
**Industries du pétrole et du gaz
naturel — Plates-formes en mer
traitant des fluides à forte teneur en
CO₂ à haute pression**

*Petroleum and natural gas industries — Offshore platforms handling
streams with high content of CO₂ at high pressures*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17349:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-
7db649b86b1b/iso-17349-2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17349:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

| | |
|--|-----------|
| Avant-propos | v |
| Introduction | vi |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 2 |
| 3 Termes et définitions | 2 |
| 4 Abréviations | 4 |
| 5 Présentation du comportement des fluides riches en CO₂ | 5 |
| 5.1 Généralités..... | 5 |
| 5.2 Formation d'hydrate..... | 6 |
| 5.3 Formation de CO ₂ solide..... | 6 |
| 5.4 Mesure du débit..... | 7 |
| 6 Décompression rapide, dépressurisation et purge d'une usine et d'un équipement | 7 |
| 7 Configuration du système de torche et d'évent | 8 |
| 7.1 Généralités..... | 8 |
| 7.2 Choix du système..... | 8 |
| 7.3 Configuration du système..... | 9 |
| 7.3.1 Torche..... | 9 |
| 7.3.2 Évent..... | 10 |
| 8 Matériaux | 10 |
| 8.1 Corrosion..... | 10 |
| 8.1.1 Généralités..... | 10 |
| 8.1.2 Contrôle de la corrosion interne par déshydratation..... | 10 |
| 8.1.3 Alliages résistant à la corrosion (CRA)..... | 11 |
| 8.1.4 Produits chimiques protégeant de la corrosion interne..... | 11 |
| 8.1.5 Revêtements organiques internes..... | 11 |
| 8.2 Rupture fragile..... | 11 |
| 8.3 Rupture ductile..... | 11 |
| 8.4 Lubrifiants..... | 11 |
| 8.5 Dispositifs d'étanchéité non métalliques pour le transport du CO ₂ | 12 |
| 9 Sécurité | 12 |
| 9.1 Généralités..... | 12 |
| 9.2 Effets d'une défaillance du confinement pour les fluides riches en CO ₂ | 13 |
| 9.2.1 Généralités..... | 13 |
| 9.2.2 Paramètres de physiologie respiratoire..... | 13 |
| 9.2.3 Effets des basses températures..... | 13 |
| 9.2.4 BLEVE de fluides riches en CO ₂ | 13 |
| 9.3 Identification des dangers, évaluation et maîtrise des risques..... | 14 |
| 9.3.1 Généralités..... | 14 |
| 9.3.2 Identification des dangers..... | 14 |
| 9.3.3 Évaluation et maîtrise des risques..... | 15 |
| 9.4 Analyse des conséquences..... | 15 |
| 9.4.1 Généralités..... | 15 |
| 9.4.2 Dispersion du CO ₂ | 15 |
| 9.4.3 Effets du jet de CO ₂ froid..... | 16 |
| 9.5 Détection du CO ₂ | 16 |
| 9.6 Stratégies..... | 16 |
| Annexe A (informative) Évaluation de l'équation d'état des fluides riches en CO₂ | 18 |
| Annexe B (informative) Formation d'hydrate | 24 |
| Annexe C (informative) Spécification de la teneur en eau | 28 |

| | |
|--|-----------|
| Annexe D (informative) Dépressurisation des fluides riches en CO₂ | 36 |
| Annexe E (informative) Configuration des systèmes de torche et d'évent | 41 |
| Annexe F (informative) Explosion de vapeurs en expansion au-dessus du liquide en ébullition (BLEVE) | 44 |
| Annexe G (informative) Méthodologie d'évaluation d'une rupture ductile en propagation | 47 |
| Annexe H (informative) Matériaux non métalliques à utiliser pour le transport du CO₂ | 50 |
| Annexe I (informative) Informations sur la toxicologie du CO₂ | 51 |
| Bibliographie | 54 |

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17349:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d958-ebdf-4ca4-ab11-7db649b86b1b/iso-17349-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*.

