



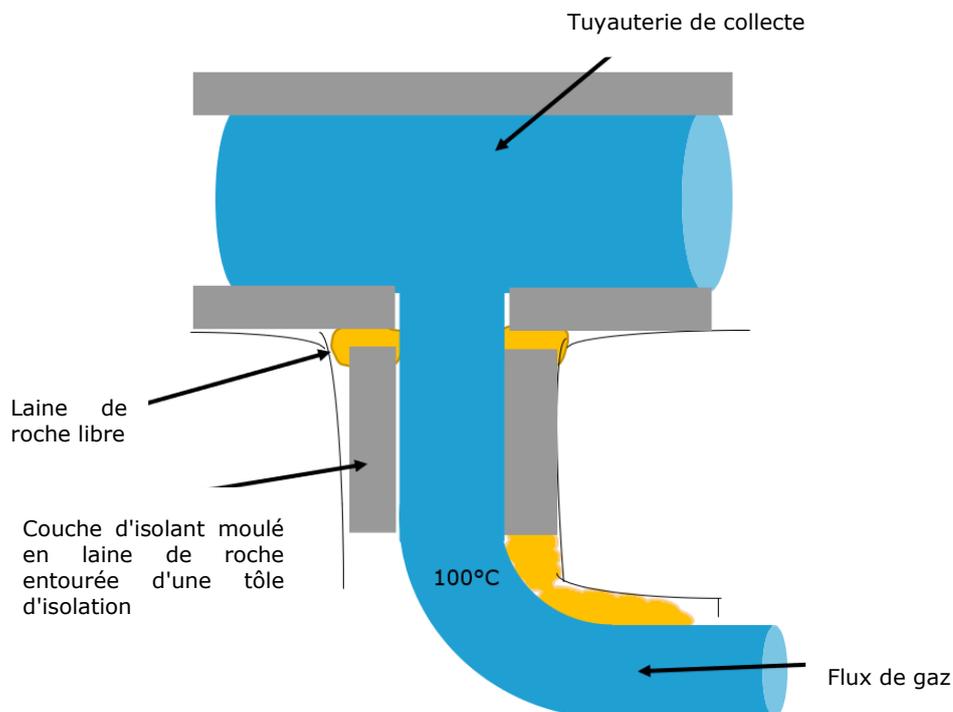
Incendie suite à une fuite causée par de la corrosion sous isolation

Une fuite d'un gaz inflammable s'est produite sur une tuyauterie au niveau d'un échangeur de chaleur (refroidi à l'air) d'un compresseur multi-étagé. Le gaz a été libéré sous haute pression et température, s'est enflammé et a provoqué un incendie. La fuite a été causée par une corrosion sous isolation due à la condensation de vapeur d'eau produite sur une partie plus basse de la tuyauterie.

Description de l'installation

La fuite s'est produite dans une tuyauterie DN100 d'un échangeur de chaleur refroidi à l'air dans lequel un flux de gaz provenant du compresseur était refroidi. Le flux gazeux était composé d'environ 75 % d'hydrogène et avait une température de 100°C et une pression de 97 bars.

La tuyauterie était en acier carbone et était calorifugée par des rouleaux de laine de roche entourés de coquilles métalliques (tôles d'isolation). Au niveau de la transition entre les rouleaux de laine de roche de la tuyauterie verticale d'une part et la tuyauterie de collecte horizontale d'autre part, de la laine de roche libre a été appliquée.



Relation des faits

Une fuite, libérant du gaz inflammable, s'est produite dans l'une des tuyauteries verticales, à proximité de l'entrée de l'échangeur de chaleur refroidi à l'air. L'échangeur était intact au niveau de la tuyauterie de collecte horizontale. Le gaz libéré s'est enflammé et un incendie s'est déclaré. L'incendie a été rapidement maîtrisé en arrêtant le compresseur et en relâchant le gaz du système jusqu'à la torchère. Le système a ensuite été débarrassé des produits inflammables par un rinçage à l'azote. L'incendie n'a causé que des dégâts matériels.

Après l'incendie, une corrosion externe importante a été observée localement dans la partie supérieure de la tuyauterie verticale où la fuite s'est produite, juste en dessous de l'embranchement menant à la tuyauterie de collecte. Une forte réduction locale de l'épaisseur de la paroi a créé un trou d'environ 5 cm de diamètre dans la tuyauterie. Une épaisse couche de rouille a été trouvée autour de la fuite. L'épaisseur restante de la paroi au niveau de la fuite était encore d'environ 1 mm. Le tuyau DN100 avait à l'origine une épaisseur de 2,3 mm.



Cause de la fuite

La fuite a été causée par une corrosion externe de type "corrosion sous isolation" (CUI). Il n'y avait pas de mécanisme de corrosion interne pouvant entraîner une réduction de l'épaisseur de la paroi (ce qui a également été confirmé par des mesures de l'épaisseur de la paroi dans les parties des tuyauteries qui ne présentaient pas de corrosion externe).

