
**Captage du dioxyde de carbone,
transport et stockage géologique —
Systèmes de transport par conduites**

*Carbon dioxide capture, transportation and geological storage —
Pipeline transportation systems*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27913:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076d4bfl-c78d-46f8-9c5e-4ed8b55a21b5/iso-27913-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 27913:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076d4bfl-c78d-46f8-9c5e-4ed8b55a21b5/iso-27913-2016>



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	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles, abréviations et unités	4
4.1 Symboles	4
4.2 Abréviations	5
4.3 Unités	5
5 Propriétés du CO₂, de flux de CO₂ et de mélange de flux de CO₂ ayant une influence sur le transport par conduites	5
5.1 Généralités	5
5.2 CO ₂ pur	5
5.2.1 Thermodynamique	5
5.2.2 Réactions chimiques et corrosion	6
5.3 Flux de CO ₂	6
5.3.1 Thermodynamique	6
5.3.2 Réactions chimiques	6
5.4 Mélange de flux de CO ₂	6
6 Politique et critères de conception	6
6.1 Généralités	6
6.2 Politique de sécurité	6
6.3 Critères de conception	7
6.4 Fiabilité et disponibilité des systèmes de conduites de CO ₂	7
6.5 Réserve de stockage à court terme (stockage en conduite)	8
6.6 Accès au système de conduites	8
6.7 Principes de conception de système	8
6.7.1 Généralités	8
6.7.2 Système de régulation de pression et de protection contre les surpressions	8
6.8 Déshydratation des conduites — Principes généraux	8
6.8.1 Aspects particuliers associés au CO ₂	8
6.8.2 Teneur maximale en eau	9
6.8.3 Prévention de la formation d'hydrates	9
6.8.4 Fiabilité et précision de la déshydratation des conduites	9
6.9 Garantie de débit	9
6.9.1 Aspects particuliers associés aux flux de CO ₂	9
6.9.2 Modèle thermohydraulique	10
6.9.3 Capacité de conception d'une conduite	10
6.9.4 Débit réduit	10
6.9.5 Capacité de transport disponible	11
6.9.6 Conditions de température de CO ₂	11
6.9.7 Chemisage interne	11
6.9.8 Isolation thermique externe	11
6.9.9 Détection des fuites	11
6.10 Configuration de conduite	12
6.10.1 Postes/stations	12
6.10.2 Postes de sectionnement	12
6.10.3 Robinets de coupure	12
6.10.4 Stations de pompage et de compression	12
6.10.5 Gare de pistons et inspection par pistons	12
6.10.6 Conception d'installation terrestre de mise à l'évent	12
6.10.7 Installations en mer de mise à l'évent	13

7	Matériaux et conception de conduite	13
7.1	Corrosion interne	13
7.2	Matériaux de tube	14
7.2.1	Généralités	14
7.2.2	Revêtement externe	14
7.2.3	Matériaux non métalliques	14
7.2.4	Lubrifiants	14
7.3	Calculs d'épaisseur de paroi	14
7.3.1	Principes de calcul — Chargements de conception	14
7.3.2	Détermination de l'épaisseur minimale de paroi	15
7.3.3	Épaisseur minimale de paroi ($t_{\min DP}$) par rapport à la pression interne	15
7.3.4	Épaisseur minimale de paroi ($t_{\min HS}$) prenant en compte les fluctuations dynamiques de la pression (choc hydraulique)	15
7.3.5	Épaisseur minimale de paroi ($t_{\min DF}$) par rapport à une fracture ductile	16
7.3.6	Ténacité	16
7.3.7	Vue d'ensemble	16
7.4	Mesures complémentaires	18
7.4.1	Charges dynamiques dues au fonctionnement (pression de fonctionnement variable)	18
7.4.2	Profil topographique	18
7.4.3	Dispositifs anti-propagation de ruptures	18
7.4.4	Conduites en mer	18
8	Construction	18
8.1	Généralités	18
8.2	Phase préalable à la mise en service des conduites	18
8.2.1	Vue d'ensemble	18
8.2.2	Déshydratation et séchage des conduites	19
8.2.3	Préservation avant la mise en service des conduites	19
9	Fonctionnement	19
9.1	Généralités	19
9.2	Mise en service des conduites	19
9.2.1	Première inspection/inspection initiale/ inspection de référence	19
9.2.2	Remplissage et pressurisation initiaux avec le produit	19
9.2.3	Installations terrestres de mise à l'évent	20
9.2.4	Mise hors service de conduite	20
9.2.5	Dépressurisation de la conduite	20
9.3	Inspection, surveillance et essais	21
9.3.1	Généralités	21
9.3.2	Procédure d'inspection en ligne	21
9.3.3	Surveillance de la teneur en eau	21
10	Requalification de conduites existantes pour un service de CO₂	21
Annexe A (informative) Composition des flux de CO₂		22
Annexe B (informative) Caractéristiques du CO₂		25
Annexe C (informative) Corrosion et érosion internes		28
Annexe D (informative) Utilisation du modèle à deux courbes de Battelle modifié		30
Annexe E (informative) Exigences de données pour un plan de gestion de l'intégrité		32
Bibliographie		34