Introduction

Au cours des dernières années, l'industrie pétrolière a dû faire face à des défis de taille lors du développement et de l'exploitation en mer de gisements à forte teneur en CO₂. Les fluides riches en CO₂, séparés du gaz naturel produit, peuvent être injectés pour améliorer l'extraction du pétrole des réservoirs. Même dans les cas où l'amélioration de l'extraction du pétrole n'est pas significative, les opérateurs doivent envisager la compression et l'injection de fluides riches en CO₂ pour éviter que ce dernier ne soit déchargé dans l'atmosphère.

Les principaux problèmes rencontrés sont liés au système de sécurité des installations de surface et au choix des matériaux, pour lesquels il manque des normes et des règlements spécifiques adaptés à ce scénario. Les outils commerciaux disponibles, par exemple pour modéliser la dispersion des gaz, doivent être validés pour le CO₂ et les mélanges CO₂-hydrocarbure, qui ont un comportement thermodynamique particulier. Cela a des conséquences sur le choix des matériaux et de la conception des installations.

La présente Norme internationale traite les notions et les critères relatifs au traitement des fluides riches en CO₂ en complément des normes existantes concernant les installations en mer.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 17349:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016)

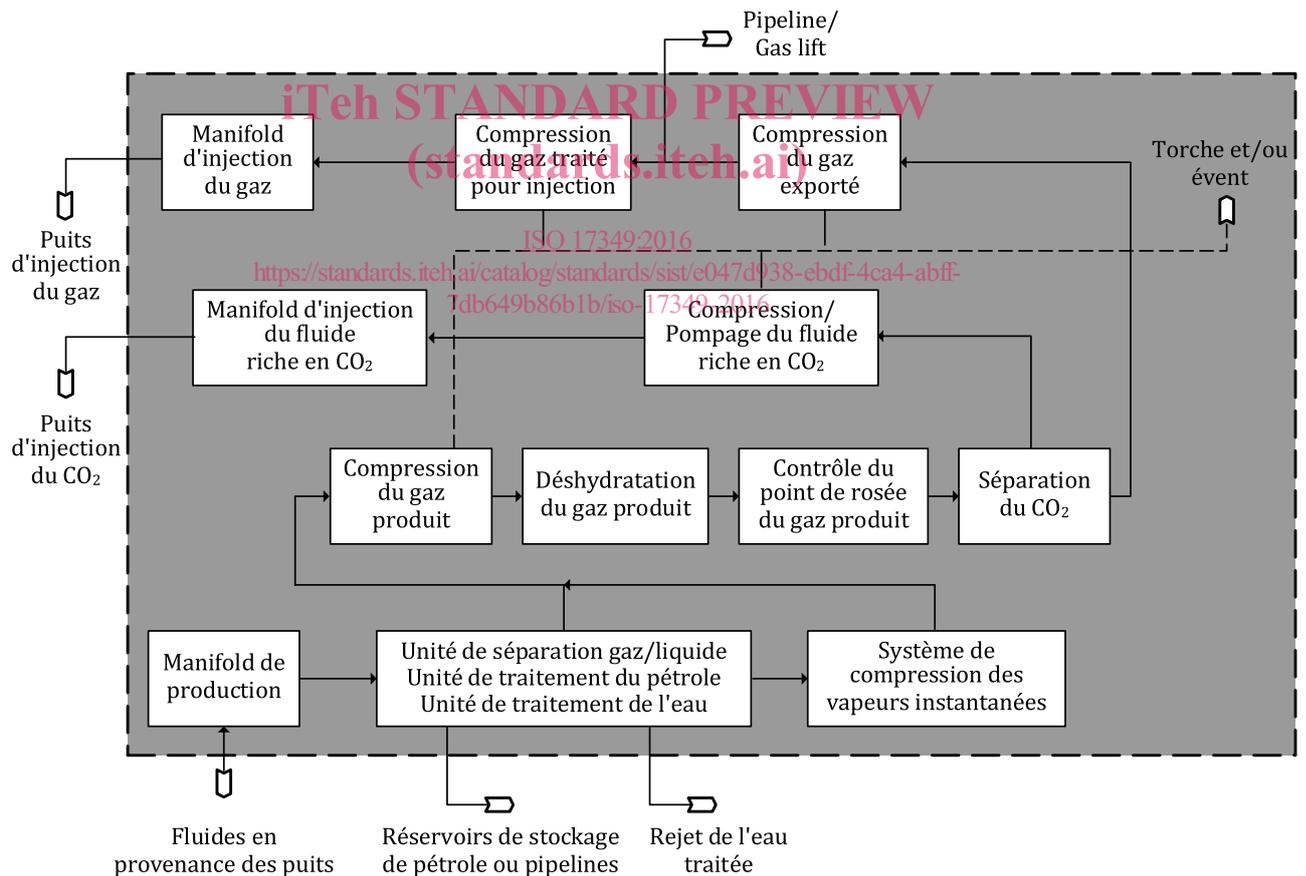
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016>

