

---

---

**Bouteilles à gaz — Cadres de  
bouteilles — Conception, fabrication,  
essais et inspection**

*Gas cylinders — Cylinder bundles — Design, manufacture, testing and  
inspection*

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

[ISO 10961:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d06c4a44-c31b-48e7-8fd9-1bdc45f9f544/iso-10961-2019)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d06c4a44-c31b-48e7-8fd9-  
1bdc45f9f544/iso-10961-2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d06c4a44-c31b-48e7-8fd9-1bdc45f9f544/iso-10961-2019)



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

ISO 10961:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d06c4a44-c31b-48e7-8fd9-1bdc45f9f544/iso-10961-2019>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Conception</b> .....	<b>5</b>
4.1 Généralités.....	5
4.2 Matériaux.....	5
4.3 Châssis.....	5
4.4 Bouteilles.....	7
4.5 Robinets et raccords de bouteilles.....	7
4.6 Tuyau collecteur.....	8
4.7 Connexion(s) principale(s) et vanne(s) principale(s).....	8
4.8 Cadre assemblé.....	8
<b>5</b> <b>Fabrication</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b> <b>Identification</b> .....	<b>9</b>
6.1 Généralités.....	9
6.2 Identification du produit et du danger.....	9
6.2.1 Étiquettes de prévention.....	9
6.2.2 Code couleur.....	9
6.3 Identification du cadre pour le remplissage.....	9
6.4 Autres informations utiles.....	9
<b>7</b> <b>Procédure d'approbation de type</b> .....	<b>10</b>
7.1 Généralités.....	10
7.2 Essais de type.....	10
7.2.1 Châssis.....	10
7.2.2 Tuyau collecteur.....	10
7.2.3 Cadre.....	10
7.2.4 Essais de chute.....	11
7.3 Essais et inspection lors de la fabrication.....	13
7.3.1 Châssis.....	13
7.3.2 Tuyau collecteur.....	13
7.3.3 Cadre.....	14
<b>8</b> <b>Documentation</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A (normative) Exigences spéciales pour la conception, la fabrication et les essais des cadres dont les bouteilles - y compris les bouteilles d'acétylène - sont sorties du châssis pour le remplissage</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (normative) Exigences supplémentaires pour les cadres de bouteilles d'acétylène</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple d'identification du cadre pour le remplissage conforme au Règlement type de l'ONU<sup>[1]</sup></b> .....	<b>22</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>26</b>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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](http://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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 58, *Bouteilles à gaz*, sous-comité SC 4, *Contraintes de service des bouteilles à gaz*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 10961:2010), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- la terminologie a été, autant que possible, harmonisée avec celle de l'ISO 10286,
- le stockage a été inclus comme situation possible d'utilisation, et ce dans tous le document;
- les descriptions des essais de chute ont été clarifiées;
- les descriptions des essais d'étanchéité ont été clarifiées;
- un nouveau chiffre a été ajouté, pour indiquer l'angle de l'essai de chute verticale;
- l'essai de chute en rotation a été décliné en deux versions, selon que les bouteilles sont installées verticalement ou horizontalement dans le cadre;
- les exigences supplémentaires applicables aux cadres de bouteilles d'acétylène ont été clarifiées;
- les informations sur l'identification des cadres pour le remplissage ont été déplacées dans l'[Annexe C](#).

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse <https://www.iso.org/fr/members.html>.

## Introduction

Pour certaines applications, le contenu d'une seule bouteille à gaz peut ne pas satisfaire à la demande de gaz, auquel cas des assemblages de bouteilles peuvent être utilisés pour fournir des volumes de gaz plus importants en une unité simple. L'unité simple, qui contient plusieurs bouteilles, est nommée cadre de bouteilles.

Un tel cadre de bouteilles est un assemblage transportable conçu pour être levé régulièrement et constitué d'un châssis et de deux bouteilles ou plus, raccordées à un tuyau collecteur par des robinets ou des raccords de bouteille de sorte que les bouteilles puissent être remplies, transportées et vidées sans désassemblage.

Un cadre de bouteilles peut être soumis à une manipulation brutale lors de son exploitation normale.

Il existe des types d'assemblages de bouteilles à gaz qui utilisent des composants de cadre de bouteilles, mais qui sont conçus pour être désassemblés à chaque remplissage pour permettre le remplissage individuel des bouteilles. Bien que ces assemblages ne soient pas conformes à la définition d'un cadre de bouteilles, ils sont généralement appelés des cadres. Leurs exigences particulières sont fournies dans l'[Annexe A](#).