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/076d4bf1-c78d-46f8-9c5e-4ed8b55a21b5/iso-27913-2016).

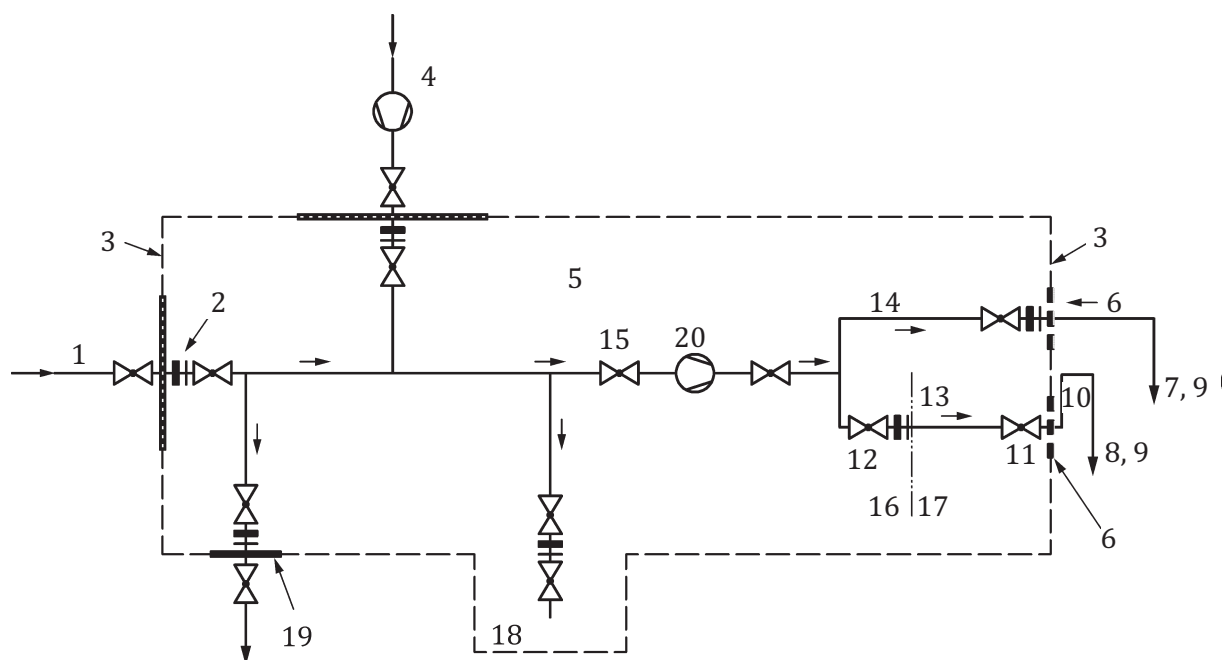
Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 265, *Captage du dioxyde de carbone, transport et stockage géologique*.

Introduction

Le procédé de captage et de stockage du dioxyde de carbone (CO₂), désigné ci-après par CCS, est une technologie reconnue comme déterminante pour une réduction significative des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Il est probable que les conduites soient le principal moyen pour transporter le CO₂ du point de captage jusqu'au site de stockage (par exemple, des formations géologiques d'hydrocarbures épuisées, des aquifères salins profonds), où il sera stocké de manière définitive ou employé à d'autres fins [par exemple, récupération assistée des hydrocarbures (EOR, de l'anglais Enhanced Oil Recovery)] afin de limiter son rejet dans l'atmosphère. Même si le transport de CO₂ par des conduites est perçu comme un moyen n'entravant pas la mise en œuvre du CCS, il existe peu de retour d'informations sur sa mise en pratique dans l'industrie contrairement au transport d'hydrocarbures (de gaz naturel par exemple) et il est nécessaire de bien comprendre un certain nombre de problématiques et de gérer efficacement les risques associés afin d'assurer la sécurité du transport du CO₂. Dans le contexte du CCS, certaines régions ayant de plus fortes densités de population et dont les émissions de CO₂ proviennent de multiples sources, pourraient avoir besoin de systèmes de conduites de CO₂ plus conséquents. De même, il est probable que les conduites en mer destinées à acheminer le CO₂ jusqu'à des sites de stockage en mer deviennent pratique courante.