Industries du pétrole et du gaz naturel — Plates-formes en mer traitant des fluides à forte teneur en CO₂ à haute pression

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale contient des dispositions relatives à la conception des installations de surface d'installations de production en mer qui traitent des fluides riches en CO₂ à haute pression, c'est-à-dire des fluides dont la concentration molaire en CO₂ est supérieure à 10 %. Les installations de surface concernent les opérations ordinaires des unités de traitement en mer, comme illustré à la Figure 1.

La présente Norme internationale s'applique uniquement aux installations de surface des unités fixes et flottantes de production de pétrole et de gaz en mer jusqu'au dernier dispositif de sécurité, tel qu'une vanne d'arrêt d'urgence. Les systèmes de production immergés et la séparation cryogénique du CO₂ ne sont pas traités.



NOTE Cet exemple relève du domaine d'application de la présente Norme internationale.

Figure 1 — Exemple de diagramme de procédé (zone grisée)

2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 13702, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Contrôle et atténuation des feux et des explosions dans les installations en mer — Exigences et lignes directrices.*

ISO 15156 (toutes les parties), *Industries du pétrole et du gaz naturel — Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H₂S) dans la production de pétrole et de gaz.*

ISO 21457, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Choix des matériaux et contrôle de la corrosion pour les systèmes de production de pétrole et de gaz.*

ISO 23936-1, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Matériaux non métalliques en contact avec les fluides relatifs à la production de pétrole et de gaz — Partie 1: Matières thermoplastiques.*

ISO 23936-2:2011, *Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Matériaux non métalliques en contact avec les fluides relatifs à la production de pétrole et de gaz — Partie 2: Élastomères.*

API STD 521, *Pressure-relieving and Depressuring Systems, API Standard, January 2014.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
coefficient de compressibilité
Z
propriété thermodynamique modifiant la loi des gaz parfaits pour rendre compte du comportement réel du gaz

3.2
alliage résistant à la corrosion
CRA
alliage utilisé pour sa résistance à la corrosion, générale et localisée, dans des milieux pétroliers corrodant les aciers au carbone

[SOURCE: ISO 15156-1:2015, 3.6]

3.3
phase dense
état du fluide (supercritique ou liquide) au-dessus de la pression critique

3.4
équation d'état
EOS
équation thermodynamique qui décrit l'état de la matière dans un ensemble donné de conditions physiques

3.5
eau libre
eau non dissoute dans le fluide riche en CO₂

Note 1 à l'article: Il peut s'agir d'eau pure, d'eau contenant des sels dissous, de sels aqueux humides, de mélanges eau-glycol ou d'autres mélanges contenant de l'eau.