Les cadres de bouteilles d'acétylène sont souvent remplis sans désassemblage. La vérification de la quantité de solvant qu'ils contiennent peut être effectuée avec ou sans démontage du cadre. Une remise à niveau en solvant est habituellement effectuée après un nombre défini de remplissages. Leurs exigences particulières sont fournies dans l'[Annexe B](#).

Dans les normes internationales, le poids est équivalent à une force, exprimée en newtons. Toutefois, dans le langage courant (tel qu'utilisé dans les termes définis dans le présent document), le terme «poids» continue à être employé pour désigner la «masse», mais cette pratique est déconseillée (voir l'ISO 80000-4).

Le présent document a été rédigé de manière à pouvoir être référencé dans le *Règlement type* de l'ONU [\[1\]](#).

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

ISO 10961:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d06c4a44-c31b-48e7-8fd9-1bdc45f9f544/iso-10961-2019>

# Bouteilles à gaz — Cadres de bouteilles — Conception, fabrication, essais et inspection

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de conception, de fabrication, d'essai et d'inspection initiale d'un cadre de bouteilles transportable.

Il s'applique aux cadres de bouteilles remplies de gaz comprimé, de gaz liquéfié et de mélange de gaz comprimés et liquéfiés. Il s'applique également aux cadres de bouteilles d'acétylène. L'Annexe B fournit des exigences supplémentaires pour les cadres de bouteilles d'acétylène remplies d'acétylène dans un solvant. En revanche, le présent document ne traite pas des cadres de bouteilles remplies d'acétylène sans solvant.

Cette norme spécifie les exigences supplémentaires applicables aux bouteilles assemblées dans un cadre. Sauf mention contraire, chaque bouteille dans un cadre de bouteille doit se conformer aux normes applicables aux bouteilles.

Le présent document est prioritairement prévu pour les gaz industriels autres que le gaz de pétrole liquéfié (GPL), mais il peut également être utilisé pour le GPL.

Le présent document ne s'applique pas aux assemblages dans lesquels les bouteilles sont reliées à un tuyau collecteur commun dans un châssis conçu pour être fixé de manière permanente à un véhicule routier, à un wagon ferroviaire ou au sol en tant que réservoir de stockage client. Il n'est pas non plus applicable aux cadres de bouteilles conçus pour une utilisation dans des conditions environnementales ou d'exploitation extrêmes (par exemple les cadres de bouteilles pour une utilisation en mer), lorsque des exigences exceptionnelles sont imposées pour le maintien des normes de sécurité, de la fiabilité et de la performance.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 3807, *Bouteilles à gaz — Bouteilles d'acétylène — Exigences fondamentales et essais de type*

ISO 9606-1, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 1: Aciers*

ISO 10297, *Bouteilles à gaz — Robinets de bouteilles — Spécifications et essais de type*

ISO 10286:2015, *Bouteilles à gaz — Terminologie*

ISO 11114-1, *Bouteilles à gaz — Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 1: Matériaux métalliques*

ISO 11114-2, *Bouteilles à gaz — Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux — Partie 2: Matériaux non métalliques*

ISO 13585, *Brasage fort — Essais de qualification des braseurs et des opérateurs braseurs en brasage fort*

ISO 14113, *Matériel de soudage aux gaz — Tuyaux souples et flexibles en caoutchouc et en plastique pour des gaz industriels jusqu'à 450 bar (45 MPa)*

ISO 15607, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales*

ISO 15615:2013, *Matériel de soudage aux gaz — Centrales de détente pour la distribution d'acétylène pour le soudage, le coupage et les techniques connexes — Exigences de sécurité pour les dispositifs haute pression*

ISO 16964, *Bouteilles à gaz — Flexibles — Spécifications et essais*

EN 13134, *Brasage fort — Qualification de mode opératoire de brasage fort*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 10286, ainsi que les 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 <https://www.iso.org/obp>

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

#### 3.1

##### cadre de bouteilles

bouteilles attachées entre elles et reliées par un tuyau collecteur et transportées comme un ensemble indissociable ayant une contenance totale en eau ne dépassant pas 3 000 l

Note 1 à l'article: Dans les normes de l'ISO/TC 58, le terme «cadre» est fréquemment utilisé à des fins de simplification.

