

(ID Modèle = 454913)

Ineris - 206685 - 2779949 - v2.0

01/03/2024

Appui à l'expertise de l'accident survenu sur la station d'interconnexion de canalisations de transport de gaz naturel exploitée par GRTgaz à Ars-sur-Formans (Ain), le 20 septembre 2021

Rapport final

BEA-RI



PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations utilisées.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. Par conséquent, la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION GENERALE

Rédaction : LEPRETTE Emmanuel - GOY BENJAMIN Vérification : BOUET REMY; CHAUMETTE SYLVAIN

Approbation : Document approuvé le 01/03/2024 par PIQUETTE BERNARD

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Guillaume LECOCQ, Gaëtan PROD'HOMME, Laurent

CEDARD

Table des matières

| 1 | Intr | oducti | on | 5 |
|---|--------------|-----------|--|------|
| | 1.1 | Déo | ntologie | 5 |
| | 1.2 | Con | texte | 5 |
| | 1.3 | Visit | es et réunions d'échanges | 5 |
| 2 | Des | scription | on de l'installation concernée et informations sur l'événement | 6 |
| | 2.1 | Des | cription générale du site | 6 |
| | 2.2 | Des | cription de l'installation | 7 |
| | 2.3 | Des | cription de l'accident | 8 |
| | 2.4 | Rele | evés de dégâts | 9 |
| | 2.4 | .1 | Victimes | 9 |
| | 2.4 | .2 | Effets de pression | 9 |
| | 2.4 | .3 | Effets thermiques | 11 |
| | 2.4 | .4 | Points de rupture | 11 |
| | 2.4 | .5 | Effets de projection | 12 |
| | 2.5 | Obs | ervations complémentaires | 14 |
| | 2.5 | .1 | Mesures de pression | 14 |
| | 2.5 | .2 | Mesures de température | 15 |
| | 2.5 | .3 | Traces de suies | 16 |
| | 2.5 | .4 | Examen interne du filtre | 16 |
| 3 | Ré | oonse | s aux questions posées par le BEA-RI | 18 |
| | 3.1 | Que | stion 1 : Evaluer la sensibilité des limites d'inflammabilité du gaz naturel à la pressior | า 18 |
| | 3.2 obser | | stion 2 : Reconstituer le mécanisme accidentel en fonction des dégâts et déformati ır le site et d'outils de modélisation | |
| | 3.2 | .1 | Formation de l'atmosphère explosive | 19 |
| | 3.2 | .2 | Estimation de la pression d'explosion | 19 |
| | 3.2 | .3 | Recherche du sens de propagation de l'explosion | 22 |
| | 3.3 | Rec | herche de la source d'inflammation | 24 |
| | 3.3 | .1 | Question 3 : Evaluer la possibilité d'une cause électrique | 25 |
| | 3.3 de | | Question 4 : Examiner l'hypothèse que l'énergie d'activation provienne de l'inflamma res pyrophoriques présentes dans le filtre | |
| 4 | Coi | nclusio | on | 28 |
| 5 | Anr | nexes | | 29 |

Résumé

Le 20 septembre 2021, une violente explosion s'est produite lors d'une opération de remise en gaz d'une partie de la station d'interconnexion d'Ars-sur-Formans (Ain), exploitée par GRTgaz. Deux personnes ont été légèrement blessées, et des dégâts matériels très importants ont été causés. Dans le cadre de son enquête, le BEA-RI a sollicité l'Ineris pour répondre à quatre questions relatives au mécanisme accidentel, aux propriétés des mélanges air-gaz naturel sous pression, et aux possibilités d'inflammation par une cause électrique ou par un dépôt pyrophorique. Il ressort de l'analyse que l'accident résulte principalement de la présence anormale d'une atmosphère explosive à 21 bar abs dans l'installation pendant la phase de remise en gaz. Cette situation est particulièrement dangereuse car à cette pression le domaine d'inflammabilité est étendu, l'atmosphère explosive est beaucoup plus sensible à l'inflammation qu'à pression atmosphérique, et la pression d'explosion dépasse la pression de résistance des canalisations. La cause de l'inflammation n'a pu être déterminée avec certitude. Le matériel électrique expertisé par l'Ineris semble hors de cause. Une inflammation par accumulation et activation d'un dépôt pyrophorique dans le filtre est possible.

Pour citer ce document, utilisez le lien ci-après :

Institut national de l'environnement industriel et des risques, Appui à l'expertise de l'accident survenu sur la station d'interconnexion de canalisations de transport de gaz naturel exploitée par GRTgaz à Ars-sur-Formans (Ain), le 20 septembre 2021, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 206685 - v2.0, 01/03/2024.

1 Introduction

1.1 Déontologie

L'Ineris collabore régulièrement avec GRTgaz dans des projets de recherche, et a déjà réalisé des études réglementaires pour des sites exploités par GRTgaz.

Cependant l'Ineris n'a jamais réalisé d'étude, ni technique, ni réglementaire, pour le site d'Ars-sur-Formans.

1.2 Contexte

Le 20 septembre 2021, une violente explosion s'est produite lors d'une opération de remise en gaz d'une partie de la station d'interconnexion d'Ars-sur-Formans (Ain), exploitée par GRTgaz. Deux personnes ont été légèrement blessées, et des dégâts matériels très importants ont été produits.

Le BEA-RI a ouvert une enquête et a sollicité l'appui de l'Ineris pour répondre aux quatre questions suivantes, formulées dans la lettre de mission du 11 juillet 2023 qui figure en Annexe 1 :

- Evaluer la sensibilité des limites d'inflammabilité du gaz naturel à la pression (bibliographie et historique);
- Reconstituer le mécanisme accidentel en fonction des dégâts et déformations observés sur site et d'outils de modélisation ;
- Evaluer la possibilité d'une cause électrique ;
- Examiner l'hypothèse que l'énergie d'activation provienne de l'inflammation de matières pyrophoriques présentes dans le filtre (bibliographie et historique).

1.3 Visites et réunions d'échanges

Pour cette analyse, l'Ineris a réalisé deux visites de la station d'interconnexion d'Ars-sur-Formans :

- Une visite le 24 septembre 2021, soit 4 jours après l'accident, en présence de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes et des enquêteurs du BEA-RI; Cette visite a permis de prendre connaissance de la chronologie de l'accident et d'établir un premier relevé de dégâts.
- Une visite le 13 décembre 2021, en présence des enquêteurs du BEA-RI, pour assister au démontage des canalisations d'entrée et de sortie du filtre. Cette visite a permis également d'examiner des équipements démontés (vannes, tronçons de canalisation) et de relever des traces de suies à l'intérieur des canalisations.

Une visite a également été réalisée au Département Opérationnel Expertise Inspection du Pôle Intégrité de GRTgaz à Compiègne, où ont été entreposés les canalisations et les matériels récupérés sur le site d'Ars après l'accident, le 11 juillet 2022. Cette visite a permis d'assister au démontage d'un robinet incriminé dans l'accident et prendre connaissance des expertises métallurgiques réalisées par GRTgaz.

Enfin, l'Ineris a participé à plusieurs réunions avec GRTgaz et le BEA-RI, au cours desquelles GRTgaz a présenté l'avancement de son enquête interne.

2 Description de l'installation concernée et informations sur l'événement

2.1 Description générale du site

La station d'interconnexion d'Ars-sur-Formans est située à une cinquantaine de kilomètres au nord de Lyon. Elle assure la jonction et la régulation des flux entre les différents réseaux d'approvisionnement en gaz naturel de la région lyonnaise et le site de stockage souterrain d'Etrez. Elle est exploitée par GRTgaz.

La station est située dans une zone agricole, à environ 1 km de l'agglomération la plus proche. Elle comporte deux pôles d'interconnexion : le pôle « Mions » et le pôle « Etrez » (Figures 1 et 2).

Le pôle « Mions » a été entièrement rénové en 2020. Le pôle « Etrez » a été rénové en 2021, parachevant ainsi un plan de rénovation complet de la station d'Ars engagé en 2005.

L'accident du 20 septembre 2021 s'est produit lors de la remise en gaz du pôle « Etrez ».

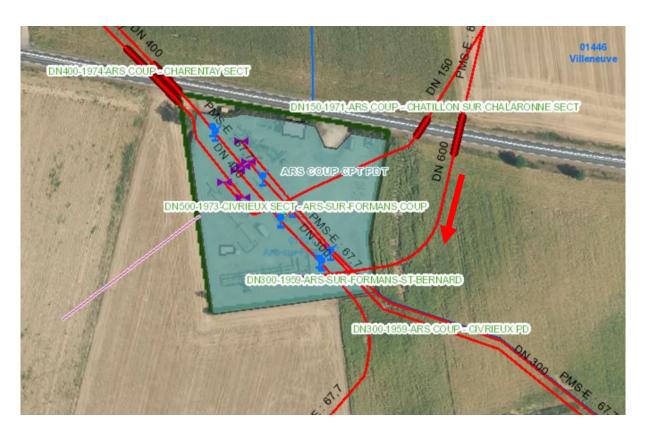


Figure 1 : La station d'Ars-sur-Formans et les différentes entrées et sorties de canalisations – la flèche rouge matérialise la canalisation DN600 en provenance de la station de compression de Châtillon-sur-Chalaronne



Figure 2 : Plan de masse de la station de la station d'interconnexion d'Ars-sur-Formans – en bleu, les parties renouvelées du pôle Etrez

2.2 Description de l'installation

Le pôle « Etrez » est connecté en amont au stockage souterrain de gaz naturel d'Etrez, via la station de recompression de Châtillon-sur-Chalaronne, située à 15 km au Nord d'Ars-sur-Formans.

La canalisation en provenance de Châtillon (DN 600, 80 bar) est enterrée, et devient aérienne à son entrée à l'Est du site.

L'installation comprend, de l'amont vers l'aval, une gare racleur, la lyre, un filtre monté sur une dérivation de la canalisation principale, puis deux branches parallèles DN400 (les rampes de régulation) équipées chacune d'une vanne de régulation et d'une vanne de sécurité, munies d'un bypass.

Le filtre et la gare racleur ont été récupérés de l'installation précédente. Tout le reste a été changé.

Le plan de masse suivant présente le pôle Etrez après la reconstruction de 2021. Les éléments cités plus loin dans la chronologie sont repérés.

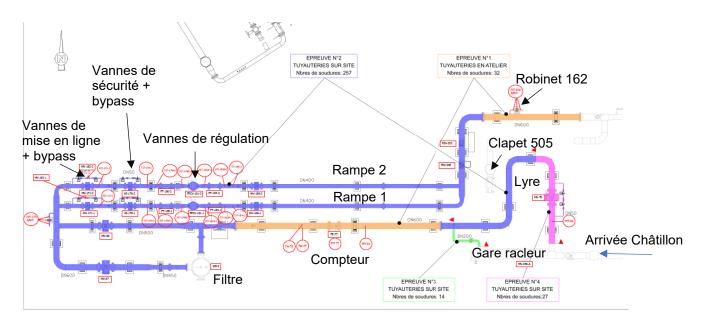


Figure 3 : Plan de masse du pôle Etrez

2.3 Description de l'accident

L'accident s'est produit lors de la remise en gaz du pôle « Etrez ». Cette opération consiste à ouvrir le robinet de sectionnement de la station de Châtillon-sur-Chalaronne et à injecter, dans des conditions maîtrisées, le gaz naturel dans la station d'Ars afin de chasser l'air initialement présent. Au cours de cette opération, la pression dans les canalisations est contrôlée, et plusieurs mesures de concentration de gaz sont réalisées. La remise en gaz est réalisée à basse pression (quelques bars), et c'est seulement lorsqu'il a été vérifié qu'il n'y a plus d'air dans les canalisations que la pression est progressivement augmentée jusqu'à la pression de service.

Il existe normalement deux types de méthode pour la remise en gaz :

- La méthode par saturation, qui consiste à alimenter l'installation neuve jusqu'à 3 bar, purger, et répéter cette opération de remplissage/purge jusqu'à ce que la concentration en gaz atteigne 90%, après quoi l'installation est remplie en gaz jusqu'à sa pression de service.
- La méthode par balayage, qui consiste à ouvrir un évent à l'extrémité de l'installation et balayer en gaz en continu jusqu'à avoir complètement chassé l'air initialement présent.

Le choix de l'une ou l'autre méthode dépend de la complexité de l'installation, et notamment de la présence d'embranchements, de changements de section, de zones mortes, etc.