3.6**torche assistée par gaz**

torche comportant un système d'assistance par gaz destiné à augmenter le pouvoir calorifique inférieur du gaz

3.7**torche à brûleur à grande vitesse**

torche à vitesse de sortie de gaz supérieure à 122 m/s

3.8**évent à grande vitesse**

évent à vitesse de sortie de gaz supérieure à 150 m/s

3.9**hydrate**

composé cristallin solide formé d'eau et d'hydrocarbures légers ou de CO₂, dans lequel les molécules d'eau se combinent aux molécules de gaz pour former un solide

3.10**CRA en couches minces (clad)**

revêtement métallique de CRA dans lequel la liaison entre le métal de base et le chemisage est métallurgique

3.11**torche à brûleur à faible vitesse**

torche à vitesse de sortie de gaz inférieure à 122 m/s

3.12**évent à faible vitesse**

évent à vitesse de sortie de gaz inférieure à 150 m/s

3.13**température minimale de conception**

température minimale au-dessous de laquelle les limites d'application sont dépassées pour les matériaux concernés

3.14**plate-forme**

assemblage complet comprenant la structure, les installations de surface, les fondations et les systèmes de maintien en position

[SOURCE: ISO 19900:2013, 3.35]

3.15**décompression rapide des gaz****RGD****dépressurisation****décompression explosive**

chute de pression rapide dans un système contenant du gaz sous haute pression, qui rompt l'équilibre entre la pression de gaz externe et la concentration du gaz dissous à l'intérieur d'un polymère, avec pour conséquence que le gaz en excès cherche des points de sortie dans tout le matériau en entraînant une dilatation

[SOURCE: ISO 23936-2:2011, 3.1.10]

3.16**phase supercritique**

état du fluide au-dessus de la pression et de la température critiques

3.17

installations de surface

structures et équipements placés sur une structure support (fixe ou flottante) et destinés à remplir tout ou partie des fonctions dévolues à la plate-forme

Note 1 à l'article: Pour une structure flottante ayant l'architecture d'un navire, le pont ne fait pas partie des installations de surface.

Note 2 à l'article: Pour une plate-forme auto-élevatrice, la coque ne fait pas partie des installations de surface.

Note 3 à l'article: Un pont fabriqué séparément ou une charpente support de module fait partie des superstructures.

[SOURCE: ISO 19900:2013, 3.52]

3.18

point triple

température et pression auxquelles le CO₂ existe simultanément à l'état gazeux, liquide et solide

4 Abréviations

| | |
|------------------|--|
| AIV | vibration acoustique induite (acoustically induced vibration) |
| BLEVE | explosion de vapeurs en expansion au-dessus du liquide en ébullition (boiling liquid expanding vapour explosion) |
| BDV | vanne de décompression rapide (blow down valve) |
| CH ₄ | méthane |
| CO ₂ | dioxyde de carbone |
| CCR | salle centrale de contrôle (central control room) |
| CRA | alliage résistant à la corrosion (corrosion resistant alloy) |
| EERS | stratégie d'évacuation, de fuite et de sauvetage (evacuation, escape et rescue strategy) |
| EOS | équation d'état (equation of state) |
| ESD | arrêt d'urgence (emergency shut down) |
| FES | stratégie vis-à-vis des feux et des explosions (fire et explosion strategy) |
| GDU | unité de déshydratation du gaz (gas dehydration unit) |
| H ₂ S | sulfure d'hydrogène |
| HC | hydrocarbure |
| HP | haute pression |
| HSE | santé, sécurité et environnement (health, safety et environment) |
| IDLH | présentant un danger immédiat pour la vie ou la santé (immediately dangerous to life or health) |
| LP | basse pression (low pressure) |
| MMSCF | million de pieds cubes en condition standard (gaz) (million standard cubic feet gas) (60 °F et 1 atm) |