Note 2 à l'article: Les cadres destinés au transport des gaz toxiques sont limités à une contenance totale en eau ne dépassant pas 1 000 l.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 204, modifiée — exigence relative aux gaz toxiques déplacée dans la note 2 à l'article]

#### 3.2

##### châssis

éléments structurels et non structurels d'un cadre qui réunissent tous les autres composants, tout en offrant une protection pour les bouteilles, les robinets (3.3) et le tuyau collecteur (3.5) du cadre, et qui permettent de transporter le cadre

[SOURCE: ISO 10286:2015, 264]

#### 3.3

##### robinet de bouteille

robinet monté sur une bouteille et auquel est raccordé un tuyau collecteur (3.5), dans un cadre (3.1)

#### 3.4

##### raccord de bouteille

composant, ne permettant pas le sectionnement du gaz, qui sert à raccorder le tuyau collecteur (3.5) d'un cadre à chacune de ses bouteilles lorsque celles-ci ne possèdent pas de robinet de bouteille (3.3)

#### 3.5

##### tuyau collecteur

système de tuyauterie pour le raccordement des robinets ou des raccords (3.4) des récipients à pression au(x) vanne(s) principale(s) (3.6) ou aux connexion(s) principale(s) (3.7)

[SOURCE: ISO 10286:2015, 265]



**3.6****vanne principale**

vanne montée sur le *tuyau collecteur* (3.5) d'un *cadre* (3.1) pour l'isoler de la (des) *connexion(s) principale(s)* (3.7)

[SOURCE: ISO 10286:2015, 267]

**3.7****connexion principale**

moyen de connecter au gaz un *cadre* (3.1)

[SOURCE: ISO 10286:2015, 266, modifiée — suppression de «véhicule batterie/CGEM»]

**3.8****tare**

masse des récipients à pression vides, avec les accessoires nécessaires au remplissage

Note 1 à l'article: Des informations supplémentaires sur la tare des cadres de bouteilles d'acétylène sont fournies en B.2.

**3.9****masse brute maximale**

somme des tares du *cadre* (3.1) et de la charge maximale de remplissage admissible

Note 1 à l'article: L'expression «poids brut maximal» doit être comprise comme la «masse brute maximale» conformément aux réglementations régionales en matière de transport.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 743, modifiée — note 1 à l'article ajoutée]

**3.10****gaz comprimé**

gaz qui, lorsqu'il est conditionné sous pression pour le transport, est entièrement gazeux à  $-50\text{ °C}$

Note 1 à l'article: Tous les gaz qui ont une température critique inférieure ou égale à  $-50\text{ °C}$  appartiennent à cette catégorie.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 705]

**3.11****gaz liquéfié**

gaz qui, lorsqu'il est conditionné pour le transport, est partiellement liquide (ou solide) à une température au-dessus de  $-50\text{ °C}$

Note 1 à l'article: On distingue:

- gaz liquéfié à haute pression: gaz liquéfié dont la température critique est comprise entre  $-50\text{ °C}$  et  $+65\text{ °C}$ ;
- gaz liquéfié à basse pression: gaz liquéfié dont la température critique est supérieure à  $+65\text{ °C}$ .

[SOURCE: ISO 10286:2015, 706, modifiée — note 1 à l'article ajoutée pour incorporer les définitions 707 et 708 de l'ISO 10286:2015]

**3.12****pression d'épreuve**

pression requise appliquée pendant un essai de pression

Note 1 à l'article: Dans certains cas, la pression d'épreuve du cadre peut être différente de la pression d'épreuve des bouteilles contenues dans le cadre.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 729, modifiée — note 1 à l'article ajoutée]

### 3.13

#### **pression de rupture**

pression maximale atteinte au cours de l'essai de rupture

Note 1 à l'article: La pression de rupture s'applique également aux flexibles et tuyaux collecteurs.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 732, modifiée — note 1 à l'article ajoutée]

### 3.14

#### **pression de service**

<gaz comprimé> pression stabilisée d'un gaz comprimé à une température de référence uniforme de 15 °C dans un cadre de bouteilles pleines

Note 1 à l'article: En Amérique du Nord, la pression de service est souvent utilisée pour indiquer un état similaire, généralement à 21,1 °C (70 F).

