupture devra ensuite être comparée :

- énergie totale (cinétique et potentielle) lors de la chute verticale de la plus grosse pièce susceptible d'être manipulé sur le site
- énergie libérée par la collision entre la canalisation et un véhicule sur le site

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

## ANNEXE 1

### DETERMINATION DES FREQUENCES D'OCCURENCE

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

### **Fréquence générique de base de fuite**

Afin de déterminer la fréquence générique de base d'un type de fuite, les données statistiques de 1970 à 1990 de l'EGIG ont été utilisées, ces données permettent d'obtenir une fréquence qui n'intègre pas les mesures compensatoires. Pendant cette période, 800 antécédents ont concernés des canalisations de transport de gaz naturel (1,3 millions de km.an de canalisations de gaz concernés sur cette période). La fréquence initiale de fuite toute taille confondue ainsi obtenue est de  **$6,15.10^{-4}$  /km.an.**

D'après les données issues du 6<sup>ème</sup> rapport de l'EGIG, la répartition du nombre d'accidents entre 1970 et 2004 est ventilée selon les causes suivantes (fréquences calculée sur la période 1970 - 2004) :

- risques liés à un tiers (49,7% des causes - fréquence  $2,0.10^{-4}$  /km.an),
- défaut mécanique (16,7% des causes - fréquence de  $6,8.10^{-6}$  /km.an),
- corrosion (15,1% des causes - fréquence  $6,1.10^{-6}$  /km.an),
- risques naturels (7,1% des causes - fréquence  $2,9.10^{-6}$  /km.an),
- piquage en charge (4,6% des causes – fréquence  $1,9.10^{-6}$  /km.an),
- autres ou non identifiés (6,7% des causes - fréquence  $2,7.10^{-6}$  /km.an).

A partir des graphes précédents de l'EGIG et des valeurs détaillées obtenues auprès de l'EGIG, la répartition des causes par type de brèche est donnée ci-dessous :

Cause	Pinhole-crack <= 2cm (fraction)	Hole 2cm - pipe diameter (fraction)	Rupture (fraction)	Total
External interference	0.132	0.271	0.094	0.497
Construction defect / material failure	0.116	0.041	0.010	0.167
Corrosion	0.145	0.006	<0.001	0.151
Ground movement	0.016	0.025	0.030	0.071
Hot-tap made in error	0.032	0.014	<0.001	0.046
Other and unknown	0.061	0.006	<0.001	0.067
Total	0.501	0.363	0.135	1.000

A partir de la distribution du type de cause en fonction de la taille de la brèche, il est possible de déterminer une fréquence générique pour les 3 types de brèches suivantes :

- petite brèche : brèche ayant un diamètre équivalent  $\leq 20$  mm,
- brèche moyenne : brèche ayant un diamètre équivalent  $> 20$  mm et  $\leq \varnothing$  du pipe,
- rupture : brèche ayant un diamètre équivalent  $> \varnothing$  du pipe.

Bien que la répartition des types de brèche ne corresponde pas exactement à la distribution envisagée (12 mm, 70 mm, rupture), il a été retenu :

- pour la petite brèche, les fuites de type "Pinhole-crack",
  - pour la brèche moyenne, les fuites de type "Hole",

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

Comme recommandé par le GESIP, lorsque plusieurs facteurs de risque concourent à un scénario de fuite, le calcul de la fréquence est réalisé pour chaque facteur de risque puis cumulé. Cette approche permet d'intégrer, dans le calcul, l'efficacité des mesures compensatoires qui agissent par nature sur un ou plusieurs facteurs de risque identifiés.

Les fréquences associées aux causes « external interference » et « hot-tap made in error on » ont été regroupées dans la cause « Risques liés à un tiers ».

Pour déterminer la fréquence générique de chaque type de brèche en fonction des différentes causes, nous nous basons sur l'inventaire des facteurs de risque du guide GESIP bien que nous nous situons sur un site industriel. Par ailleurs, la base de données de l'EGIG complète ce recensement des causes issu du GESIP. C'est pourquoi nous avons opté sur une démarche itérative.

Dans une première approche, nous nous sommes basés sur les facteurs du guide GESIP en rajoutant tous les facteurs issus de la base de données de l'EGIG. Les fréquences de chaque facteur sont issues de l'EGIG. Cette démarche est conservative.