| | |
|------------|--|
| NHV | pouvoir calorifique inférieur (net heating value) |
| NIOSH | National Institute for Occupational Safety et Health |
| NIST | National Institute of Standards et Technology |
| OSHA | Occupational Safety et Health Administration |
| Pa | pression ambiante |
| Pc | pression critique |
| PEL | limite admissible d'exposition (permissible exposure limit) |
| PHA | analyse préliminaire des dangers (Preliminary Hazard Analysis) |
| ppmv | parties par million, en volume |
| PR | équation d'état de Peng-Robinson |
| PR-HV | équation d'état de Peng-Robinson modifiée par la règle de mélange de Huron-Vidal et le facteur de Peneloux |
| PR-SV | équation d'état de Peng-Robinson-Stryjek-Vera |
| PSV | soupape (pressure safety valve) |
| RGD | décompression rapide des gaz (rapid gas decompression) |
| RO | orifice de restriction (restriction orifice) |
| SCF | pieds cubes en condition standard (standard cubic feet) |
| SVLE | équilibre solide-liquide-vapeur (solid-liquid-vapour equilibrium) |
| STEL | limite d'exposition de courte durée (short-term exposure limit) |
| SRK | équation d'état de Soave-Redlich-Kwong |
| Tc | température critique |
| TWA | moyenne pondérée dans le temps (time weighted average) |
| v_{\max} | vitesse maximale autorisée, exprimée en m/s |
| Z | coefficient de compressibilité |

5 Présentation du comportement des fluides riches en CO₂

5.1 Généralités

Dans la conception d'une installation de production en mer, les fluides riches en CO₂ peuvent être traités en un point proche ou au-dessus de la pression critique (phase dense) ou au-dessus de la pression et de la température critiques (phase supercritique)^[8]. Dans le dernier cas, certaines propriétés sont comparables à celles d'un liquide (par exemple, densité), d'autres à celles d'un gaz (par exemple, viscosité). Les propriétés physiques et thermodynamiques des fluides riches en CO₂ auront des conséquences sur des propriétés telles que la formation d'hydrate et la dépressurisation.

Il est recommandé de concevoir une usine qui traite des fluides riches en CO₂ à haute pression en utilisant une EOS qui repose sur des données expérimentales dans la plage d'opération. L'[Annexe A](#)

présente des exemples d'utilisation de cette approche. Si les données expérimentales manquent, il convient d'utiliser des données provenant de modèles thermodynamiques, y compris des EOS déjà disponibles, en prenant en compte toute incertitude associée et en prévoyant par conséquent des marges de sécurité suffisantes.

Il est recommandé d'être particulièrement vigilant lors de la réalisation de simulations autour du point critique du fait que les propriétés du fluide varient fortement et que la description des phases existantes est incertaine. C'est pourquoi il convient que l'enveloppe de fonctionnement normal de l'équipement évite la région du point critique.

5.2 Formation d'hydrate

Les fluides riches en CO₂ présentent un risque potentiel de formation d'hydrate comparable au gaz naturel doux en présence d'eau (sous forme d'eau libre ou en phase gazeuse).

À haute pression, le CO₂ a un effet inhibiteur sur la formation d'hydrate puisqu'une augmentation de la concentration en CO₂ déplace la courbe d'équilibre de l'hydrate vers les basses températures, ce que montre l'[Annexe B](#).

Il convient que la conception de l'unité de déshydratation prenne en compte toutes les conditions de fonctionnement, y compris les basses températures qui peuvent se présenter dans les systèmes de traitement et les segments de pipeline en aval de l'installation de production en mer. Il est recommandé de porter une attention particulière au fait que le CO₂ a tendance à augmenter la capacité de rétention d'eau à des pressions plus hautes.

C'est pourquoi, en fonction de la teneur du fluide en CO₂, il n'est pas sans danger de retenir un point de rosée de l'eau en se basant uniquement sur des exigences des plus hautes pressions puisque l'eau peut se condenser à des pressions plus basses (voir [Figure B.1](#)).

En premier lieu, il est recommandé de retenir une marge de 10 °C pour le point de rosée de l'eau ou de ramener à 50 % la teneur en eau à l'équilibre de saturation.