Le présent document vise à spécifier les exigences et recommandations relatives à certains aspects pour une conception, une construction et un fonctionnement sûrs et fiables des conduites destinées au transport du CO₂ à grande échelle, qui ne sont pas déjà couverts par les normes existantes sur les conduites, telles que l'ISO 13623, l'ASME B31.4, l'EN 1594, l'AS 2885, ou d'autres normes (voir Bibliographie). Les normes existantes sur les conduites couvrent une grande partie des questions associées à la conception et à la construction de conduites de CO₂; néanmoins, certaines problématiques plus spécifiques du CO₂ ne sont pas traitées de manière adéquate dans ces normes. Le présent document vise à couvrir ces questions de façon cohérente. Par conséquent, le présent document n'est pas une norme indépendante, et a été rédigé comme un complément aux autres normes existantes sur les conduites pour le gaz naturel ou les liquides transportés par des conduites terrestres et en mer.

Le transport du CO₂ par voie maritime, ferroviaire et routière n'est pas traité dans le présent document.



Légende

- | | |
|--|--|
| 1 source de CO ₂ de captage, par exemple à partir d'une centrale électrique, d'une installation industrielle, voir ISO/TR 27912 (captage) | 10 riser (out of transport scope) |
| 2 joint d'étanchéité | 11 vanne sous-marine (à l'intérieur du périmètre relatif au transport) |
| 3 limite | 12 vanne littorale |
| 4 autre source de CO ₂ | 13 conduite en mer |
| 5 ISO 27913 (système de transport, à l'intérieur de la limite) | 14 conduite terrestre |
| 6 limite de l'installation de stockage | 15 vanne |
| 7 installation de stockage terrestre | 16 point d'arrivée à terre |
| 8 installation de stockage en mer | 17 eau libre/mer |
| 9 EOR | 18 système de transport d'une tierce partie |
| | 19 export pour des utilisations autres que 7, 8 et 9 |
| | 20 compression ou pompage intermédiaire |

Figure 1 — Illustration schématique des limites du système du présent document

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

ISO 27913:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076d4bfl-c78d-46f8-9c5e-4ed8b55a21b5/iso-27913-2016>

Captage du dioxyde de carbone, transport et stockage géologique — Systèmes de transport par conduites

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des exigences et recommandations supplémentaires non mentionnées dans les normes existantes sur les conduites, applicables au transport de flux de CO₂ du site de captage jusqu'à l'installation de stockage où il est principalement stocké dans des formations géologiques ou utilisé à d'autres fins (par exemple, pour une récupération assistée des hydrocarbures (EOR) ou une utilisation du CO₂).

Ce document s'applique:

- aux conduites métalliques rigides;
- aux systèmes de conduites;
- aux conduites terrestres et en mer destinées au transport de flux de CO₂;
- à la conversion de conduites existantes pour le transport de flux de CO₂;
- au transport par conduites de flux de CO₂ en vue d'un stockage ou d'une utilisation; et
- au transport de CO₂ en phase gazeuse et en phase dense.

La limite du système (voir Figure 1) entre le captage et le transport est le point au niveau de la vanne d'entrée de la conduite, où la composition, la température et la pression du flux de CO₂ sont régulées dans une certaine plage spécifiée par le ou les processus de captage afin de satisfaire aux exigences de transport décrites dans le présent document.

La limite entre le transport et le stockage est le point au niveau duquel le flux de CO₂ quitte l'infrastructure de conduites de transport et entre dans l'infrastructure de stockage.

Le présent document inclut également des aspects d'assurance qualité du flux de CO₂ et traite de la convergence de flux de CO₂ provenant de différentes sources.