Note 2 à l'article: En Asie de l'Est, la pression de service est souvent utilisée pour indiquer un état similaire, généralement à 35 °C.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 736, modifiée — remplacement de l'expression «pour une bouteille pleine de gaz» par «dans un cadre de bouteilles pleines»]

### 3.15

#### **charge maximale de remplissage**

produit de la capacité minimale en eau du récipient à pression et du taux de remplissage du gaz contenu

Note 1 à l'article: S'applique aux gaz liquéfiés.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 740]

### 3.16

#### **gaz toxique**

gaz qui est connu pour provoquer des risques sanitaires par sa toxicité ou son caractère corrosif, ou qui est présumé toxique ou corrosif pour l'homme, car sa valeur de toxicité aiguë CL<sub>50</sub> est inférieure ou égale à 5 000 ml/m<sup>3</sup> (ppm)

Note 1 à l'article: D'autres risques, tels que la corrosivité sur les tissus, sont parfois liés.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 716]

### 3.17

#### **pression de remplissage**

pression à laquelle un cadre de bouteilles est soumis lors du remplissage

Note 1 à l'article: Elle varie suivant la température du gaz dans la bouteille et dépend des paramètres de remplissage et des conditions ambiantes. Elle est généralement supérieure à la pression de travail (en raison de la chaleur de compression) et toujours inférieure à la pression d'épreuve.

[SOURCE: ISO 10286:2015, 734, modifiée — remplacement de l'expression «bouteille» par «cadre de bouteilles»]

### 3.18

#### **fabricant du cadre**

entité qui assemble les divers composants du cadre dans sa configuration finale

### 3.19

#### **organisme d'inspection**

organisme procédant à l'inspection

Note 1 à l'article: Un organisme d'inspection peut être une organisation ou une partie d'une organisation.

[SOURCE: ISO/IEC 17020:2012, 3.5]

**3.20****autorité compétente**

tout organisme ou autorité désigné(e) ou autrement reconnu(e) compétent(e) par le gouvernement d'un pays

Note 1 à l'article: Le terme «organisme compétent» ne doit pas être utilisé; le *Règlement type*<sup>[4]</sup> de l'ONU utilise uniquement les termes «autorité compétente» et «organisme d'inspection».

[SOURCE: ISO 10286:2015, 620]

**3.21****gaz de saturation**

<acétylène> quantité d'acétylène nécessaire pour saturer le solvant à la pression atmosphérique et à une température de 15 °C

**4 Conception****4.1 Généralités**

La conception du cadre doit tenir compte:

- de l'inspection de toutes les parties du tuyau collecteur pour détecter les fuites lors du remplissage sans obstruction;
- du fonctionnement de tous les robinets sans nécessiter la dépose d'éléments tels qu'un écran ou une grille de protection du tuyau collecteur.

Tous les éléments sous pression doivent au moins pouvoir fonctionner en sécurité (par exemple la température de transition ductile-fragile pour les métaux) dans la plage de températures de -20 °C à +65 °C. Un fonctionnement à des températures hors de cette plage peut exiger que les bouteilles, robinets et raccords aient une conception spéciale.

Les cadres remplis au poids doivent utiliser des composants démontables uniquement en utilisant un outil, à l'exception du chapeau de protection de la sortie de la vanne principale.

Si le cadre est destiné à contenir de l'acétylène ou un gaz liquéfié toxique, il doit être conçu pour permettre la dépose de chaque bouteille du châssis pour être remplie, conformément à l'[Annexe A](#), afin de s'assurer que ces bouteilles ne sont pas trop remplies.

**4.2 Matériaux**

Les matériaux pour les bouteilles, les robinets et toutes les pièces en contact avec le gaz prévu doivent être sélectionnés conformément à l'ISO 11114-1 et l'ISO 11114-2. Des exigences spécifiques aux matériaux pour l'acétylène dissous sont données en [B.3.7](#).

La conformité des matériaux de construction du châssis aux plans validés doit être vérifiée.