La méthode choisie pour la remise en gaz du pôle Etrez était hybride : il était prévu de balayer l'installation en la pressurisant plusieurs fois à 2 bar, une série de purges devant permettre d'atteindre le remplissage total en gaz.

L'opération de remise en gaz a eu lieu le 20 septembre au matin. La chronologie est la suivante :

Consignation:

- Ouverture de toutes les vannes du pôle Etrez à l'exception des vannes de sécurité dont seul le bypass est ouvert.
- Le robinet 162 (en aval sur l'installation) est ouvert pour créer un évent, afin de chasser l'air dans la canalisation.

9h06 : ouverture progressive du robinet de sectionnement à la station de Châtillon.

9h15 : les opérateurs notent l'arrivée du gaz au niveau de l'évent du robinet 162 (panache visible). La pression est de 2,7 bar.

9h22 : ouverture totale du robinet de sectionnement à Châtillon pour faire monter la pression à 6 bar (valeur visée). Le balayage se poursuit, le panache de gaz est visible à l'évent du robinet 162.

9h33 : fermeture du robinet de sectionnement à Châtillon, et fermeture du robinet 162.

9h34 : les opérateurs branchent les capteurs de température et de pression. La pression est de 21 bars absolus partout dans l'installation, bien au-delà de la valeur visée (6 bar). Les opérateurs réalisent tout de même les contrôles d'étanchéité prévus au niveau des vannes, des capteurs et la purge des sphères de robinet. Ils réalisent également deux contrôles de concentration de gaz au catharomètre, l'un au niveau du clapet anti-retour 505, et l'autre sur un piquage de la rampe de régulation n°2. Dans les deux cas la concentration et proche de la LIE (97 à 100% LIE).

10h47 : Alors que les opérateurs se déplacent vers le robinet 162 pour réaliser une purge, l'explosion survient.

2.4 Relevés de dégâts

2.4.1 Victimes

Les deux opérateurs en charge des opérations de remise en gaz ont été projetés au sol et légèrement blessés lors de l'explosion.

Aucune des autres personnes présentes n'a été blessée, malgré la présence d'un peu moins de dix intervenants sur le site.

Un camion en circulation sur la route contiguë au site a eu une vitre latérale brisée, sans faire de blessé.

2.4.2 Effets de pression

Le pôle « Etrez » a été presque complètement détruit. Les dégâts ont été importants sur les bâtiments présents sur le site.

Il n'y a pas eu d'effet de pression visible à l'extérieur du site, mais il n'y a aucune construction dans un rayon de 500 m.



Figure 4 : Vues aériennes du site – à gauche, avant la rénovation de 2021 ; à droite, après l'accident

Il semble que l'épicentre de l'explosion soit situé au niveau de la lyre (Figure 5), qui s'est rompue en plusieurs points et dont les morceaux ont été projetés dans l'environnement. La canalisation en amont de la lyre a pivoté de 90° autour du point où elle devient aérienne à l'entrée sur le site. Il s'en est suivi un rejet massif de gaz naturel qui a conduit à la vidange totale des 15 km de canalisation depuis le poste de Châtillon-sur-Chalaronne. La trace de ce rejet est bien visible dans le champ de maïs au Sud du site (Figure 4).



Figure 5 : Vue aérienne du pôle Etrez après l'explosion. La canalisation entre l'entrée du site et la gare racleur a pivoté de 90° (flèche rouge). La lyre n'est plus visible : elle s'est rompue en plusieurs points et a été projetée.

Une estimation des effets de pression a été réalisée à partir des dégâts observés sur les bâtiments, sur la base du tableau de dégâts figurant en Annexe 1. Pour les façades perpendiculaires à la direction de propagation de l'onde de pression, un coefficient égal à 2 est appliqué entre la pression réfléchie, qui s'applique directement sur les façades, et la pression incidente.

Un local technique situé à 25 m du centre de l'explosion a été très fortement endommagé. Sa façade a été entièrement soufflée. A cet endroit la pression réfléchie est estimée entre 100 et 140 mbar, et la pression incidente entre 50 et 70 mbar.

A l'entrée du site, plusieurs bâtiments de structure légères (préfabriqués) ont été sérieusement endommagés (bris de toutes les vitres, chute de faux plafonds, enfoncement de parois), mais la structure porteuse de ces bâtiments est restée en place. La pression réfléchie sur la façade exposée est estimée entre 60 et 90 mbar, et la pression incidente entre 30 et 45 mbar.



Figure 6 : dégâts sur les bâtiments – à gauche, le local technique à 25 m ; à droite, locaux préfabriqués à l'entrée du site, à 70 m.

La vitre latérale brisée sur le camion circulant à 90 m, correspond à un seuil de l'ordre de 10 à 20 mbar de pression incidente.

Enfin, la projection d'un opérateur au sol, à 15 m de la lyre, correspond à un seuil inférieur à 140 mbar de pression incidente.

Une synthèse de ces estimations est reportée dans le Tableau 1.

| Relevé de dégât | Distance (m) | Estimation basse (mbar) | Estimation haute (mbar) |
|----------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Opérateurs projetés au sol | 15 | 120 | 140 |
| Local technique endommagé | 25 | 50 | 70 |
| Locaux préfabriqués | 70 | 30 | 45 |
| Vitre brisée sur un camion | 90 | 10 | 20 |

Tableau 1 : Estimation des niveaux de pression incidente à partir du relevé de dégâts

2.4.3 Effets thermiques

Une caméra de vidéo-surveillance située sur une entreprise agricole à environ 800 m à l'Ouest du site a enregistré une boule de feu. Celle-ci est malheureusement masquée par un panneau solaire, si bien qu'il est difficile d'estimer sa taille. Sa durée est inférieure à 1s.



Figure 7 : Boule de feu enregistrée par une caméra de vidéo-surveillance

Aucun incendie ne s'est déclaré suite à l'explosion, et il n'y a aucune trace d'incendie visible sur le site. La fuite massive de gaz naturel qui a suivi l'explosion, alimentée par la vidange des 15 km de canalisation depuis le robinet de sectionnement de Châtillon-sur-Chalaronne, ne s'est pas enflammée.

2.4.4 Points de rupture

Au moins cinq points de rupture franche ont été identifiés au niveau de la lyre. Ils sont matérialisés en rouge sur la Figure 8.

Ces points de rupture ont entraîné la formation de deux fragments très massifs (supérieurs à 1 tonne) :

- Un fragment de canalisation (n°60) entre les points de rupture n°1 et n°2
- Un fragment de canalisation (n°61) entre les points de rupture n°3 et n°4

Les points de rupture n°1, 2, 3, 5 présentent un profil de « rupture guillotine », selon la section droite de la canalisation. A l'inverse le point de rupture n°4 présente une déchirure axiale importante. Plusieurs fragments plus petits (entre 100 et 200 kg, n°1, 2, 3, 7) ont été identifiés comme provenant de la lyre entre les points de rupture n°2 et n°3 d'une part, et les points de rupture n°4 et n°5 d'autre part.

Il est donc probable que l'éclatement se soit produit entre les points 2 et 3, et entre les points 4 et 5.

Il existe un sixième point de rupture au niveau de la culasse de la gare, qui constitue un cul de sac dans le réseau.

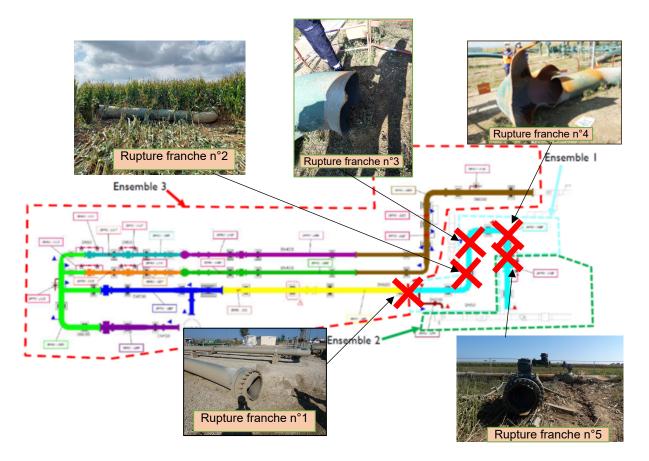


Figure 8 : Points de rupture au niveau de la lyre

2.4.5 Effets de projection

De très nombreux projectiles ont été retrouvés à l'extérieur du site. GRTgaz a réalisé un recensement exhaustif et une cartographie des fragments. L'origine de la majorité des fragments a pu être identifiée. Les fragments ont tous été numérotés, mesurés et pesés, et pour certains expédiés au Centre d'Expertise de GRTgaz à Compiègne.

Le Tableau 2 et la Figure 8 présentent quelques-uns des fragments retrouvés, utilisés pour évaluer l'énergie mise en jeu dans l'explosion. Les numéros indiqués suivent la numérotation réalisée par GRTgaz lors du recensement des pièces.

| Numéro | Fragment | Origine | Masse (kg) | Distance de projection (m) |
|--------|----------|---|---------------|-------------------------------------|
| 61 | | Morceau de la lyre DN600, (longueur 3 m), entre les points de rupture n°2 et 3 | 1850 | 54 |

| 60 | | Sortie de la lyre entre les points de rupture n°1 et 2 | 3000 | 145 |
|----|-----|--|------|-----|
| 1 | 01 | Morceau de la lyre | ~100 | 197 |
| 2 | 102 | Morceau de la lyre | ~150 | 100 |
| 3 | 02 | Morceau de la lyre | ~150 | 170 |
| 7 | | Morceau de la lyre | ~200 | 297 |
| 8 | | Culasse de la gare | 300 | 225 |

Tableau 2 : Caractéristiques de quelques fragments



Figure 9 : Localisation des fragments figurant dans le tableau 1

2.5 Observations complémentaires

2.5.1 Mesures de pression

L'enregistrement des sondes de pression est représenté à la Figure 10. Avant l'explosion, tous les capteurs indiquent une pression de 21 bar abs dans l'installation. Le pic de pression d'explosion est détecté par les capteurs, mais ceux-ci n'ont pas la résolution suffisante pour mesurer la pression maximale engendrée par l'explosion. Les capteurs situés en aval des vannes de sécurité réagissent avant les capteurs situés en amont. Les capteurs situés en amont montrent une décharge très rapide de la pression d'explosion à travers les brèches situées au niveau de la lyre, au contraire des capteurs situés en aval qui enregistre une décharge lente. Une décharge aussi lente ne peut pas s'expliquer par la seule perte de charge induite par les by-pass. Ceux-ci ont été partiellement refermés par l'explosion.

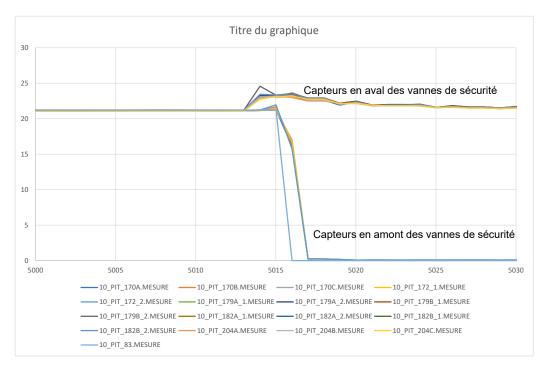


Figure 10 : Enregistrements de pression (fréquence d'acquisition 1 Hz)

2.5.2 Mesures de température

L'enregistrement des sondes de température est représenté sur la Figure 11. Toutes les valeurs de température atteignent la valeur de saturation des capteurs (60°C) au moment de l'explosion, à l'exception des capteurs TIT178-1 et TIT185-1 situés sur la rampe de régulation n°1 en aval de la vanne de sécurité. Cela suggère que la flamme ne s'est pas propagée jusqu'à ces capteurs, soit parce qu'il n'y avait pas d'atmosphère explosive dans la rampe n°1, soit parce que la flamme, venant de l'amont, s'est éteinte au passage du bypass de la rampe n°1.