**D'autre part, nous avons en cas de besoin corriger les valeurs de probabilités retenues pour tenir compte de la « configuration Site » et non « canalisation de transport ».**

Il en résulte les calculs de fréquence suivants.

#### Calcul de la fréquence générique de base pour la petite brèche :

Selon le guide GESIP (annexe A4), les causes de petite brèche sont les suivantes :

- défaut de construction ou défaut matériau,
- corrosion,
- autre (foudre, érosion...)

Selon le retour d'expérience de la base de données de l'EGIG, il s'avère que pour la petite brèche, d'autres causes ont été identifiées, à savoir :

- risques liés à un tiers,
- mouvement de terrain.

Au final, nous proposons de retenir comme causes possibles de la petite brèche :

- défaut de construction ou défaut matériau,
- corrosion,
- autre (foudre, érosion...),
- tiers,
- mouvement de terrain.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

La fréquence générique de base est donc :

	<b><i>Facteur correctif « Configuration Site »</i></b>
Défaut de construction ou défaut matériau	-
Corrosion	-
Autre (foudre, érosion)	-
Tiers	0,05 <sup>(1)</sup>
Mouvement de terrain	-

<sup>(1)</sup> Nous considérons que le fait d'être dans les limites de propriété de l'établissement 3 CB, revient à une configuration équivalente à celle proposée par le GESPI, qui préconise de prendre un facteur correctif de 0,05 pour une parcelle lotie et close.

### **Petite brèche**

$$F (\text{fuite} / (\text{km.an})) = 2,13. 10^{-4}$$

Nota : les fréquences d'occurrence pour la petite brèche sont calculées pour information compte tenu que les effets associés à ce phénomène dangereux restent consignés à l'intérieur des limites de propriété.

### **Calcul de la fréquence générique de base pour la brèche moyenne :**

Selon le guide GESIP (annexe A4), les causes de brèche moyenne sont les suivantes :

- travaux tiers

Selon le retour d'expérience de la base de données de l'EGIG, il s'avère que pour la brèche moyenne, d'autres causes ont été identifiées, à savoir :

- défaut de construction ou défaut matériau,
- corrosion,
- autres (ou inconnues),
- mouvement de terrain.

Au final, nous proposons de retenir comme causes possibles de la brèche moyenne :

- risques liés à un tiers,
- défaut de construction ou défaut matériau,
- corrosion,
- autres (ou inconnues),
- mouvement de terrain.

**De manière analogue, on retient un facteur correctif de 0,05 pour la cause travaux tiers (Prise en compte de la configuration installation industrielle équivalent à une parcelle lotie et close))**

La fréquence générique de base est donc :

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

### **Brèche moyenne (assimilée à une brèche 70 mm)**

$$F (\text{fuite} / (\text{km.an})) = 5,68. 10^{-5}$$

#### **Calcul de la fréquence générique de base pour la rupture :**

Selon le guide GESIP (annexe A4), les causes de rupture sont les suivantes :

- travaux tiers,
- mouvement de terrain

Toutefois, il est noté que le facteur de risque mouvement de terrain important ne sera pas pris en compte dans le cas où l'environnement permet de justifier l'absence de mouvement de terrain important. Le site est en situé en zone de sismicité 0. Cependant un risque de retrait gonflement d'argile a été identifié sur la commune de Monchy au Bois (62). Nous avons donc fait le choix de retenir le risque mouvement de terrain comme évènement initiateur.

o

Selon le retour d'expérience de la base de données de l'EGIG, il s'avère que pour la rupture, d'autres causes ont été identifiées, à savoir :

- défaut de construction ou défaut matériau,
- corrosion,
- autres (ou inconnues).
- 

Nous considérons que l'éventuel défaut de construction ou défaut matériau, malgré le Contrôle Non Destructif initial et malgré le test de pression initial sur la canalisation de DN300 peut générer tout au plus une brèche moyenne. Nous considérons que le défaut de construction n'est pas à prendre en compte comme cause de rupture, à l'instar de ce que propose le guide GESIP.

Par ailleurs, parmi les autres causes identifiées dans la base de données de l'EGIG, la foudre représente 25% des causes. Or nous considérons, de par la profondeur d'enfouissement, et la surépaisseur de canalisation que la foudre ne peut pas provoquer une rupture franche pour la **partie enterrée**. Nous ne retenons donc que 75% des causes autres (ou inconnues) de l'EGIG pour la partie enterrée.