**4.3 Châssis**

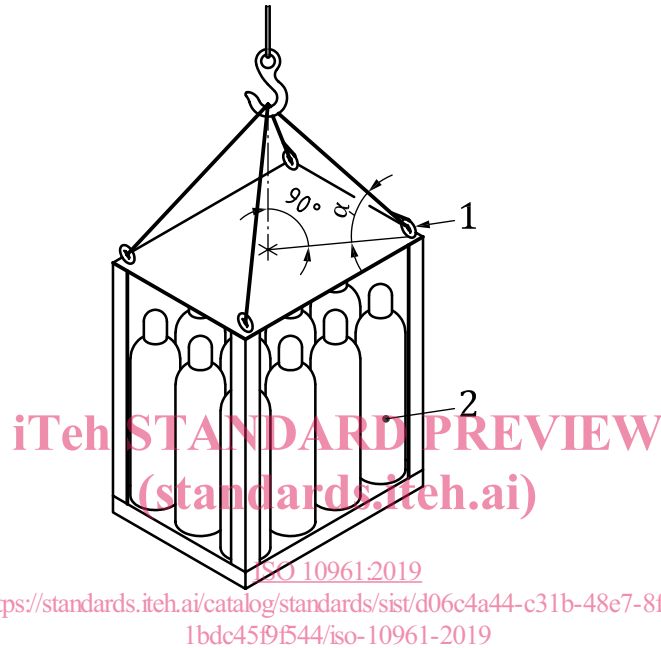
**4.3.1** Le châssis doit retenir fermement tous les composants du cadre, les protéger de tout dommage pouvant entraîner des fuites et minimiser la corrosion sur toutes les surfaces externes de la bouteille. De tels dommages peuvent être causés par l'environnement, les vibrations, les charges dynamiques, de stockage ou de manutention prévisibles lors du fonctionnement normal. La méthode de maintien des bouteilles doit minimiser tout mouvement horizontal ou vertical ou en rotation des bouteilles. Tout mouvement de bouteille susceptible d'exercer un effort excessif sur le tuyau collecteur doit être évité (voir [7.2.2](#)). L'ensemble complet doit satisfaire aux exigences données en [7.2](#).

En outre, le levage du cadre ne doit provoquer aucune fuite de gaz (voir [4.3.2](#)).

**4.3.2** Le châssis doit comprendre des moyens conçus pour la manipulation, le stockage et le transport du cadre. Les cadres peuvent généralement être levés par chariot élévateur à fourche, transpalette ou grue. Si le cadre est conçu pour un levage par grue, le châssis doit être équipé d'anneaux de levage. Différentes conceptions à un ou plusieurs anneaux de levage sont autorisées.

NOTE Des réglementations nationales peuvent s'appliquer en cas d'utilisation d'anneaux de levage.

Dans tous les cas, les anneaux de levage doivent être conçus pour supporter une charge équivalente à 2 fois le poids brut maximal du cadre. Les cadres dotés de plusieurs anneaux de levage doivent être conçus de façon que les brins d'élingue puissent former un angle  $\alpha$  de 45° par rapport à l'horizontale pendant le levage à l'aide de ces anneaux (voir la [Figure 1](#)).



**Légende**

- 1 anneau de levage
- 2 cadre de bouteilles de gaz
- $\alpha$  angle des brins d'élingue

**Figure 1 — Angle minimal des brins d'élingue**

Lorsque quatre anneaux de levage sont utilisés, ils doivent être assez solides pour que le cadre puisse être levé en n'utilisant que deux d'entre eux.

Lorsque deux ou quatre anneaux sont utilisés, les anneaux diagonalement opposés doivent être alignés l'un avec l'autre pour permettre un levage correct à l'aide de manillons.

L'équipement de levage doit être conçu de sorte qu'il n'interfère avec aucun composant sous pression (par exemple le tuyau collecteur).

Lorsqu'un cadre est conçu pour être déplacé à l'aide d'un chariot élévateur à fourche, il doit présenter deux ouvertures de fourche de chaque côté, qui doivent être utilisées pour lever le cadre. Les ouvertures de fourche doivent être symétriques par rapport au centre de gravité et leur taille doit correspondre aux fourches utilisées pour le déplacement du cadre. Ces ouvertures doivent être conçues de façon que le cadre ne puisse pas se désengager accidentellement des fourches.

**4.3.3** Les éléments structurels du châssis doivent être conçus pour une charge verticale équivalente à 2 fois le poids brut maximal du cadre. Les niveaux de contrainte calculés ne doivent pas dépasser 0,9 fois la limite d'élasticité du matériau du châssis. L'empilement de cadres n'est pas envisagé dans la présente norme; néanmoins, lorsqu'il est prévu qu'un cadre soit empilé lors de son stockage ou son transport, les forces résultantes doivent être prises en compte.