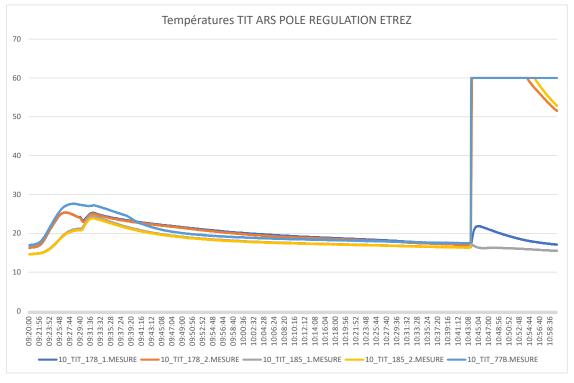


Figure 11 : Enregistrement de température sur les rampes de régulation

2.5.3 Traces de suies

Des traces de suies ont été retrouvés dans les canalisations, depuis la lyre jusqu'aux vannes de sécurité, ainsi que dans la dérivation du filtre. Des traces plus légères sont également visibles dans la rampe 2 au-delà de la vanne de sécurité.

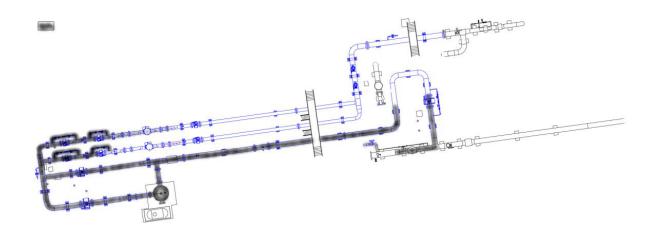


Figure 12 : Localisation des traces de suie

La présence des suies pourrait être due à la combustion d'huiles ou d'hydrocarbures autres que le gaz naturel, mais elle peut aussi s'expliquer par la combustion du gaz naturel. En effet, dans des conditions normales (flamme de diffusion, conditions atmosphériques), la combustion du méthane produit normalement peu de suies. Mais dans les conditions de l'accident (mélange inflammable couvrant tout le domaine d'inflammabilité, avec notamment une LSE beaucoup plus élevée sous 21 bar, donc beaucoup de mélange riche), les schémas cinétiques sont a priori différents et peuvent causer la formation de molécules plus complexes avec des liaisons C-C (éthylène, acétylène par exemple) dont la combustion produit davantage de suies.

2.5.4 Examen interne du filtre

L'examen du filtre a révélé beaucoup de dégâts à l'intérieur. Dans la partie basse les tôles ont été tordues. Dans la partie haute, les lamelles de filtration ont été éjectées. Plusieurs d'entre-elles ont été retrouvées dans les canalisations, et quelques-unes ont même été retrouvées à plusieurs dizaines de mètres à l'extérieur.



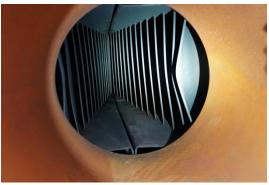




Figure 13 : Photos du filtre. En haut vue extérieure, en bas à gauche intérieur de la partie basse, vue à travers la canalisation d'entrée ; en bas à droite intérieur de la partie haute, vue de la canalisation de sortie

3 Réponses aux questions posées par le BEA-RI

3.1 Question 1 : Evaluer la sensibilité des limites d'inflammabilité du gaz naturel à la pression

Il est avéré que lors de l'explosion, la pression dans les canalisations était égale à 21 bar abs. Une recherche bibliographique a été réalisée pour étudier l'influence de la pression initiale sur les propriétés d'inflammabilité du gaz naturel. On notera que la plupart des données récoltées se rapportent à des mélanges méthane/air et non au gaz naturel.

| Propriété | A P _{atm} | A 21 bar abs | Source |
|--|--------------------|---|--|
| Limite inférieure d'inflammabilité (LIE) | 5% | 4% | L. Huang et al: Effect of elevated pressure on the explosion and |
| Limite supérieure d'inflammabilité (LSE) | 15% | 35% | flammability limits of methane-air mixtures, Energy 186 (2019) 115840 |
| Energie minimale d'inflammation (EMI) | 0,5 mJ | ~0,005 mJ | G. Cui et al.: Experimental study of minimum ignition energy of methane/air mixtures at elevated temperatures and pressures, Fuel 175 (2016) 257-263 |
| Température d'auto-inflammation (TAI) | 600°C | ~400°C | Caron et al.: Pressure dependence of the auto-ignition temperature of methane/air mixtures, J. Haz. Mat. 65 (1999) 233-244 |
| Taux d'expansion | 7,6 | 7,7 | Calcul thermodynamique |
| Pression maximale d'explosion | 8,6 bar | 180 bar (théorique) 167 bar (mesuré) | Lijuan Huang et al.: Experimental assessment on the explosion pressure of CH4-Air mixtures at flammability limits under high pressure and temperature conditions, Fuel 299 (2021) 120868 |
| Vitesse de combustion laminaire | 0,36 m/s | ~0,1 m/s | E. Hu et al, Laminar flame speeds and ignition delay times of methane–air mixtures at elevated temperatures and pressures, Fuel 158 (2015) 1–10 |

Tableau 3 : Propriétés d'inflammabilité de mélanges méthane/air à pression atmosphérique et à 21 bar abs (en italique, données extrapolées)

On peut déduire du Tableau 2 les observations suivantes concernant l'évolution des propriétés d'inflammabilité du gaz naturel fonction de l'augmentation de la pression :

- Une augmentation du domaine de l'inflammabilité, et notamment de la LSE ;
- Une très forte diminution de l'énergie minimale d'inflammation, d'un facteur de l'ordre de 100 :
- Une diminution de la température d'auto-inflammation ;
- Une diminution de la vitesse de combustion laminaire.

D'une manière générale, une pression initiale élevée est donc un facteur aggravateur du risque d'explosion, à l'exception de la vitesse de combustion laminaire qui diminue lorsque la pression augmente.

La diminution de l'EMI et de la TAI révèle que l'atmosphère explosive présente dans l'installation, sous réserve qu'elle se situait bien dans le domaine d'inflammabilité, était très facilement inflammable. En pratique, cela signifie aussi que les matériels électriques et non électriques montés sur l'installation, bien que certifiés ATEX vis-à-vis d'un risque de présence d'atmosphère explosive air/gaz naturel à pression atmosphérique, auraient pu constituer une source d'inflammation au contact d'une ATEX sous 21 bar.

On notera que l'EMI est particulièrement faible, du même ordre de grandeur que celle de l'hydrogène en concentration stœchiométrique. L'atmosphère explosive était donc particulièrement sensible à l'inflammation même par des sources de très faible énergie, comme une décharge électrostatique ou un choc mécanique.

3.2 Question 2 : Reconstituer le mécanisme accidentel en fonction des dégâts et déformations observés sur le site et d'outils de modélisation

L'amorçage d'une explosion nécessite les deux conditions suivantes :

- La présence d'une atmosphère explosive ;
- La présence d'une source d'inflammation.

3.2.1 Formation de l'atmosphère explosive

Concernant la présence d'une atmosphère explosive, les mesures réalisées par les opérateurs en charge de la remise en gaz ont montré que la LIE était atteinte au niveau de deux prises de mesures situées en aval des bypass (par rapport au sens du flux de gaz). L'étendue du domaine inflammable est plus difficile à déterminer. Lorsque le robinet de sectionnement est ouvert à la station de Châtillon-sur-Chalaronne, un front de gaz naturel pousse devant lui l'air initialement présent dans l'installation. Il se forme une couche de mélange par diffusion turbulente, dont la longueur dépend de nombreux paramètres : la vitesse du front de gaz, le diamètre de la canalisation, la différence de densité entre l'air et le gaz naturel, ... Au niveau du pôle Etrez le problème devient encore plus complexe à cause des changements de section et des embranchements (notamment vers le filtre).

L'Ineris ne dispose pas de modèle de calcul adéquat pour simuler ce régime transitoire dans un réseau de canalisations aussi étendu. De son côté, GRTGaz a mis en œuvre les logiciels SIMONE et SYMETRY, utilisés pour la régulation des flux de gaz dans le réseau, afin d'estimer la distribution du gaz pendant la phase de remplissage. Les logiciels permettent notamment de prendre en compte les variations de débit de gaz en fonction du taux d'ouverture du robinet de la station de Châtillon, et SYMETRY calcule également la couche de mélange entre l'air et le gaz naturel. Il ressort de ces calculs que :

- Le domaine inflammable (4-35% à 21 bar abs) était étendu à la quasi-totalité du pôle Etrez, avec atteinte de la LIE en aval des deux rampes de régulation (ce qui est cohérent avec les mesures de gaz effectuées par les opérateurs), et atteinte de la LSE à l'entrée du site.
- Après la fermeture du robinet de Châtillon, l'effet de diffusion est très marginal et ne conduit pas une homogénéisation du mélange air-gaz naturel dans le pôle Etrez.
- La dérivation vers le filtre était remplie d'un mélange pauvre, peut-être non inflammable. Cependant la prise en compte du volume du filtre est assez délicate dans l'outil SYMETRY, si bien que la concentration calculée dans cette dérivation doit être considérée avec prudence.

Pour la suite de l'étude, il a donc été supposé, sur la base des modélisations de GRTGaz, que le mélange inflammable remplissait tout le réseau du pôle Etrez, avec un gradient de concentration entre le robinet 162 (LIE) et l'entrée sur le site (LSE).

3.2.2 Estimation de la pression d'explosion

La pression de rupture en statique de la canalisation DN600 constituant la lyre est estimée par calcul¹ à 260 bar. Lors de sa construction, cette canalisation a été soumise à épreuve hydraulique à 187 bar.

Cependant en régime dynamique, la résistance peut être plus faible, ou plus élevée, selon la forme du signal de pression (vitesse de montée en pression et impulsion). En première approche on considère généralement que la pression de rupture en dynamique est comprise entre la moitié et deux fois la pression de rupture en statique, soit ici entre 130 bar et 520 bar.

La pression maximale d'explosion, pour une atmosphère explosive initialement à 21 bar abs, est de l'ordre de 170 à 180 bar (Tableau 3). Cependant, la géométrie particulière de la lyre, avec deux coudes, peut induire une augmentation locale de la pression :

- Une zone de stagnation de l'écoulement peut se former entre la flamme et le coude et induire une pré-compression locale.
- La réflexion de l'onde de choc dans le coude peut induire, pour une pression d'explosion de 170 bar, un coefficient de réflexion de l'ordre de 5, soit une pression réfléchie dans les coudes qui pourrait atteindre plus de 700 bar.

¹ Hypothèses de calcul (données GRTgaz) : acier L360, épaisseur 17,5 mm, limite élastique 360 MPa, limite à la rupture 460 MPa

Enfin, on ne peut tout à fait exclure une transition à la détonation. H.P Schildberg², qui a étudié la transition déflagration détonation dans des canalisations de 43 mm de diamètre avec des mélanges homogènes $CH_4/O_2/N_2$, n'a pas observé de détonation dans des mélanges CH_4/air jusqu'à 12 bar de pression initiale. Cependant, la présence d'un gradient de concentration dans la canalisation favorise l'accélération de la flamme et est susceptible d'entraîner une transition à la détonation. Quelques études numériques publiées³,⁴ montrent que c'est théoriquement possible. Dans ce cas, la pression de détonation pourrait atteindre 20 à 30 fois la pression initiale, donc bien au-delà de la résistance des canalisations.

Ainsi, cette première comparaison démontre qu'une explosion initiée sous 20 bar était largement de nature à dépasser le seuil de résistance de la canalisation et entraîner son éclatement, notamment au niveau des coudes de la lyre qui sont des points de concentration de la pression.

Cependant pour affiner l'estimation de la pression maximale atteinte, il est nécessaire de compléter cette analyse par l'étude des effets de pression constatés et des projections de fragments.

Un calcul d'éclatement de la lyre a été réalisé avec l'outil PROJEX⁵ développé à l'Ineris, avec plusieurs hypothèses de pression d'éclatement : 150 bar, 200 bar, 250 bar. On suppose que le volume de canalisation impliqué dans l'éclatement est une longueur de 3 m de canalisation DN600, ce qui correspond à peu près à la longueur de la déchirure sur la pièce n°61 et des tronçons manquants de la lyre. Les effets de pression dans l'environnement sont comparés au relevé de dégâts présenté au §2.4.2.

La méthode est peu précise, car elle n'est basée que sur les 4 points d'estimation de pression présentés au §2.4.2. Il semble cependant que la pression d'éclatement serait de l'ordre de 150 à 200 bar au maximum, donc inférieure à la pression de résistance en statique de la canalisation.