Les aspects de santé, de sécurité et environnementaux relatifs à la surveillance et au transport du CO₂ sont pris en compte.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 3183:2012, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tubes en acier pour les systèmes de transport par conduites*

ISO 20765-2, *Gaz naturel — Calcul des propriétés thermodynamiques — Partie 2: Propriétés des phases uniques (gaz, liquide, fluide dense) pour une gamme étendue d'applications*

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1

pression d'arrêt

pression interne de conduite à laquelle la résistance mécanique est suffisante pour stopper, ou bien l'énergie n'est pas suffisante pour favoriser une *fracture ductile* (3.8)

3.2

flux de CO₂

flux constitué majoritairement de dioxyde de carbone

3.3

surépaisseur de corrosion

épaisseur supplémentaire de paroi ajoutée lors de la conception pour compenser toute diminution d'épaisseur de paroi due à la corrosion (interne/externe) au cours de la durée de vie définie à la conception

3.4

point critique

température et pression les plus élevées auxquelles une substance pure (par exemple CO₂) peut exister sous forme gazeuse et liquide à l'équilibre

Note 1 à l'article: Pour un mélange de fluides de plusieurs composants d'une composition donnée, le point critique est l'intersection des courbes du point de bulle et du point de rosée.

3.5

pression critique

pression de vapeur à la *température critique* (3.6)

Note 1 à l'article: La pression critique pour le CO₂ pur est de 7,28 MPa.

3.6

température critique

température au-dessus de laquelle il n'est pas possible d'atteindre la phase liquide par une simple augmentation de pression

Note 1 à l'article: La température critique pour le CO₂ pur est de 304,03 K.

3.7

phase dense

CO₂ dans ses phases liquide ou supercritique

3.8

fracture ductile

mécanisme initié par la propagation d'une fissure ou par des éléments d'augmentation de contrainte, associé à une déformation plastique importante

Note 1 à l'article: Une « fracture ductile » est parfois appelée « fracture par cisaillement ».

3.9

revêtement facilitant l'écoulement

revêtement interne destiné à réduire la rugosité interne et donc réduire au minimum la perte de charge due aux frottements

3.10**dispositif anti-propagation de rupture**

composant supplémentaire de conduite pouvant être installé autour des parties d'une conduite conçue pour résister à la propagation des fractures

Note 1 à l'article: Un dispositif anti-fracture est aussi appelé « dispositif anti-fissure ».

3.11**eau libre**

eau (eau pure, eau contenant des sels dissous, sels humides, mélanges eau/glycol ou autres mélanges contenant de l'eau) non dissoute dans la phase CO₂ gazeuse ou dense, c'est-à-dire une phase d'eau distincte

3.12**placage interne**

conduite avec un revêtement métallique interne où la liaison entre le tube de conduite et le revêtement est métallurgique

3.13**chemisage interne**

conduite avec un revêtement interne où la liaison entre le tube de conduite et le revêtement est mécanique

3.14**température maximale de calcul**

température la plus élevée possible pouvant être appliquée localement et à laquelle l'équipement ou le système peuvent être raisonnablement exposés pendant l'installation et le fonctionnement

3.15**pression maximale de service**

pression la plus élevée possible pouvant être appliquée localement et à laquelle l'équipement ou le système peuvent être raisonnablement exposés pendant l'installation et le fonctionnement

3.16**température minimale de calcul**

température la plus basse possible pouvant être appliquée localement et à laquelle le composant ou le système peuvent être raisonnablement exposés pendant l'installation et le fonctionnement

3.17**pression minimale de service**

pression la plus faible possible pouvant être rencontrée localement et à laquelle l'équipement ou le système peuvent être raisonnablement exposés pendant l'installation et le fonctionnement

3.18**gaz non condensables**

substances chimiques qui sont en partie à l'état vapeur aux conditions de fonctionnement de la conduite

3.19**plage de service**

plage limitée de paramètres dans laquelle des opérations aboutiront à des performances sûres et acceptables de l'équipement ou du système pendant le fonctionnement

3.20**mise en service des conduites**

activités associées au remplissage et à la mise en pression initiaux du système de conduites avec le fluide à transporter

3.21**déshydratation des conduites**

processus d'élimination de l'eau présente dans un *flux de CO₂* (3.2) à un niveau inférieur à la saturation de sorte à pouvoir atteindre les maxima de conception prévus pour le système de transport

3.22

purge d'eau des conduites

élimination de l'eau après des essais hydrauliques du système de conduites

3.23

décompression rapide des gaz

phénomène initié par un fluide migrant à un niveau moléculaire dans un polymère, et formant une bulle qui éclate suite à une diminution de pression

3.24

pression de saturation

pression d'une vapeur qui est en équilibre avec sa phase liquide à une température donnée

Note 1 à l'article: Le terme « pression de saturation » est également appelé « pression de vapeur saturante ».