L'[Annexe C](#) présente un exemple de spécification de teneur en eau pour l'unité de déshydratation.

5.3 Formation de CO₂ solide

On peut observer une formation de solides dans un fluide riche en CO₂ en fonction de la température et de la pression. Les basses températures qui provoquent une formation de solides peuvent être atteintes lors d'opérations prévues et non prévues de dépressurisation, aussi bien lors de la maintenance de l'équipement que dans des conditions d'urgence. L'[Annexe D](#) présente le diagramme de phase de fluides riches en CO₂ et évoque la formation de solides en se basant sur des calculs expérimentaux et théoriques.

L'influence de la teneur en méthane sur la température de formation de solides est décrite dans la Référence [9]. Cette dernière présente le point de givre d'un mélange CO₂-CH₄ dans une vaste gamme de concentrations et montre qu'une teneur croissante en CH₄ se traduit par le déplacement de la courbe du point de givre vers les basses températures, comme le montre l'[Annexe D](#).

D'après les Références [9] et [10], il semble que l'on puisse considérer que le solide formé à partir d'un fluide riche en CO₂ lors d'opérations à basse température soit composé de CO₂ pur. En l'absence de données expérimentales et de diagrammes de phases spécifiques pour des mélanges dont la région solide est représentée, il est donc admis d'utiliser les diagrammes de phases disponibles pour le CO₂ pur dans une approche conservatrice afin de prévoir les basses températures auxquelles une formation de solides est attendue lors de la conception d'une installation de production en mer.

Il convient que la conception d'une usine de traitement prenne en compte les basses températures prévues, assorties de marges supplémentaires de sécurité, afin de spécifier des mesures appropriées de réduction des risques pour éviter ou contrer la formation de solides. L'[Article 6](#) donne davantage de détails à ce sujet.

5.4 Mesure du débit

La conception des systèmes de mesure doit prendre en compte le comportement particulier des fluides riches en CO₂. Il convient que les systèmes de mesure soient situés dans des endroits de l'usine où les propriétés physiques et les propriétés de transport sont stables et prévisibles, c'est-à-dire loin des points critiques et des changements de phase. En fonction du procédé, il en résulte que certains débitmètres peuvent être conçus pour la phase gazeuse et d'autres pour la phase liquide^[11].

Des calculateurs de débit dont les entrées comprennent des mesures en ligne concernant la composition ainsi que la température et la pression d'après la méthode AGA-8, couramment utilisés pour le gaz naturel, peuvent être employés pour les fluides riches en CO₂ du moment que les conditions garantissent la phase gazeuse^[12]. La méthode AGA-8 permet aussi de prévoir avec précision la phase supercritique, comme le montre l'[Annexe A](#).

Les débitmètres à pression différentielle comme les diaphragmes, les Venturis ou les V-Cone sont pratiques et résistants, en particulier à très haute pression. Les débitmètres de Coriolis, qui mesurent le débit massique, sont moins sensibles aux variations des propriétés du fluide ou aux changements de phase du moment qu'il n'y a pas formation de solides, mais ils peuvent se limiter aux pressions fonctionnelles du fait de la structure du corps du débitmètre.

Il est recommandé de porter une attention particulière aux changements subis par les propriétés des fluides riches en CO₂ et à la vaporisation instantanée qui peut se produire, de sorte qu'il est recommandé de bien choisir la taille et l'emplacement du débitmètre.

6 Décompression rapide, dépressurisation et purge d'une usine et d'un équipement

(standards.iteh.ai)

La baisse de température que connaissent les fluides riches en CO₂ pendant la dépressurisation dépend de la pression initiale et de la pression finale, de la température initiale et de la composition du fluide.

Pour éviter une rupture fragile, il est recommandé de prendre en compte les températures minimales atteintes lors d'une dépressurisation isenthalpique au moment de choisir les matériaux des dispositifs de réduction de pression (PSV, BDV, RO) et tout le système basse pression. Les sections de tuyauterie en amont du dispositif de réduction de pression peuvent aussi être soumises à de basses températures et il est recommandé de les concevoir conjointement pour la haute pression et la température minimale.