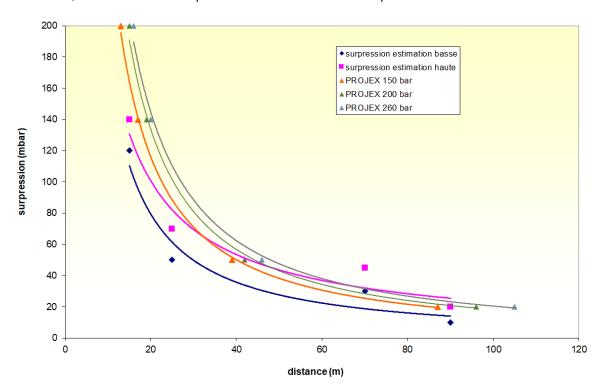


Figure 14 : Comparaison des effets de pression estimés d'après le relevé de dégâts, et des pressions calculées pour différentes hypothèses de pression d'éclatement

Ineris - 206685 - 2779949 - v2 0

Page 20 sur 66

² H.P Schildberg (2016): *Gas-Phase Detonations in Pipes: the 8 Possible Different Pressure Scenarios and their Static Equivalent Pressures Determined by the Pipe Wall Deformation Method,* Chemical Engineering Transaction, vol. 48

³ W. Zhen, C.R Kaplan, Ř.W. Ouim, E.S. Oran : Flame acceleration and transition to detonation: Effects of a composition gradient in a mixture of methane and air, Proceedings of the Combustion Institute 37 (2019) 3521–3528

⁴ P. Hohnar, C.R Kaplan, R.W. Ouim, E.S. Oran: *Role of reactivity gradients in the survival, decay and reignition of methane-air detonations in large channels*, Combustion and Flame, vol. 222, pp. 152-169

⁵ Rapport Oméga 15, Les éclatements de réservoir : phénoménologie et modélisation des effets, téléchargeable sur www.ineris.fr

Des calculs de projection ont également été réalisés pour les fragments n°1, 2, 3 et 7 (Tableau 4) qui sont assez semblables. Ils proviennent tous de la lyre et pèsent entre 100 et 200 kg. Les calculs ont également été réalisés avec PROJEX, pour différentes pressions d'éclatement. Pour le calcul, on suppose une masse surfacique de 136 kg/m² (acier L360, épaisseur 17,5 mm) un éclatement radial, et un coefficient de traînée de 1,2 d'après la forme des fragments. Une hypothèse supplémentaire est nécessaire sur l'angle de projection, qui n'est pas connu. Certains fragments ont été projetés avec un angle très faible par rapport au sol (cas des fragments n°60 et 8, dont la trace est visible dans le champ de maïs), mais d'autres ont dû être projetés avec un angle plus important. C'est le cas d'un fragment (peut-être la pièce numéro 7) faiblement visible à grande hauteur sur la vidéo dont est extraite la Figure 7.

| Pression d'éclatement (bar) | Angle de projection | Distance de projection calculée (m) | Distance de projection mesurée |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | 15 | 326 | |
| | 30 | 357 | |
| 150 | 45 | 328 | - |
| | 60 | 254 | - |
| | 80 | 94 | - |
| | 15 | 378 | - |
| | 30 | 404 | |
| 200 | 45 | 367 | Entre 103 et 297 m |
| | 60 | 281 | - |
| | 80 | 104 | - |
| | 15 | 421 | - |
| | 30 | 444 | |
| 260 | 45 | 399 | - |
| | 60 | 304 | |
| | 80 | 112 | _ |

Tableau 4 : Calcul des distances de projection

Les distances de projection calculées sont donc globalement supérieures aux distances observées sur le terrain, sauf si l'on considère un angle de projection d'au moins 60°. Cela suggère que la pression d'explosion était certainement inférieure à 200 bar, et plutôt de l'ordre de 150 bar.

Enfin, d'autres dégâts mécaniques relevés sur l'installation permettent de préciser l'estimation de la pression d'explosion :

- **Bride du clapet anti-retour 505**: il s'agit d'un point en cul-de-sac le plus éloigné en aval de l'installation, donc très loin de la lyre en suivant le réseau. Sur cette bride DN600, 3 vis de diamètre 25 mm ont été rompues en traction, sur 24 vis au total. Cela correspond à une pression réfléchie appliquée sur la bride de 250 bar, soit 80 bar de pression incidente avec un coefficient de réflexion de 3,8.
- Ruptures franches en traction axiale au niveau de la lyre: Cette rupture nécessite un effort de 530 bar exercé dans les coudes⁶. Cette valeur très élevée est compatible avec une onde de pression incidente de 150 à 200 bar se propageant dans la canalisation, si l'on considère qu'à ce niveau de pression le coefficient de réflexion d'une onde de pression peut atteindre jusqu'à 5, donc un niveau de pression local de l'ordre 700 bar.

-

⁶ Hypothèses : canalisation DN600, épaisseur 17,5mm, limite à la rupture en traction de l'acier L360 : 460 MPa



Figure 15 : A gauche la bride du clapet 505 avec 3 vis manquantes – à droite, rupture en traction axiale au niveau de la lyre

Ainsi, en conclusion, une pression d'éclatement de l'ordre de 150 bar dans la lyre semble compatible avec les dégâts observés.

On rappelle que cette valeur est nettement inférieure à la pression de résistance en statique (260 bar), mais qu'il est connu qu'en régime impulsionnel la résistance peut être plus faible qu'en régime statique. Par ailleurs, cette pression d'éclatement est une valeur moyenne dans la lyre, mais il est probable que la pression réfléchie dans les coudes ait atteint une valeur beaucoup plus élevée. Enfin, cette valeur est inférieure à la pression d'explosion maximale théorique pour un mélange méthane-air initialement à 21 bar abs.

3.2.3 Recherche du sens de propagation de l'explosion

La figure suivante présente les sens possibles de propagation de l'explosion.

Les traces de suie observées dans le compteur indiquent clairement une direction de propagation de l'explosion de l'aval vers l'amont, remontant vers la lyre. Cela semble écarter l'hypothèse d'une inflammation en amont de la lyre ou dans la gare.

De petites pièces métalliques cylindriques (diamètre 1 cm, longueur 2 cm), identifiées comme des entretoises provenant de la partie haute du filtre, ont été retrouvées dans la partie la plus à l'Ouest du pôle de régulation, ce qui semble indiquer un sens de propagation du filtre vers les rampes de régulation.

En revanche, il n'est pas possible de déterminer si l'explosion s'est propagée dans la rampe n°2 et si oui, dans quel sens. De même, s'il semble certain que l'explosion soit passée par le filtre, il n'est pas possible de déterminer dans quel sens elle s'est propagée dans la canalisation d'entrée du filtre.

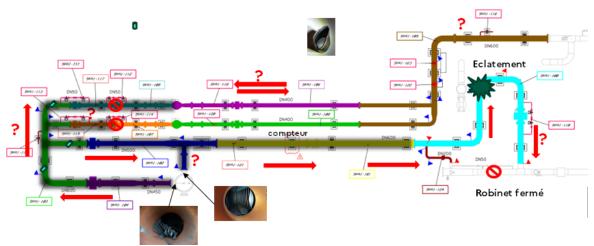


Figure 16 : Sens possibles de propagation de l'explosion

Pour essayer de discriminer ces différentes hypothèses d'inflammation, il a été proposé de simuler, au moyen du code CFD Openfoam, des scénarios de propagation d'explosion en faisant varier la position du point d'inflammation, afin de déterminer les situations susceptibles de conduire à des niveaux de pression compatibles avec les dégâts observés, et notamment les points de rupture dans la lyre. Cette démarche se heurte toutefois à deux difficultés majeures :

- Le domaine géométrique est étendu (une centaine de mètres de canalisation), avec des diamètres très variables (de DN50 à DN600) ce qui rend le maillage du domaine particulièrement difficile si l'on veut conserver une résolution suffisante dans les portions de petits diamètres sans augmenter exagérément le nombre de mailles dans les grands diamètres.
- Les conditions initiales (pression initiale de 21 bar abs, gradient de concentration dans tout le domaine, canalisations de très grand diamètre) sont très inhabituelles, si bien qu'il n'a pas été possible de trouver dans la littérature des données expérimentales permettant de valider l'approche proposée.

Par conséquent, ces calculs doivent être considérés comme exploratoires et les résultats obtenus avec une grande prudence, et uniquement de manière qualitative.

Une première série de calculs a été réalisée avec une géométrie simplifiée depuis l'entrée dans le pôle Etrez jusqu'aux bypass des rampes de régulation. Les changements de section de canalisation sont pris en compte. Le filtre est représenté, mais pas son encombrement interne. Une condition aux limites en pression est imposée à l'entrée du pôle Etrez (21 bar abs). Les bypass sont supposés fermés. Différents points d'enregistrement de la pression sont positionnés, dans la lyre et la gare d'une part (P1 à P5), et autour des rampes de régulation et du filtre d'autre part (P6 à P10).

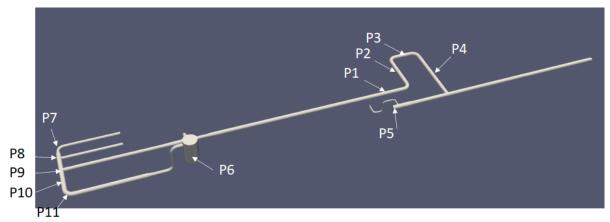


Figure 17 : Domaine de calcul et points de mesure de pression

Un raffinement est réalisé dans la lyre, avec des points en paroi de part et d'autre des coudes en plus des points dans l'axe de la canalisation.

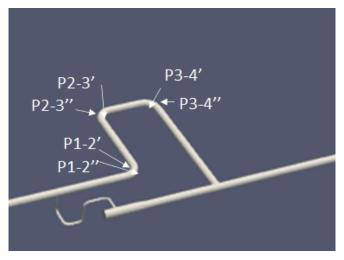


Figure 18 : Points de mesure de pression dans la lyre

Le mélange est supposé homogène et stœchiométrique dans tout le domaine de calcul. Le gradient de concentration n'est donc pas pris en compte.

Quatre points d'inflammation ont été considérés :

- Au niveau du compteur (PI1)
- Dans le filtre (PI2)
- Dans la rampe n°1 (PI3)
- En amont de la lyre (PIÁ

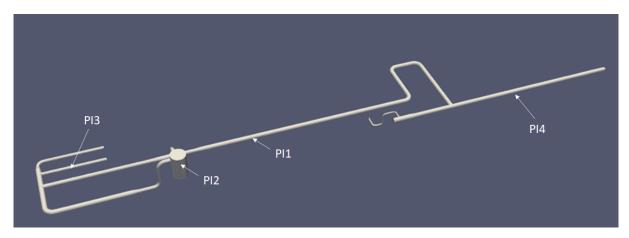


Figure 19: Localisation des points d'inflammation

Les pressions maximales calculées sont présentées dans le tableau suivant :

| | LY | /RE - centi | re des lign | es | | | LYRE - 0 | COUDES | | | BOUT | FILTRE | | | PARTIE G | AUCHE | |
|-----|------|-------------|-------------|------|------|------|----------|--------|------|------|-------|--------|----|-------|----------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 12' | 12" | 23' | 23" | 34' | 34" | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| PI1 | 61,6 | 58,7 | 59,3 | 59,4 | 56,4 | 64,2 | 55,9 | 72,3 | 56,0 | 66,9 | 59,4 | 93,7 | NA | 179,5 | 161,3 | 112,8 | 133,8 |
| PI2 | 30,8 | 31,1 | 31,6 | 29,8 | 30,0 | 31,2 | 31,3 | 32,7 | 29,9 | 31,4 | 31,0 | 32,4 | NA | 33,3 | 32,6 | 32,0 | 32,1 |
| PI3 | 50,8 | 50,8 | 51,1 | 49,9 | 49,7 | 53,3 | 49,4 | 53,9 | 48,5 | 53,2 | 136,5 | 67,0 | NA | 88,5 | 84,6 | 85,3 | 84,8 |
| PI4 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,6 | 20,3 | NA | 20,3 | 20,3 | 20,3 | 20,3 |

Tableau 5 : Pressions d'explosion calculées

Ces résultats ne sont pas cohérents avec les observations de terrain :

- La pression maximale dans la lyre n'excède pas quelques dizaines de bar, ce qui est nettement insuffisant pour expliquer sa rupture ; elle est peu sensible à la position du point d'inflammation.
- Le point d'inflammation au niveau du compteur donne les pressions les plus élevées près des rampes de régulation, ce qui est contraire à ce qui a été observé.
- Il n'y a aucun effet de réflexion visible dans les coudes de la lyre.