Ces conditions, dans lesquelles les corrosions sous isolation peuvent se manifester, étaient ici présentes¹:

- Tuyauterie en acier au carbone fonctionnant à une température comprise entre -12°C et 175°C, plus précisément dans la zone critique comprise entre 77°C et 110°C²
- Tuyauterie isolée avec possibilité de pénétration d'eau (voir ci-dessous)
- La couche de peinture de la tuyauterie était de mauvaise qualité, en particulier au niveau des soudures.

La CUI avait été identifiée comme un mécanisme de corrosion potentiel, mais pas à cet endroit, car aucune accumulation d'humidité n'était attendue à cet endroit. Des échantillons prélevés à des endroits similaires n'avaient jamais identifié de CUI par le passé. L'une des questions clés de l'enquête était donc l'origine de l'eau sur le site de la fuite.

En général, la pénétration de l'eau peut se produire par des ouvertures ou des brèches dans le revêtement métallique autour de l'isolation. Cependant, la pénétration d'eau le long de la partie supérieure de la tuyauterie (c'est-à-dire au-dessus de l'endroit où la fuite s'est produite) a été jugée improbable :

- L'isolation des autres tuyauteries de l'échangeur de chaleur était en bon état et ne présentait aucune source possible de pénétration d'eau.
- Les inspections précédentes concernant la CUI n'ont pas identifié d'emplacements présentant un risque accru d'apparition de CUI (appelés "*CUI susceptible locations*") à proximité de la fuite.
- Les joints entre les coques d'isolation n'étaient pas situés au-dessus de l'endroit où la fuite s'est produite.

En outre, en cas de pénétration d'eau le long de la partie supérieure, la corrosion devait se manifester au niveau du coude inférieur de la tuyauterie (le point le plus bas avec une accumulation potentielle d'eau).

Contrairement aux attentes, la corrosion s'est produite sous l'isolation dans la partie supérieure de la tuyauterie verticale.

La pénétration de l'eau au niveau de la partie basse (c'est-à-dire sous l'endroit où la fuite s'est produite) était toutefois possible par la transition entre la partie isolée du tuyau et la partie non isolée du tuyau. Un espace était présent dans la coque d'isolation au niveau de cette transition.

L'hypothèse la plus probable retenue pour expliquer pourquoi cette pénétration d'eau a donné lieu à de la CUI dans la partie haute de la tuyauterie est l'évaporation de l'eau infiltrée au bas de la tuyauterie et la condensation de cette vapeur d'eau en raison de la présence d'un pont thermique dans l'isolation à l'endroit de la fuite.

L'évaporation de l'eau infiltrée était possible en raison de la température élevée de la tuyauterie au niveau du coude inférieur.

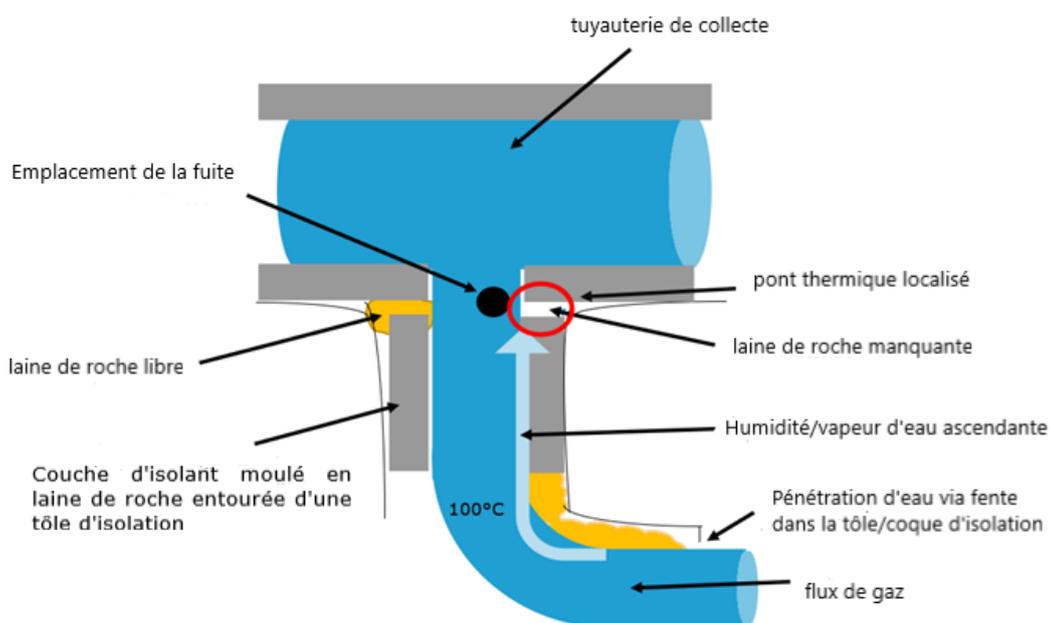
La recondensation de la vapeur d'eau en hauteur s'explique par l'absence d'isolation entre les couches d'isolation de la tuyauterie verticale d'une part et de la tuyauterie de collecte horizontale d'autre part. Cela a créé localement un pont thermique dans