Outre les effets des basses températures, il est recommandé de prendre en compte la formation de CO₂ solide, la formation et l'adhérence d'hydrates et l'analyse de l'écoulement diphasique au moment de concevoir les systèmes de décompression d'une usine de traitement (équipement ou tuyauterie).

Lors de la conception de l'usine, il est recommandé d'éviter les conditions de fonctionnement qui conduisent au point triple et à la formation de solides afin de prévenir l'obturation, l'usure de la tuyauterie et les vibrations. L'[Annexe D](#) présente des exemples de parcours de dépressurisation dans un diagramme de phase pour des fluides riches en CO₂.

Il convient que le concepteur prête attention aux points suivants:

- contrôler le débit de décompression rapide (opérations manuelles, orifice de restriction ou contrôle automatique par étapes);
- choisir la contre-pression du collecteur de décompression rapide de sorte qu'elle soit supérieure au point triple et au seuil de givre. Dans ce cas, il est recommandé de réaliser des études transitoires appropriées pour mieux évaluer le système de décompression dans sa globalité;
- éviter les poches et minimiser les courbures dans les sections de tuyauterie en aval du dispositif de décompression jusqu'au collecteur principal de torche ou d'évent;
- configurer le collecteur principal de torche ou d'évent de sorte à éviter toute obturation;
- utiliser un chauffage de tuyauterie par traçage;

- appliquer aux systèmes de décompression rapide l'intégralité de la pression assignée à l'amont, en cas de risque d'obturation.

En ce qui concerne les critères de dépressurisation, le concepteur doit satisfaire aux exigences de l'API STD 521 même dans le cas de fluides riches en CO₂ ininflammables.

Il convient que la conception du système ESD envisage l'installation correcte de vannes d'arrêt/d'isolement pour limiter les inventaires et donc minimiser la quantité de fluide piégé et les répercussions potentielles des incidents.

Le risque de dommages dus à la décompression rapide des gaz sur les matériaux non métalliques peuvent poser des limites à la vitesse de dépressurisation. Il est recommandé de faire figurer ce scénario dans l'analyse des conséquences.

7 Configuration du système de torche et d'évent

7.1 Généralités

La conception des systèmes de torche et d'évent doit être conforme à l'API STD 521.

Il faut prendre en compte au moins les points suivants lors de la conception des systèmes de torche et d'évent destinés aux fluides riches en CO₂:

- la composition des fluides riches en CO₂ et le pouvoir calorifique inférieur minimal correspondant (NHV);
- la combustibilité (torche);
- la dispersion des gaz en toute sécurité (événement);
- la formation de CO₂ solide (voir Article 5);
- le profil de température pendant la dépressurisation (voir Article 6 et Article 8);
- le choix des matériaux métalliques et non métalliques (voir Article 8).

7.2 Choix du système

Le [Tableau E.1](#) présente les différentes configurations possibles du système de torche et d'évent.

Si les fluides riches en CO₂ contiennent de l'H₂S, il est recommandé de porter son choix sur le brûlage à la torche plutôt que sur la dispersion par l'évent. Pour les systèmes de torche, il convient que la conception tienne compte de la température de destruction de l'H₂S puisque les fluides à NHV bas ont une température de flamme plus basse. Pour les systèmes d'évent, la conception doit garantir la bonne dispersion de l'H₂S en raison du danger et des aspects de sécurité.

Les gaz brûlés à NHV bas ont une incidence sur la stabilité d'inflammation et peuvent éteindre la flamme. Une solution peut consister à séparer le collecteur et le système d'évacuation entre les rejets à NHV bas et à NHV haut.