Devant l'échec relatif de ces simulations, un deuxième jeu de calcul a été démarré avec un maillage plus fin, en se concentrant sur l'inflammation dans le filtre. Malheureusement de nombreux problèmes d'instabilités numériques sont apparus avec ce maillage, qui n'ont pas permis de mener les calculs à leur terme. Le sens de propagation de l'explosion n'a donc pu être déterminé.

3.3 Recherche de la source d'inflammation

L'amorçage de l'explosion nécessite la présence d'une source d'inflammation en contact avec l'atmosphère explosive. On rappelle qu'il n'y avait pas de mouvement de gaz au moment de l'explosion. Dès lors, trois explications sont possibles :

- Une source d'inflammation « transitoire » (par exemple une étincelle, un choc, un frottement) est apparue quelque part dans le mélange de gaz inflammable.
- Une source d'inflammation « permanente » (par exemple un point chaud) a été atteint, avec retard, par un mélange de gaz inflammable longtemps après la fermeture des vannes sous l'effet de la diffusion lente du gaz naturel dans l'air.
- Une source d'inflammation « lente » (par exemple un auto-échauffement, la combustion d'un dépôt pyrophorique) a été activée par l'opération de remise en gaz et a déclenché l'explosion avec retard.

La norme EN1127-1 « Atmosphères explosives - Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion - Partie 1 : notions fondamentales et méthodologie » liste les sources d'inflammation possibles. Une analyse de ces différentes sources a été réalisée et est présentée en Annexe 3. Elle permet d'identifier 9 scénarios possibles d'inflammation :

- Scénario 1 inflammation par un choc mécanique : choc d'une pièce métallique à grande vitesse à l'intérieur d'une canalisation. Ce scénario est très peu probable car il n'y avait pas de gaz en mouvement au moment de l'explosion. Les fragments métalliques retrouvés dans les canalisations sont vraisemblablement une conséquence et non une cause de l'explosion.
- **Scénario 2 inflammation par frottement** : manœuvre d'une vanne qui aurait généré un point chaud ou une particule incandescente. Ce scénario est très peu probable car d'après le témoignage des opérateurs il n'y avait pas de manœuvre de vanne au moment de l'explosion.
- **Scénario 3 inflammation par un équipement électrique** : ce scénario fait l'objet de la question 3.
- Scénario 4 : inflammation par étincelle due à un défaut de la protection cathodique. D'après le témoignage des opérateurs, la protection cathodique était installée et fonctionnelle. Ce scénario n'a pas été étudié plus avant.
- **Scénario 5 : inflammation** par étincelle due à une décharge électrostatique dans les canalisations. Ce scénario est très peu probable car il n'y avait pas de gaz en mouvement au moment de l'explosion. De plus toutes les canalisations sont métalliques, donc conductrices.
- Scénario 6: inflammation par étincelle due à une décharge électrostatique provoquée par une intervention humaine. Ce scénario est peu probable si l'on admet, conformément au témoignage des opérateurs, qu'il n'y avait aucune intervention en cours au moment de l'explosion.
- Scénario 7 : inflammation par ondes ultrasoniques au niveau du compteur à ultrasons. Ce scénario est très peu probable car le compteur était neuf et certifié.
- Scénario 8 : inflammation par compression adiabatique et onde de choc. Ce scénario est très peu probable car il n'y avait pas de gaz en mouvement au moment de l'explosion.
- Scénario 9 : inflammation par des dépôts pyrophoriques. Ce scénario est discuté à la question 4.

3.3.1 Question 3 : Evaluer la possibilité d'une cause électrique

La recherche de la source d'inflammation conduit à s'interroger sur la possibilité d'une mise en cause des différents matériels électriques montés sur les canalisations. Un recensement de ces matériels a été réalisé lors de la visite du 13 décembre 2021. On trouve notamment :

- Les commandes de vannes ;
- Les sondes de température ;
- Les sondes de pression ;
- Divers matériels de contrôle.

Tous ces matériels ont été installés neufs.

Une inflammation à l'extérieur des canalisations paraît très peu probable, car l'étanchéité de l'installation a été entièrement vérifiée avant la remise en gaz. De plus aucune fuite enflammée n'a été observée.

Les commandes de vanne ne sont pas en contact avec l'intérieur de la canalisation, elles ne peuvent donc pas être à l'origine d'une inflammation interne.

Les autres matériels ont fait l'objet d'une mission d'expertise confiée à l'Ineris, dont le rapport détaillé figure en Annexe 2. Cette expertise a été réalisée au Laboratoire des Matériels ATEX. Elle a porté sur les matériels électriques suivants :

- 19 sondes de pression PIT,
- 6 sondes de température TIT,
- 2 positionneurs,
- 4 manomètres,
- 1 capteur de température TE et son doigt de gant.

L'expertise a comporté :

- Une inspection visuelle extérieure.
- Une vérification du marquage et de son adéquation avec le zonage défini.
- Une mise sous tension, pour vérifier si les matériels sont restés fonctionnels après l'accident.
- Le démontage et l'inspection visuelle interne, pour rechercher notamment la présence d'indices indiquant une étincelle, des traces d'échauffement ou de combustion.
- Un test d'étanchéité sur le doigt de gant.

Les conclusions de cette analyse sont les suivantes :

Sondes PIT

- Toutes les sondes de pression PIT ont été installées selon le mode de protection antidéflagrante Ex d. Les équipements encore pourvus d'un câblage électrique indiquent que les exigences de câblage de la norme EN 60079-14 ont été respectées.
- Hormis quelques impacts sur certaines têtes des transmetteurs, sûrement consécutifs à l'explosion, tous les équipements sont fonctionnels et le mode de protection Ex d ne semble aucunement dégradé.
- Aucun élément ne laisse penser que les sondes PIT puissent être à l'origine de la source d'inflammation.

Sondes TIT

- Toutes les sondes de température TIT ont été installées selon le mode de protection Ex d. Aucun équipement n'a été livré au laboratoire avec les câbles, si bien qu'il n'a pas été possible de vérifier la conformité de l'installation électrique des sondes TIT aux exigences de la norme EN 60079-14. Cependant toutes les sondes PIT, TIT et PE sont de conception identique.
- Hormis quelques impacts sur certaines têtes des transmetteurs, sûrement consécutifs à l'explosion, tous les équipements sont fonctionnels et le mode de protection Ex d ne semble aucunement dégradé.
- Les sondes TIT possèdent un marquage ATEX avec certificat pour l'assemblage de la sonde, des raccords et de la tête.
- Aucun élément ne laisse penser que les sondes TIT puissent être à l'origine de la source d'inflammation.

Positionneurs

- Les deux positionneurs installés sont certifiés selon les modes de protection Ex d et Ex e. Le câblage interne à l'équipement est conforme aux exigences de la norme EN60079-7. Les câblages externes n'étant pas présents, il n'a pas été possible de conclure sur la conformité de l'installation électrique des équipements aux exigences de câblage de la norme EN60079-14:2014.
- L'intégrité des modes de protection des positionneurs est préservée et aucun élément ne laisse penser que ces équipements puissent être à l'origine de la source d'inflammation, d'autant plus que leur installation n'est pas réalisée directement sur la conduite de gaz, mais sur le dessus de vannes pilotées.

Manomètres

- Les manomètres à tube de bourdon sont exclus du champ de la directive ATEX2014/34/UE car ne possédant aucune source d'inflammation propre.

Capteur de température 10-TE-77

- Ce capteur est protégé par le mode de protection Ex d et le câblage encore présent sur l'équipement semble indiquer que les exigences de câblage de la norme EN 60079-14 :2014 ont été respectées.
- L'expertise de ce capteur a révélé plusieurs anomalies :
 - La tête de raccordement de la sonde PT100 possède un marquage ATEX composant et non un marquage ATEX matériel;
 - Un marquage ATEX équipement existe, mais celui-ci est le même que celui des assemblages des sondes TIT.
 - La sonde PT100 est tordue et le raccord est cisaillé à la base.
 - Il y a une présence importante de rouille sur une des connexions électriques.
 Cependant celle-ci a pu se former après l'explosion (il s'est écoulé plusieurs mois entre la date de l'explosion et la date de réception du capteur à l'Ineris).
 - o II y a un jeu sur le joint cylindrique anti-déflagrant du passage de la sonde PT100.
 - On note la présence de dépôts blancs dans la tête.

 Ce capteur était monté sur un doigt de gant, juste en aval du compteur. Le test d'étanchéité réalisé sur ce doigt de gant n'a mis en évidence aucune fuite. Aussi il est très peu probable que cette sonde ait pu jouer le rôle de source d'inflammation, même dans l'hypothèse où elle aurait été défaillante.

En conclusion, aucun des équipements électriques expertisés ne semble être la cause de l'inflammation.

3.3.2 Question 4 : Examiner l'hypothèse que l'énergie d'activation provienne de l'inflammation de matières pyrophoriques présentes dans le filtre

Une autre hypothèse consiste à envisager que l'amorçage de l'explosion proviendrait de l'inflammation d'un dépôt pyrophorique. Toute l'installation étant neuve à l'exception du filtre, c'est dans le filtre que la présence d'un dépôt pyrophorique est la plus probable.

La présence d'un dépôt pyrophorique proviendrait de l'accumulation lente, au fond du filtre, de sulfure de fer FeS par réaction d'impuretés soufrées (notamment H₂S) contenues dans le gaz naturel avec des oxydes de fer présents dans la cuve du filtre. Ce phénomène, bien connu dans l'industrie gazière⁷ a été étudié par GRTGaz. Le scénario envisagé est le suivant :

Le sulfure de fer est pyrophorique c'est-à-dire qu'il brûle spontanément en présence de l'oxygène de l'air. Cependant on peut imaginer que dans le filtre, le sulfure de fer ait été protégé de l'oxydation par les dépôts d'hydrocarbures lourds piégés tout au long de l'exploitation de l'installation, avant sa reconstruction de 2021.

En revanche, lors de la remise en gaz, le mouvement du gaz aurait mis en contact les dépôts pyrophoriques avec l'air ambiant dans le filtre tandis que l'augmentation de la pression partielle d'oxygène d'une part, et la condensation de la vapeur d'eau présente dans l'air du filtre d'autre part, aurait favorisé l'oxydation des dépôts pyrophoriques, éventuellement avec retard. L'inflammation de ces dépôts au contact de l'atmosphère explosive aurait ensuite amorcé l'explosion.

Ce scénario est plausible, mais résulte d'un enchaînement de circonstances qui reste très difficile à prouver. Aucun indice ne permet ne démontrer que des dépôts pyrophoriques étaient présents dans le filtre, mêmes si les observations de terrain (traces de suie, dégâts observés) sont compatibles avec une inflammation dans le filtre. Néanmoins, les dégâts observés dans le filtre, et notamment les projections des éléments filtrants situés en partie supérieure montrent que l'explosion s'est propagée dans le filtre et a donc pu aussi y démarrer.

-

⁷ Zhan Dou, Li-Li Li, Zhe Liu, Yi-Meng Min, Shi-Jie Guo, Liang-Chao Chen, Qian-Lin Wang, Jing-Hai Li, Jian-Feng Yang, Jian-Wen Zhang, Jun-Cheng Jiang, Chi-Min Shu: *Oxidation to spontaneous combustion of pyrophoric iron sulphides in the process industries: A review, J. Loss Prev. Proc. Ind.* 85 (2023) 105171

4 Conclusion

L'accident résulte principalement de la présence anormale d'une atmosphère explosive à 21 bar abs dans l'installation pendant la phase de remise en gaz. Cette situation est particulièrement dangereuse pour les raisons suivantes :

- Le domaine d'inflammabilité est plus étendu qu'à pression atmosphérique ;
- L'atmosphère explosive est beaucoup plus sensible à l'inflammation qu'à pression atmosphérique ;
- En cas d'explosion, la pression d'explosion dépasse la pression de résistance des canalisations, notamment au niveau des coudes où des phénomènes de réflexion et de focalisation des ondes de pression peuvent se produire.

Il n'a pas été possible de déterminer avec certitude l'origine et la localisation de l'inflammation. Le matériel (électrique et non électrique) semble hors de cause. L'absence de mouvement de gaz et d'intervention humaine rend peu probable une inflammation par décharge électrostatique. Un défaut électrique sur la protection cathodique ne peut pas être complètement écarté, même si aucun fait ne permet de l'étayer. Finalement un faisceau de présomptions incite à penser que celle-ci aurait pu s'amorcer dans le filtre, sans que cela soit pour autant une certitude :

- Des traces de suies ont été relevées dans les canalisations autour du filtre ;
- Des pièces mécaniques légères (entretoises, lamelles de filtration) initialement présentes dans la partie haute du filtre ont été entraînées dans les canalisations et même à l'extérieur ;
- Le filtre (avec la gare racleur) est la seule installation récupérée de l'installation précédente.
 Des dépôts pyrophoriques ont pu s'y accumuler et amorcer la combustion lors de la remise en gaz (scénario discuté à la question 4).