Au final, nous proposons de retenir comme causes possibles de la rupture :

- risques de mouvement de terrain,
- risques liés à un tiers,
- corrosion,
- autres (ou inconnues) à 75%

La fréquence générique de base est donc :

#### **Rupture partie enterrée**

$$F (\text{fuite} / (\text{km.an})) = 2,18. 10^{-5}$$

#### **Rupture partie aérienne**

$$F (\text{fuite} / (\text{km.an})) = 2,2. 10^{-5}$$

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

Dans la suite de présente étude, nous retiendrons les valeurs suivantes

	<b><i>Probabilité d'occurrence en m/an</i></b>
Petite Brèche 12mm	$2,13.10^{-7}$
Moyenne Brèche 70 mm	$5,7.10^{-8}$
Rupture	$2,2.10^{-8}$



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

## **Probabilités d'ignition**

### **➔ Probabilité d'ignition immédiate**

La probabilité d'allumage dépend :

- des caractéristiques physico-chimiques du fluide (réactivité du gaz, température d'auto-inflammation...),
- des caractéristiques de rejets : rejet continu / instantané, débit, vitesse d'émission, etc, ...
- de l'environnement de la fuite : présence de source potentielle d'ignition, zonage ATEX, etc, ...

Bien que le gaz naturel soit classé dans la littérature comme un « gaz faiblement réactif », nous avons pris le parti de retenir les probabilités applicables aux « gaz moyennement à fortement réactif » pour un rejet continu à forte pression (entre 66 et 80 bars).

L'INERIS (guide INERIS Dra34-Partie2-données quantifiées-03/2006) et ARAMIS proposent de retenir les valeurs préconisées par le purple book :

<b><i>Probabilité d'ignition immédiate</i></b>			
<b><i>Rejet continu</i></b>			
D	< 10 kg/s	10< < 100 kg/s	> 100 kg/s
valeur	0.2	0.5	0.7

La probabilité d'ignition immédiate est appelée P(ign imm) dans la suite de l'étude.

### **➔ Probabilité d'ignition différée**

D'après l'étude bibliographique réalisée dans le cadre du projet européen ARAMIS, la probabilité d'allumage différée dans les unités de procédés où toute la zone est munie d'équipements « anti-explosion » (toutes les zones ATEX sont équipées de matériels certifiés ATEX) est de 0,1 s'il n'y a pas eu d'ignition immédiate.

**Cette probabilité d'ignition différée de 0,1 vérifie le retour d'expérience dans les installations employant du gaz naturel à l'extérieur. Ce gaz léger se disperse rapidement dans l'air n'occasionnant pas de phénomènes de dérive de nuage inflammable.**

La probabilité d'ignition différée est appelée P(ign diff) dans la suite de l'étude.

3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

### → Probabilité d'explosion d'un nuage de gaz (en cas d'ignition retardée)

L'étude bibliographique menée dans le cadre du projet européen ARAMIS a montré que la probabilité d'inflammation d'un nuage de gaz qui générerait un UVCE était liée à :

- l'encombrement des zones atteintes,
- le débit de fuite,
- le produit.

L'INERIS (guide INERIS Dra34-Partie2-données quantifiées-03/2006) et ARAMIS proposent de retenir le critère d'encombrement comme prépondérant et propose de ce fait :

	<b><i>Probabilité d'UVCE</i></b>
Faible encombrement	0,1
Encombrement moyen	0,5
Fort encombrement	2/3

### → Répartition UVCE / Flash fire

L'ignition retardée d'un jet de gaz inflammable va donner :

- Des effets de surpression : modérés avec le gaz naturel même en cas de forte turbulence et un peu plus important dans les zones du nuage avec de l'encombrement ou du confinement.
- Des effets thermiques : la dimension du nuage dans le cas de brèches de fortes sections est très supérieure aux dimensions des zones encombrées.

Le phénomène est défini comme UVCE (Unconfined Vapor Cloud Explosion) lorsque les effets de surpression sont prépondérants.

Le phénomène est défini comme Flash fire lorsque les effets thermiques sont prépondérants.

Dans la présente étude, le flash fire est retenu systématiquement en cas d'allumage différé d'une fuite.

La probabilité d'observer un UVCE correspond à la probabilité de développement du jet initial au niveau d'une zone encombrée des installations et de son allumage.

Les effets de surpression ne sont significatifs que dans les zones encombrées traversées par le gaz.