¹ Suivant API 574: 7.4.4.1 *Insulated Piping Systems Susceptible to CUI*

² Suivant API RP 583: *Corrosion Under Insulation and Fireproofing*

l'isolation à cette transition, où la vapeur d'eau s'est condensée sous l'isolation et a donné lieu à de la corrosion.

Ce mécanisme est expliqué dans la figure suivante :



Programme d'inspection

L'entreprise a mis en place un programme d'inspection de la CUI. L'identification des endroits sensibles à la CUI fait partie de ce programme d'inspection. La tuyauterie en question faisait partie d'un réseau de tuyauteries qui a fait l'objet d'une identification et d'une évaluation des risques de la CUI avant l'incident. À la suite de cette analyse, une inspection visuelle du réseau des tuyauteries a été effectuée afin d'identifier les endroits susceptibles d'être touchés par la CUI. Trois emplacements possibles ont été identifiés, mais pas au niveau de la section de tuyauterie où la fuite s'est produite.

À l'un des emplacements retenus (un coude), une corrosion localement sévère et une réduction de l'épaisseur de la paroi a été détectée. Les dommages observés ont été réparés, mais l'enquête sur l'apparition de la CUI n'a pas été approfondie en identifiant d'autres endroits sujets à la CUI.

Après l'incident, on a également détecté une CUI sur une autre tuyauterie verticale située en dessous du collecteur, similaire à la CUI observée sur la canalisation à l'origine de la fuite. À cet endroit également, il y avait des traces de pénétration d'eau au bas de la tuyauterie.

Besoin d'isolation

L'enquête sur l'incident a montré que l'isolation de la tuyauterie en question n'avait pas été installée dans le but d'avoir une isolation thermique, mais plutôt comme isolation acoustique et pour la protection des personnes (pour éviter le contact avec des surfaces chaudes). Il existe d'autres solutions pour la protection des personnes (par exemple, des cages de protection perforées autour du tuyau). Après avoir enlevé une partie de l'isolation, les nuisances sonores supplémentaires étaient également très limitées. L'isolation de l'ensemble du circuit a donc été enlevée, ce qui a permis d'exclure complètement la possibilité d'une corrosion sous isolation.

Leçons

- L'endroit où la corrosion sous isolation (CUI) se produit n'est pas nécessairement située au niveau du point d'entrée de l'eau. L'eau peut se diffuser dans l'isolant (par exemple sous forme de vapeur d'eau) ;
- Les ponts thermiques dans l'isolation peuvent provoquer une condensation locale et la formation de CUI ;
- Une attention particulière doit être accordée à l'étanchéité au niveau de la transition entre une partie isolée de la tuyauterie et une partie non isolée de la tuyauterie ;
- Envisager de supprimer l'isolation si elle n'est pas nécessaire d'un point de vue thermique ;
- Si de la CUI est détectée lors d'un retrait de l'isolant, l'enquête doit être étendue et des points d'inspection supplémentaires doivent être déterminés ;
- Une peinture de qualité correctement appliquée sur les tuyauteries (y compris au niveau des soudures) est importante pour réduire la CUI.

Cette note est publiée dans la série "Leçons tirées des accidents". Des incidents et accidents survenus dans des entreprises Seveso belges et enquêtés par la Division du contrôle des risques chimiques sont décrits dans cette série. L'objectif de ces notes est de mettre à disposition pour un grand public les leçons tirées de ces incidents et accidents.

Cette note a été rédigée en collaboration avec l'entreprise où l'incident ou l'accident a eu lieu. Pour des raisons de vie privée et de confidentialité, les données rendant l'identification de l'entreprise concernée possible et qui ne sont pas nécessaires pour la clarté des leçons, n'ont pas été reprises (tels que le lieu et la date de l'accident et certaines données spécifiques de l'installation).

Vous trouverez plus de "Leçons tirées des accidents" et d'informations sur la prévention des accidents majeurs sur: www.emploi.belgique.be/fr/drc

Cette note peut être distribuée librement à condition qu'il s'agisse de la note entière.

Deze nota is ook verkrijgbaar in het Nederlands.

Référence: CRC/ONG/052-F

Editeur responsable: SPF Emploi, Travail et Concertation sociale

Rédaction clôturée le 13 avril 2023.