5 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Lettre de mission
- Annexe 2 : Tableau de relevé de dégâts typiques
- Annexe 3 : Evaluation des différents scénarios d'inflammation à partir de la norme EN 1127-1
 Annexe 4 : Expertise du matériel électrique

Annexe 1 : Lettre de mission



Liberté Égalité Fraternité Inspection générale de l'environnement et du développement durable Bureau d'Enquêtes et d'Analyses sur les risques industriels



Le 22/09/2021, le BEA-RI a ouvert une enquête sur l'évènement survenu le 20/09/2021 au sein de la station d'interconnexion de canalisations de transport de gaz exploitée par GRTgaz et située à Ars-sur-Formans (01).

Deux enquêteurs du BEA-RI, accompagnés de deux experts de l'INERIS se sont rendus sur site le 24/09/2021. Selon les premiers éléments de l'enquête, cet accident semble être la conséquence d'une explosion interne, dans le cadre d'une procédure de mise en gaz après travaux, de l'installation.

Dans la continuité des constats conjoints dressés lors de cette visite, nous souhaiterions mobiliser l'expertise de l'INERIS, dans le cadre de sa coopération avec le BEA-RI, pour :

- Évaluer la sensibilité des limites d'inflammabilité du gaz naturel à la pression (bibliographie et historique);
- Reconstituer le mécanisme accidentel en fonction des dégâts et déformations observés sur site et d'outils de modélisation;
- Évaluer la possibilité d'une cause électrique ;
- Examiner l'hypothèse que l'énergie d'activation provienne de l'inflammation de matières pyrophoriques présentes dans le filtre (bibliographie et historique).

Nous souhaiterions pouvoir disposer de vos conclusions au travers d'un rapport (au format pdf) selon un calendrier qui sera défini entre vos équipes et les enquêteurs en charge de l'affaire.

Fait à la Défense, le 11/07/2023

Laurent Olivé

Mét : bea-ri@developpement-durable.gouv.fr
Tour.Sequoia
1, place Carpeaux ;La Défense 6
9205 LA DÉFENSE CEDEX
http://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/bea-ri-r549.html

Annexe 2 : Surpressions en fonction de dégâts types observés

| Numéro | Type de dégâts constatés | Seuil (mbar |
|--------|---|------------------|
| 1 | Bruit de fond (137 dB, si basse fréquence 10-15Hz) | 1 à 2 |
| 2 | Bris de vitre occasionnel pour des vitres fragiles c'est-à-dire de grandes vitres peu épaisses | 2 |
| 3 | Bruit important (143 dB), "boum" sonique avec bris de glaces | 2 à 3 |
| 4 | Bris de vitre de grande dimension (INRS), (baies vitrées) | 5 à 10 |
| 5 | 5% des vitres cassées (BIT), ces vitres sont prises au hasard petites ou grandes | 7 à 10 |
| 6 | 10% des vitres brisées et limites des petits dommages (INRS) | 20 |
| 7 | 50% des vitres cassées (BIT) | 14 à 30 |
| 8 | Dégâts structurels mineurs, cloisons et éléments de menuiserie arrachés, tuiles soufflées (BIT) | 30 à 60 |
| 9 | Bris notables de vitres (à 70 mbar a priori presque toutes cassées, petites et grandes) et parfois dislocation des châssis (INRS) | 40 à 70 |
| 10 | Portes et fenêtres enfoncées (BIT) | 60 à 90 |
| 11 | Le toit d'un réservoir de stockage a cédé | 70 |
| 12 | Joints entre des tôles ondulées en acier ou en aluminium arrachés | 70 à 140 |
| 13 | Lézardes et cassures dans les murs légers (plâtre, fibrociment, bois, tôle) toiture en fibrociments quasiment détruite | 70 à 150 |
| 14 | Dommages mineurs aux structures métalliques | 80 à 100 |
| 15 | Fissures dans la robe d'un réservoir métallique | 100 à 150 |
| 16 | Limite inférieure des dégâts graves (la plupart des dégâts sont « facilement » réparables et correspondent à des tuiles projetées, des vitres cassés, des panneaux tordus, ceci étant les premières fissures dans les murs apparaissent, …) | 140 |
| 17 | Effondrement partiel de murs de 20cm d'épaisseur (INRS) – limite inférieure des dommages sérieux aux structures | 140 à 150 |
| 18 | Murs en parpaings ou en béton non armé détruits | 150 à 200 |
| 19 | Lézardes et cassures dans les murs béton ou parpaings non armés de 20 à 30 cm | 150 à 250 |
| 20 | Destruction de 50% des maisons en briques (INRS) | 160 à 200 |
| 21 | Maisons inhabitables, effondrement partiel ou total de la toiture, démolition d'1 ou 2 murs extérieurs, dégâts importants aux murs porteurs intérieurs (INRS) | 140 à 280 |
| 22 | Rupture des structures métalliques et déplacement des fondations | 200 |
| 23 | Rupture de réservoirs de stockage | 200 à 500 250 |
| 24 | Bardage acier des bâtiments arrachés, détruits | 200 à 270 |
| 25 | Rupture des structures métalliques autoporteuses industrielles | 200 à 300 |
| 26 | Fissure dans des réservoirs de stockage d'hydrocarbures vides | 200 à 300 |
| 27 | Déformations légères sur un rack de canalisations | 200 à 300 |
| 28 | Déplacement d'un rack de canalisations, rupture des canalisations | 350 à 400 |
| 29 | Maisons d'habitation détruites | 350 à 500 |
| 30 | Revêtement des bâtiments industriels légers soufflé | 300 |
| 31 | Destruction d'un rack de canalisations, | 400 à 550 |
| 32 | Dégâts sur une colonne de distillation | 350 à 800 |
| 33 | 50-75% de la maçonnerie extérieure est détruite ou rendue instable (INRS) | 350 à 800 |
| 34 | Retournement de wagons chargés | 500 |
| 35 | Murs en briques, d'une épaisseur de 20 à 30 cm, détruits | 500 à 600 |
| 36 | Déplacement d'un réservoir de stockage circulaire, rupture des canalisations connectées | 500 à 1 00 |
| 37 | Renversement de wagons chargés, destruction de murs en béton armé | 700 à 1 00 |
| 38 | La structure porteuse d'un réservoir de stockage circulaire a cédé | 1 000 |

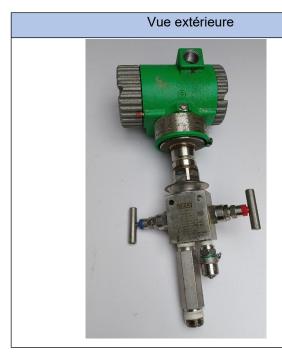
<u>Annexe 3 : Evaluation des différents scénarios d'inflammation en considérant les sources d'inflammation listées dans la norme EN 1127-1 : 2019</u>

| Source d'inflammation | Scénario | Commentaires |
|--|--|--|
| Surfaces chaudes | Pas de scénario avec surfaces chaudes possible selon la description de l'accident | |
| Flammes et gaz chauds (y compris les particules chaudes) | Pas de scénario avec flammes et gaz chauds possible selon la description de l'accident | |
| Friction, choc et abrasion d'origine mécanique | Scénario 1 : des pièces métalliques ont été retrouvées à l'intérieur de la canalisation. Ces pièces projetées à une certaine vitesse pourraient avoir impacté les parois internes des canalisations, arrachant un morceau de matière oxydé et générant une paille incandescente. | Le rapport d'accident indique qu'il n'y avait pas de flux dans les conduites au moment de l'explosion. Aucune raison alors que les pièces métalliques soient projetées dans la conduite Si contrairement à ce qui est indiqué la purge avait débuté, sous 20 bar, alors les pièces métalliques auraient pu être déplacées à haute vitesse dans les conduites |
| | Scénario 2 : manœuvre d'une vanne qui aurait générée un point chaud ou une particule incandescente. Selon la description de l'accident pas de manœuvre de vanne au moment de l'explosion | Toutes les vannes sont d'un type certifié Vitesse de rotation des clapets très faible Les réducteurs sont d'un type certifié |
| Appareils électriques | Scénario 3 : étincelle ou point chaud venant d'un équipement électrique | Les équipements qui n'étaient pas en contact avec l'intérieur des canalisations peuvent être exclus du scénario car des tests d'étanchéités venaient d'être réalisés, donc pas de gaz autour des canalisations Les équipements restants sont tous certifiés Ex d. Il aurait donc dû avoir la concomitance d'un défaut électrique et d'un défaut sur la traversée antidéflagrante entre la tête de connexion et la canalisation Les sondes de température sont installées dans un doigt de gant donc pas en contact avec le gaz |
| Courants électriques vagabonds, protection cathodique contre la corrosion | Scénario 4 : étincelle due à un dysfonctionnement du système de protection cathodique. A priori une protection cathodique était installée et fonctionnelle au moment de l'explosion | En cas d'application d'un système de protection cathodique à courant imposé, les risques d'étincelles existent en cas de dysfonctionnent. Toutefois, si des anodes sacrificielles sont employées, les risques d'inflammation dus aux étincelles électriques sont improbables, sauf si les anodes sont en aluminium ou en magnésium. |
| Électricité statique | Scénario 5 : étincelle due à une décharge électrostatique dans les canalisations. | Le rapport d'accident indique qu'il n'y avait pas de flux dans les conduites avec un état statique L'ensemble des canalisations sont métalliques et donc conductrices, aucune matière ne peut se charger et donc se décharger |

| Source d'inflammation | Scénario | Commentaires |
|---|--|--|
| | | Si contrairement à ce qui est indiqué la purge avait débuté, sous 20 bar, alors possibilité de créer une capacité avec un élément métallique non relié à la terre ? pour cela il faudrait que les liaisons à la terre soient mal réalisées et que le gaz soit chargé en particules fines Possibilité de générer une charge en sortie de robinet à 20 bar lors de la mesure de LIE ? |
| | Scénario 6 : étincelle due à une décharge électrostatique généré par l'intervention humaine | Possible durant une manipulation sur un point d'ouverture gaz (purge, prise de mesure). Il est indiqué dans la description de l'accident qu'il n'y avait aucune intervention humaine au moment de l'explosion |
| Foudre | Pas de scénario avec la foudre. Pas d'impact foudre enregistré ce jour là (source <i>Kaureanus.org</i>) | |
| Ondes électromagnétiques radiofréquences (RF) de 10 4 Hz à 3 × 10 11 Hz | Pas de scénario avec ondes électromagnétiques RF possible selon la description de l'accident | |
| Ondes électromagnétiques de 3 × 10 11 Hz à 3 × 10 15 Hz | Pas de scénario avec ondes électromagnétiques possible selon la description de l'accident | |
| Rayonnement ionisant | Pas de scénario avec rayonnement ionisant possible selon la description de l'accident | |
| Ondes ultrasoniques | Scénario 7 : échauffement liée aux ondes ultrasoniques du compteur SICK | Equipement est d'un type certifié |
| Compression adiabatique et ondes de choc | Scénario 8 : une onde de choc s'est produite dans les canalisations générant un échauffement. Des ondes de choc sont produites, par exemple, lors de la décharge brutale de gaz sous haute pression dans les réseaux de canalisations. Pendant ce processus, les ondes de choc se propagent dans les zones de plus faible pression à une vitesse supérieure à la vitesse du son. Lorsque ces ondes sont diffractées ou réfléchies par les coudes des canalisations, les rétrécissements, les brides de raccordement, les vannes fermées, etc., de très hautes températures peuvent survenir | Le rapport d'accident indique qu'il n'y avait pas de flux dans les conduites avec un état statique. Si contrairement à ce qui est indiqué la purge avait débuté, celle-ci était sous 20 bar, est ce suffisant pour générer des compression adiabatique ou quasi adiabatique et/ou des ondes de choc |
| Réactions exothermiques, y compris l'auto-inflammation des poussières | Scénario 9 : présence de produits pyrophoriques dans le filtre qui auraient provoqué une inflammation ou présence d'un métal alcalin dans le fond du filtre qui aurait réagi avec de l'eau | Le gaz vient de la station de stockage et de compression d'Etrez, le gaz est réputé comme étant propre Le filtre n'a pas été remplacé ni nettoyé pendant les travaux, des produits pyrophoriques ont pu s'y accumuler |

Ineris - 206685 - 2779949 - v2.0
Page 33 sur 66

| Annexe 4 : Rapport d'expertise du matériel électrique |
|---|
|---|





Vue intérieure

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation | |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|--|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312108 | -40°C; +80°C | |
| | T52E1APM8L1 | | Ou | |
| | | | -40°C ; +75°C | |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable in | stallée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de trace de suie dans le manifold

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

Questions:

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-170B

Vue intérieure

07.04.2022







| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|------------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- T52E1APM8L1 | 20312103 | -40°C; +80°C |
| | | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre
- Présence de suie dans le manifold

Questions:

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-170C

07.04.2022







| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312104 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Présence d'une partie de l'entrée de câble (partie réduction | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel

Négatif:

- Présence d'une partie de l'entrée de câble (partie réduction). Entrée de câble supposée EATON ADE4F INERIS 12ATEX0032X.
 - Lorsque le PE est desserré, les filets sont abimés du fait du serrage INOX sur aluminium.
- Pas de câble de mise à la terre
- Présence de suie dans le manifold

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel
 - Sur les matériels arrivés sans PE il n'y a pas la dégradation INOX/ALU, PE différent installé ?