Pour les fluides dont le NHV est inférieur à 7,5 MJ/Sm³ (200 BTU/SCF), ce qui correspond approximativement à un mélange à 75 % (molaires) de CO₂ et de méthane, il est recommandé d'utiliser un événement ou une torche à brûleur à faible vitesse assistée par gaz. Il faut assurer un NHV minimal dans les systèmes de torche pour permettre une bonne inflammation et une bonne combustion sur le nez de torche, en mélangeant le gaz combustible auxiliaire provenant d'une source fiable aux fluides riches en CO₂ qui sont déchargés. Il convient que la capacité du gaz combustible auxiliaire soit prévue pour le cas le plus défavorable.

Pour les fluides dont le NHV est supérieur à 7,5 MJ/Sm³ (200 BTU/SCF) et inférieur à 28,1 MJ/Sm³ (800 BTU/SCF), l'utilisation de torches à brûleur à grande vitesse n'est pas recommandée. L'utilisation

d'un brûleur de ce type doit être soigneusement évaluée par rapport à celle d'un brûleur à faible vitesse. La garantie du fabricant est nécessaire en cas d'utilisation d'un brûleur à grande vitesse.

Pour les torches à brûleur à grande vitesse, le NHV minimal typique du mélange de gaz à brûler s'élève à 28,1 MJ/Sm³ (800 BTU/SCF). Cela correspond approximativement à un mélange à 25 % (molaires) de CO₂ et de méthane.

7.3 Configuration du système

7.3.1 Torche

Pour les unités qui traitent des fluides riches en CO₂, on peut envisager un autre système de torche pour un NHV bas et/ou une température basse, en complément des systèmes typiques HP et LP.

L'inflammation des fluides riches en CO₂ nécessite une source d'inflammation à haute énergie. On peut obtenir de telles conditions en augmentant le nombre de flammes pilote par référence aux exigences minimales figurant dans les recommandations des fabricants de pilotes selon l'ISO 25457.

Pour assurer la combustion, il faut porter une attention particulière à la vitesse au nez de torche. Il est important de prendre en compte les aspects suivants: les torches à faible vitesse sont conçues et opérées pour une vitesse à la sortie du nez inférieure à la vitesse maximale autorisée v_{\max} définie par la [Formule \(1\)](#) et limitée à 122 m/s (400 ft/s).

$$\log_{10}(v_{\max}) = (NHV + K1) / K2 \quad (1)$$

où

v_{\max} est la vitesse maximale autorisée, exprimée en m/s;

$K1$ est une constante égale à 28,8; ISO 17349:2016
g/standards/sist/e047d938-ebdf-4ca4-abff-7db649b86b1b/iso-17349-2016

$K2$ est une constante égale à 31,7;

NHV est le pouvoir calorifique inférieur, exprimé en MJ/Sm³.

La méthode permettant de déterminer la vitesse maximale autorisée v_{\max} est présentée dans la Référence [13].

En principe, la vitesse maximale autorisée calculée à partir de la [Formule \(1\)](#) détermine le diamètre équivalent de la zone du nez de torche. On peut contrer les effets des basses températures sur la stabilité de la flamme en abaissant la vitesse ou en ajoutant du gaz auxiliaire. La conception du nez de torche dépend des fournisseurs de nez de torche et il est recommandé d'apporter une preuve expérimentale pour tous les scénarios de décharge critiques et/ou pour toutes les solutions n'ayant pas fait leurs preuves. Il est recommandé de collaborer avec les fournisseurs de nez de torche dès le début de la conception.

Il convient que le concepteur estime le bruit et les vibrations acoustiques induites.

La conception thermique de la torche doit être conforme à l'API STD 521 et suivre les recommandations concernant le flux de rayonnement total admissible dans les zones de travail, sans bouclier thermique dans l'unité.

Des simulations de dispersion sont nécessaires pour définir les aspects suivants de la conception: longueur, hauteur, emplacement et orientation de la torche en fonction des directions dominantes du vent. Il convient que le scénario de torche éteinte corresponde à l'un de ceux couverts par les études de dispersion, en particulier compte tenu du fait que les rejets à basse température sont moins susceptibles de s'enflammer.