Compte tenu de la présence de canalisations à faible hauteur et dans l'hypothèse où la fuite est dirigée vers le sol ou vers les autres canalisations, il est considéré que dans 50 % des cas de fuite, le jet de gaz est susceptible de traverser des zones encombrées.

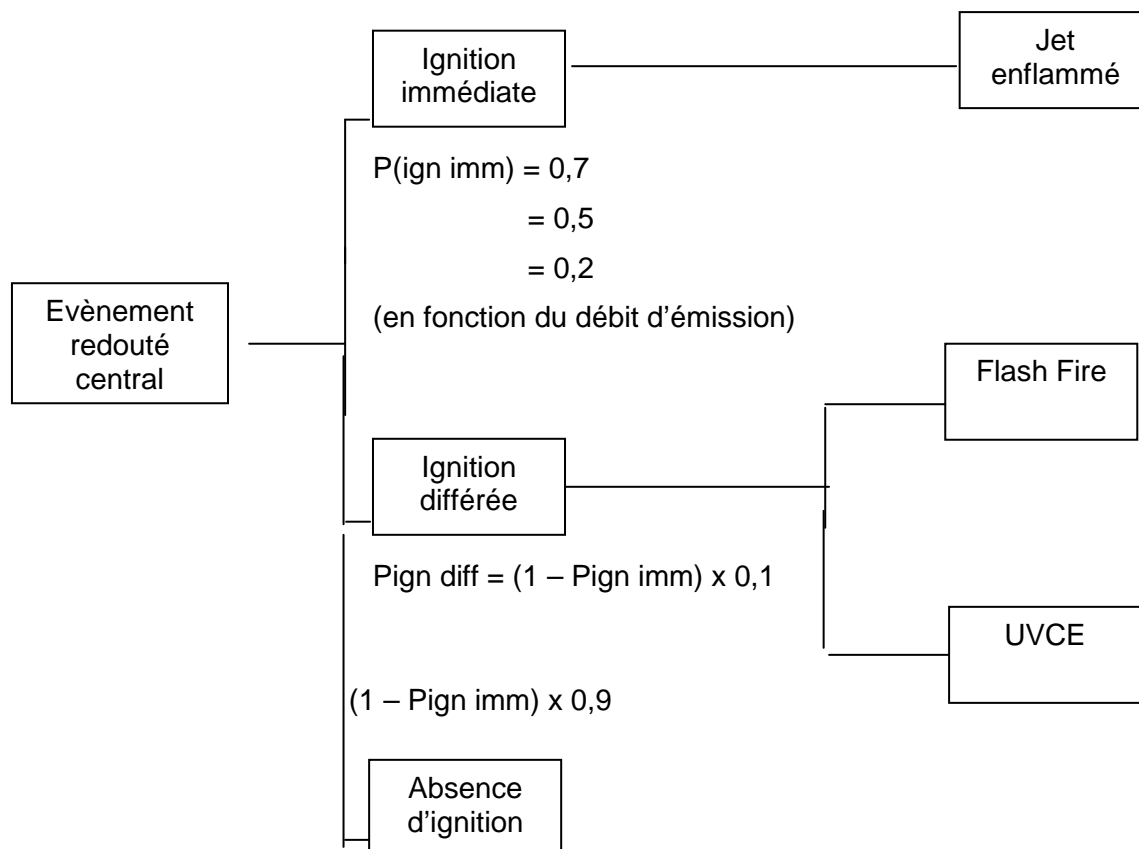
3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

Ainsi, en cas d'ignition retardée, les 2 phénomènes dangereux se voient attribuer les probabilités suivantes:

- **$P(\text{flash fire}) = P(\text{Ignition différée})$**
- **$P(\text{UVCE}) = 0,5 * P(\text{Ignition différée})$**

La probabilité cumulée des deux phénomènes dangereux associés flash-fire et UVCE est supérieure à la probabilité de l'évènement redouté. Cette approche est forcément pénalisante mais permet une meilleure prise en compte de la réalité du phénomène physique qui combine ces deux phénomènes dangereux.

Afin d'interpréter ces précédentes données nécessaires à la quantification des fréquences d'apparition de chacun des évènements redoutés, nous proposons de réaliser un arbre d'ignition :



3 CA	Analyse critique de l'étude de dangers	Révision 0
------	--	------------

**ANNEXE 2**

**CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS DES ZONES  
D'EFFETS CALCULEES PAR BUREAU VERITAS**