3.25

réserve de stockage à court terme (stockage en conduite)

accumulation du fluide dans une section sous pression d'une conduite s'ajoutant au fluide extrait provenant de la conduite, à des fins de stockage temporaire de ce fluide

3.26

menace

activité ou état, qui, seul(es), ou combiné(es) à d'autres activités ou états, en l'absence d'un contrôle adéquat, sont susceptibles de nuire ou d'avoir un autre impact négatif

3.27

point triple

température et pression auxquelles trois phases (gaz, liquide et solide) d'une substance coexistent selon un équilibre thermodynamique

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 27913:2016

4 Symboles, abréviations et unités

https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076d4bfl-c78d-46f8-9c5e-4ed8b55a21b5/iso-27913-2016

4.1 Symboles

C_v	Valeur d'impact sur éprouvette entaillée (essai Charpy) de l'acier de la conduite (J)
c_{cf}	Facteur de correction (–)
E	Module de Young (MPa)
A_C	Surface d'essai = 80 mm ²
σ_f	Contrainte de fluage (MPa)
R	Rayon moyen de conduite (mm)
t	Épaisseur minimale de paroi de la conduite (mm)
σ_a	Contrainte d'arrêt (MPa)
P_S	Pression de saturation maximale (pression manométrique) en MPag; pour le CO ₂ pur, pression critique = 7,28 MPag
OD	Diamètre externe de la conduite (mm)

4.2 Abréviations

CCS	Carbon dioxide Capture et Storage (<i>captage et stockage du dioxyde de carbone</i>)
EOR	Enhanced Oil Recovery (<i>récupération assistée des hydrocarbures</i>)
GERG	Groupe Européen de Recherches Gazières (European Gas Research Group)
IMP	Integrity Management Plan (<i>plan de gestion de l'intégrité</i>)
MAOP	Maximum Allowable Operating Pressure (<i>pression maximale admissible de service</i>)
PIG	Pipeline Inspection Gauge (<i>piston d'inspection de conduite</i>)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (<i>système d'acquisition et de contrôle des données</i>)
SI	Système International d'unités (en anglais International System of Units)

4.3 Unités

Toutes les unités utilisées dans le présent document sont des unités SI.

5 Propriétés du CO₂, de flux de CO₂ et de mélange de flux de CO₂ ayant une influence sur le transport par conduites

5.1 Généralités

Le fait que les propriétés du CO₂ pur ou impur conformément à l'ISO 20765-2 peuvent être très différentes de celles des fluides hydrocarbonés et peuvent influencer tous les stades de la durée de vie de la conduite doit être pris en considération.

Les données sur le comportement thermodynamique et chimique du CO₂ pur sont disponibles dans la littérature (voir, par exemple, Référence [50]). Dans la plage de service habituelle pour le transport de CO₂, la température et la pression fluctueront et dépendront du projet. Le CO₂ peut se trouver en phase gazeuse ou dense. La masse volumique varie très fortement entre la phase gazeuse et la phase dense lorsque le CO₂ est proche de la pression de saturation, et par conséquent, il convient d'éviter un fonctionnement proche de cet état de saturation.

S'il est impossible d'éviter un flux diphasique quelle qu'en soit la raison, il convient que cela fasse l'objet d'une attention particulière lors de la conception et du fonctionnement (voir Références [25] et [52]).

Les paragraphes suivants visent à éclairer le concepteur et l'opérateur des conduites sur la façon de choisir les bons paramètres à appliquer pour éviter des conséquences négatives sur l'intégrité des conduites.

Des impuretés dans le flux de CO₂ peuvent avoir des conséquences négatives sur l'intégrité des conduites. La spécification des limites pour les teneurs maximales en impuretés dans le flux de CO₂ doit faire partie du processus de conception, et un équipement de mesure robuste doit être installé pour vérifier que la composition respecte cette spécification avant son entrée dans la conduite. L'[Annexe A](#) fournit de plus amples informations sur cet aspect.

5.2 CO₂ pur

5.2.1 Thermodynamique

Les propriétés thermodynamiques du CO₂, notamment la pression de saturation, doivent être prises en compte car elles ont un impact significatif sur la conception de la conduite. Si la MAOP est supérieure à la pression critique, la pression critique doit être utilisée en tant que paramètre principal dans la