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-170A

07.04.2022







| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|----------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312102 | -40°C ; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées o | le câble et bouchons |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Entrée de câble EATON ADE4F INERIS 12ATEX003 Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ou | Ou | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif:

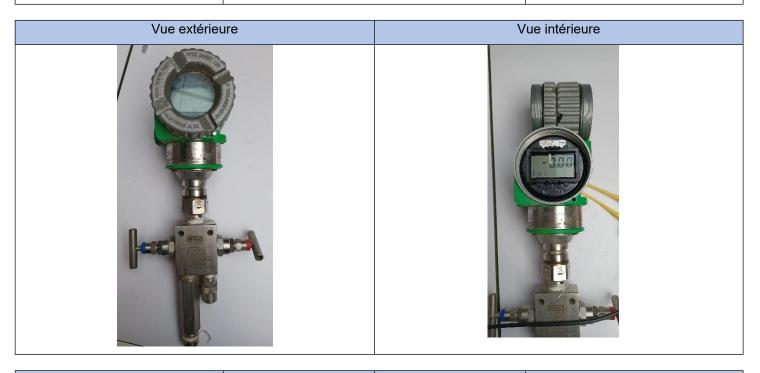
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
 - Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-182A-1



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312111 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

12.04.2022

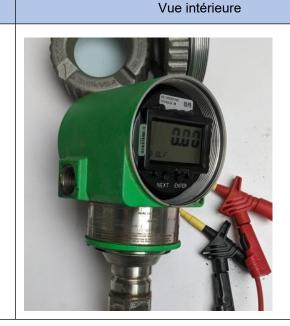
TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-182B-2

Vue extérieure





| Fabricant | Туре | Numéro de série | Localisation |
|---------------------------|------------------------|---------------------|--|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- T52E1APM8L1 | 20312117 | |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | T. Amb. utilisation | Entrées de câble et bouchons |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | -40°C ; +80°C | Pas d'entrée de cable installée. |
| Ou | Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | -40°C; +75°C | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-172-2





| Fabricant | Туре | Numéro de série | Localisation |
|---------------------------|------------------------|---------------------|--|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- T52E1APM8L1 | 20312114 | |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | T. Amb. utilisation | Entrées de câble et bouchons |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | -40°C ; +80°C | Pas d'entrée de cable installée. |
| Ou | Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | -40°C ; +75°C | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif :

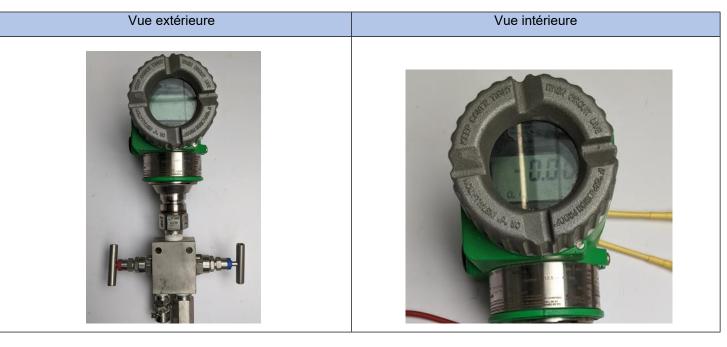
- Verre abimé
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-182A-2



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312116 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-179B-2

12.04.2022





| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|----------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312115 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées o | le câble et bouchons |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Présence d'une partie de l'entrée de câble (partie réduction | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif:

- Présence d'une partie de l'entrée de câble (partie réduction). Entrée de câble supposée EATON ADE4F INERIS 12ATEX0032X.
 - Lorsque le PE est desserré, les filets sont abimés du fait du serrage INOX sur aluminium.
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-179A-2





| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312113 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif :

- Verre abimé
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

Date

12.04.2022

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-179A-1



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312109 | -40°C ; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif :

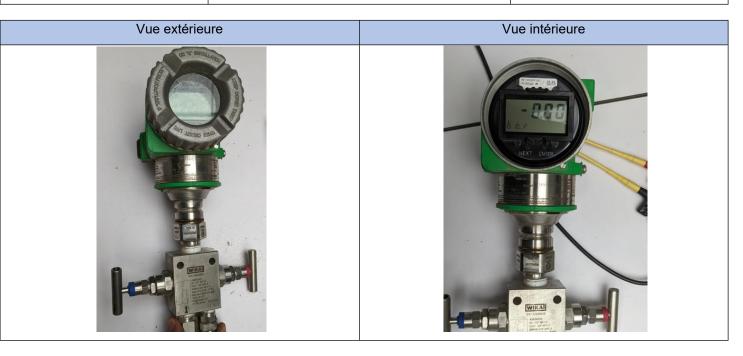
- Pas d'entrée de câble présente. Filet partiellement arraché / dégradé (inox/alu ?) - Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-179B-1



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312110 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif :

- Pas d'entrée de câble présente. Filet partiellement arraché / dégradé (inox/alu ?) - Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-182B1

| Vue extérieure | Vue intérieure |
|----------------|----------------|
| | |

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312112 | -40°C ; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Pas d'entrée de cable installée. | |
| Ou | Ou | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

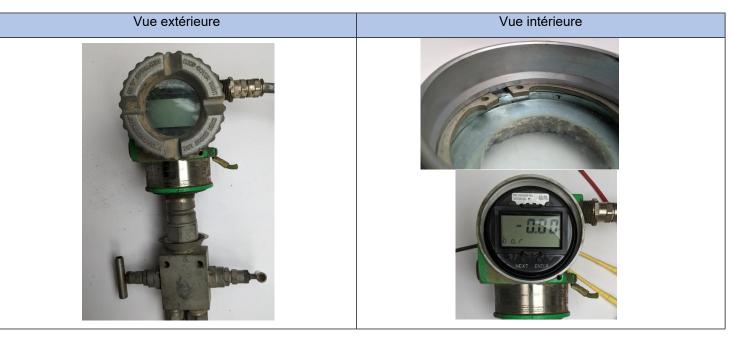
Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Bonne intégrité du matériel
- Pas de présence de suie dans le manifold

Négatif :

- Corrosion sur la bague de maintien de vitre. Pas d'entrée de câble présente.
- Pas de câble de mise à la terre

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312107 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Entrée de câble EATON ADE4F INERIS 12ATEX003 Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ou | Ou | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Equipement fonctionnel
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Pas de présence de suie dans le manifold
- Cable de mise à la terre
- Le démontage du PE ne laisse pas de trace sur les filets du corps. Bon graissage ? Cable + PE correctement monté

Négatif :

- Pas de vis anti rotation
- Verre abimé
- Présence d'impacts sur enveloppe extérieure
- Montage difficile capot arrière. Marque d'impact sur filetage depuis l'extérieur

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

| Date | | TAG |
|------------|--------------------------|-----------|
| 12.04.2022 | TRANSMETTEUR DE PRESSION | 10-PIT-83 |

| Vue extérieure | Vue intérieure |
|----------------|----------------|
| | |

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312122 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Entrée de câble EATON ADE4F INERIS 12ATEX003 Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ou | Ou | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Pas de présence de suie dans le manifold
- Cable de mise à la terre
- Cable + PE correctement monté

Négatif:

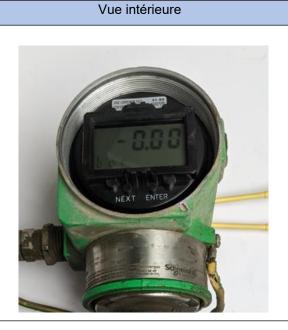
- Equipement non fonctionnel. Démontage des cartes électroniques faites, pas de composant grillé Présence d'impacts sur enveloppe extérieure
- Manifold non présent car cassé

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

10-PIT-204B

12.04.2022





| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|---|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312106 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Entrée de câble EATON ADE4F INERIS 12ATEX0032 Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ou | Ou | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Pas de présence de suie dans le manifold
- Cable de mise à la terre
- Cable + PE correctement monté

Négatif:

- Présence d'impacts sur enveloppe extérieure
- Montage difficile capot avant. Marque d'impact sur filetage depuis l'extérieur
- Impact sur filetage du capot arrière lié à la déformation du capot

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

10-PIT-204A

12.04.2022



TRANSMETTEUR DE PRESSION

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------------|----------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | IGP10S- | 20312105 | -40°C; +80°C |
| | T52E1APM8L1 | | Ou |
| | | | -40°C ; +75°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 3 G Ex ic IIC T4 GC | SIRA 13ATEX4014X | Entrée de câble EATON ADE4F INERIS 12ATEX003 Pas de marquage lisible sur le bouchon | |
| Ou | Ou | | |
| Ex II 2 G Ex db IIC T6 Gb | SIRA 13ATEX1013X | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Pas de présence de suie dans le manifold
- Cable de mise à la terre
- Cable + PE correctement monté

- Installation en ic ou en db
- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

| Date | | TAG |
|------------|-----------------------------|------------|
| 12.04.2022 | TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE | 10-TIT-77B |

| South World THOM THE | |
|----------------------|--|

Vue extérieure



Vue intérieure

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|----------------------------|---------------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | RTT15S- T1S11ANAADL1M1 | 20312146 | -20°C; +85°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6T4 Gb | DEKRA | Pas d'entrée de cable installée. | |
| | 16ATEX0076X | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête

Négatif :

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble de mise à la terre

- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TIT-77A

13.04.2022





| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|----------------------------|---------------------------|--|---------------------|
| SCHNEIDER ELECTRIC | RTT15S- T1SA1ANAADL1M1 | 20312145 | -20°C; +85°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6T4 Gb | DEKRA | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | 16ATEX0076X | Pas de marquage lisible sur le bouchon | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête
- Présence câble terre externe et fil terre interne

Négatif:

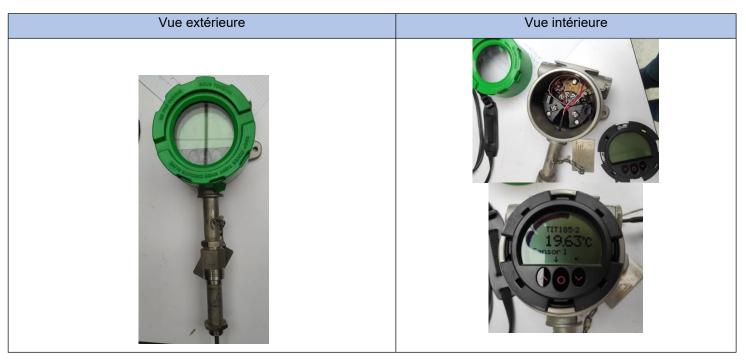
- Pas d'entrée de câble présente

- Suivi maintenance du matériel
- Bouchon inclus dans la certification du matériel

SONDE + TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TIT-185-2



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|--------------------------|----------------------|--|---------------------|
| Berger | CSADF modèle 1P252T1 | 85111-005 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6 Gb | LCIE 11ATEX3020X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon Rosemount Ex d IIC : KEMA 07ATEX0074 | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête

Négatif:

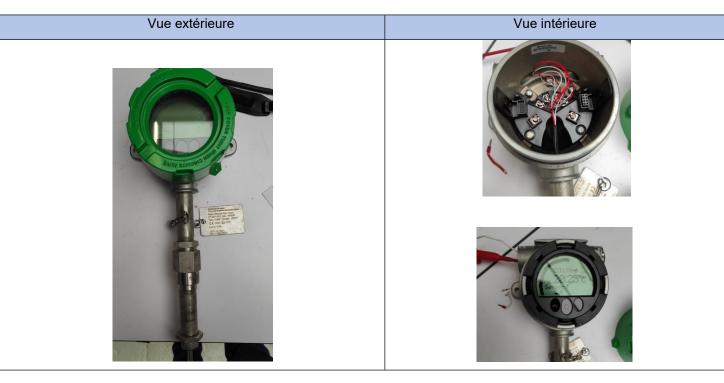
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe ni fil de terre interne

- Est-ce que la certification LCIE 11ATEX3020X couvre l'assemblage composé des éléments suivants : Transmetteur Schneider RTT15S-T1SA1ANAAD-L1 s.n. 20312151 Adaptateur Cortem CESI 99ATEX034U Bouchon Rosemount KEMA 07ATEX0074 Sonde de température
- Suivi maintenance du matériel

SONDE + TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TIT-178-2



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|--------------------------|----------------------|--|---------------------|
| Berger | CSADF modèle 1P252T1 | 85111-003 | -20°C ; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6 Gb | LCIE 11ATEX3020X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon Rosemount Ex d IIC : KEMA 07ATEX0074 | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête

Négatif:

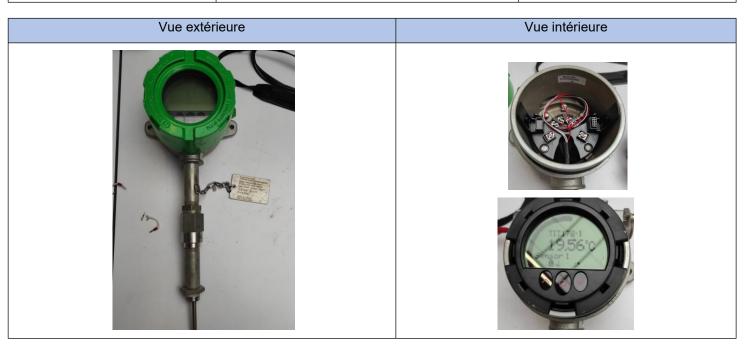
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe ni fil de terre interne

- Est-ce que la certification LCIE 11ATEX3020X couvre l'assemblage composé des éléments suivants : Transmetteur Schneider RTT15S-T1SA1ANAAD-L1 s.n. 20312149 Adaptateur Cortem CESI 99ATEX034U Bouchon Rosemount KEMA 07ATEX0074 Sonde de température
- Suivi maintenance du matériel

SONDE + TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TIT-178-1



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|--------------------------|----------------------|--|---------------------|
| Berger | CSADF modèle 1P252T1 | 85111-002 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6 Gb | LCIE 11ATEX3020X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon Rosemount Ex d IIC : KEMA 07ATEX0074 | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête

Négatif:

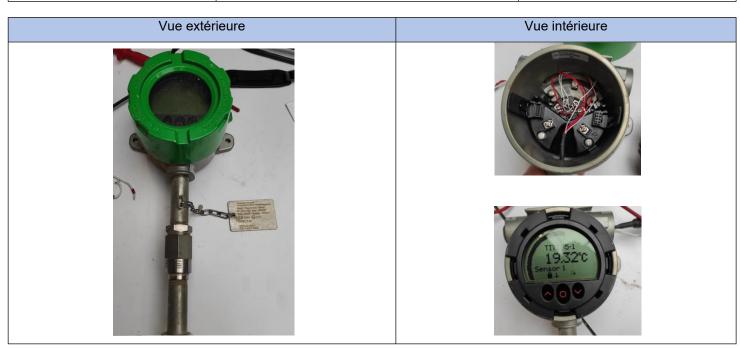
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe ni fil de terre interne

- Est-ce que la certification LCIE 11ATEX3020X couvre l'assemblage composé des éléments suivants : Transmetteur Schneider RTT15S-T1SA1ANAAD-L1 s.n. 20312148 Adaptateur Cortem CESI 99ATEX034U Bouchon Rosemount KEMA 07ATEX0074 Sonde de température
- Suivi maintenance du matériel

SONDE + TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TIT-185-1



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|--------------------------|----------------------|--|---------------------|
| Berger | CSADF modèle 1P252T1 | 85111-004 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6 Gb | LCIE 11ATEX3020X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon Rosemount Ex d IIC : KEMA 07ATEX0074 | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Equipement fonctionnel
- Aucune marque sur le verre
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion dans la tête

Négatif:

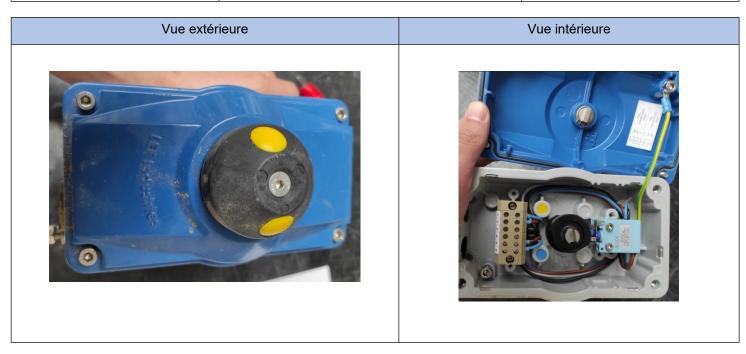
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe ni fil de terre interne

- Est-ce que la certification LCIE 11ATEX3020X couvre l'assemblage composé des éléments suivants : Transmetteur Schneider RTT15S-T1SA1ANAAD-L1 s.n. 20312150 Adaptateur Cortem CESI 99ATEX034U Bouchon Rosemount KEMA 07ATEX0074 Sonde de température
- Suivi maintenance du matériel

LEF 730-LC1-2GD INTERRUPTEURS MÉCANIQUES

TAG

Pas de TAG



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| LEF Industries | LEF 730-00-22-26-21- 21LC1 | RI 147964-2021 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| II 2 G Ex ed IIC T6 | INERIS 03ATEX0183X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon certifié LCIE 03ATEX0033U | |

Inspection

Positif:

- Etanchéité assurée, bon état du joint
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion
- Terre interne, continuité couvercle corps

Négatif :

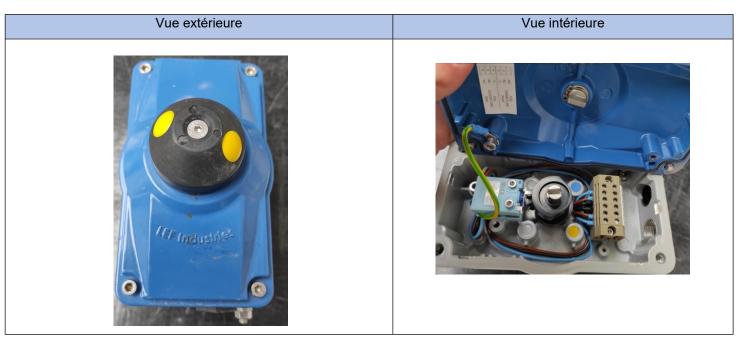
- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe

- Suivi maintenance du matériel
- TAG du matériel

LEF 730-LC1-2GD INTERRUPTEURS MÉCANIQUES

TAG

Pas de TAG



| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| LEF Industries | LEF 730-00-22-26-21- 21LC1 | RI 147965-2021 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| II 2 G Ex ed IIC T6 | INERIS 03ATEX0183X | Pas d'entrée de câble installée. | |
| | | Bouchon certifié LCIE 03ATEX0033U | |

Inspection

Positif:

- Etanchéité assurée, bon état du joint
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion
- Terre interne, continuité couvercle corps

Négatif:

- Pas d'entrée de câble présente
- Pas de câble terre externe

- Suivi maintenance du matériel
- TAG du matériel

Date

27.04.2022

SONDE + TRANSMETTEUR DE TEMPERATURE

TAG

10-TE-77

Vue extérieure Vue intérieure

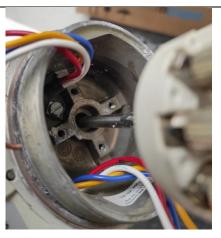














| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|--------------------------|----------------------|--|---------------------|
| Berger | CSADF modèle 1P232B1 | 85111-004 | -20°C; +60°C |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Ex II 2 G Ex d IIC T6 Gb | LCIE 11ATEX3020X | Pas d'entrée de câble installée. Bouchon Rosemount Ex d IIC : KEMA 07ATEX0074 | |

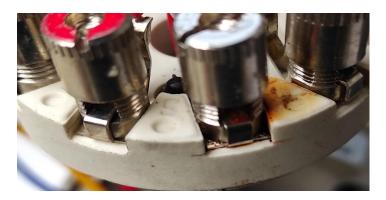
Inspection

Positif:

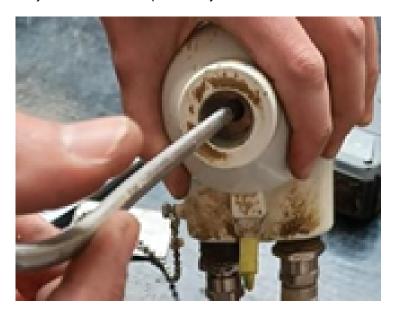
- Terre externe

Négatif:

- Mauvais état du matériel, sonde pliée, tube coupé
- Pas de plaque de marquage ATEX sur le transmetteur -
- Présence de corrosion au niveau d'un plot de borne



- Beaucoup de jeu pour le joint Ex entre le corps et la tuyauterie



- Suivi maintenance du matériel
- TAG non identifié dans le plan
- Caractère antidéflagrant du matériel, besoin du dossier du LCIE pour effectuer un contrôle dimensionnel et vérifier dans leur assurance qualité fabrication que le contrôle dimensionnel a bien été effectué.
- Certification ATEX de l'équipement, il possède la même plaque de marquage que les autres sondes + transmetteurs Berger CSADF modèle 1P252T1 certificat LCIE 11ATEX3020X, alors que le transmetteur est différent :



Dans ce cas le transmetteur semble posséder uniquement une certification de composant FTZU 03ATEX0074U



- Nécessité d'analyser le dossier de certification du dossier LCIE 11ATEX3020X.
- Vérifier que cet équipement soit bien couvert par l'assurance qualité du LCIE (CE0081).

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-77





Vue intérieure

| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation | |
|---|----------------------|------------------------------|---|--|
| YOKOGAWA | EJX61OA | 91X319986 | Dépend de la température du process et du mode de protection, non identifié sur la plaque | |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | | |
| Dépend du mode de protection selon installation, non identifié sur la plaque : Ex db IIC T6T4 Gb ou Ex ic IIC T4 Gb | KEMA 07ATEX0109X | Pas d'entrée de câl | ole installée. | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion
- Pas de présence de suie
- Cable de mise à la terre
- Equipment fonctionnel

Négatif:

- Présence d'impacts sur enveloppe extérieure
- Choix du mode de protection selon installation non identifié

- Installation en db ou en ic
- Suivi maintenance du matériel

TRANSMETTEUR DE PRESSION

TAG

10-PIT-84





| Fabricant | Туре | Numéro de série | T. Amb. utilisation |
|---|-------------------------|------------------------------|---|
| YOKOGAWA | EJX61OA | 90X715305 | Dépend de la température du process et du mode de protection, non identifié sur la plaque |
| Marquage ATEX | Numéro de certificat | Entrées de câble et bouchons | |
| Dépend du mode de protection selon | KEMA | Pas d'entrée de câble | e installée. |
| installation, non identifié sur la plaque : | 07ATEX0109X | | |
| Ex db IIC T6T4 Gb ou | | | |
| Ex ic IIC T4 Gb | | | |

Inspection

Positif:

- Aucune rayure sur les filets des capots
- Aucune trace d'inflammation / d'explosion
- Pas de présence de suie
- Cable de mise à la terre
- Equipment fonctionnel (partiellement car partie sonde arrachée)

Négatif:

- Présence d'impacts sur enveloppe extérieure
- Equipement arraché en deux
- Choix du mode de protection selon installation non identifié

- Installation en db ou en ic
- Suivi maintenance du matériel

