

---

---

**Détermination de la résistance des  
matériaux d'isolation thermique suite  
à un refroidissement cryogénique —**

**Partie 3:  
Émission sous forme de jet**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Determination of the resistance to cryogenic spillage of insulation  
materials —  
Part 3: Jet release*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 20088-3:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>



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

ISO 20088-3:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

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>2</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Configurations d'essai</b> .....	<b>2</b>
4.1 Généralités.....	2
<b>5</b> <b>Construction des éléments d'essai et des substrats</b> .....	<b>3</b>
5.1 Généralités.....	3
5.2 Matériau.....	3
5.3 Embout de décharge.....	3
5.3.1 Construction de l'embout.....	3
5.3.2 Position de l'embout.....	4
5.4 Table porte-échantillon.....	4
5.5 Chambre de recirculation.....	6
<b>6</b> <b>Matériaux de protection contre la fuite cryogénique</b> .....	<b>6</b>
6.1 Généralités.....	6
6.2 Systèmes de revêtements appliqués liquides.....	10
6.3 Essai de systèmes préformés.....	10
<b>7</b> <b>Instruments pour les échantillons d'essais</b> .....	<b>10</b>
7.1 Généralités.....	10
7.2 Emplacement des thermocouples.....	10
<b>8</b> <b>Environnement d'essai</b> .....	<b>10</b>
<b>9</b> <b>Procédure d'essai</b> .....	<b>12</b>
<b>10</b> <b>Répétabilité et reproductibilité</b> .....	<b>13</b>
<b>11</b> <b>Incertitude de mesure</b> .....	<b>13</b>
<b>12</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>13</b>
<b>13</b> <b>Applications pratiques des résultats d'essai</b> .....	<b>14</b>
13.1 Généralités.....	14
13.2 Critères de performance.....	14
13.2.1 Généralités.....	14
13.2.2 Revêtements et matériaux appliqués par pulvérisation.....	15
13.2.3 Systèmes et ensembles.....	15
13.3 Facteurs compromettant la validité de l'essai.....	15
13.3.1 Généralités.....	15
13.3.2 Défaillance au niveau de l'embout.....	16
13.3.3 Défaillance des thermocouples.....	16
<b>Annexe A (normative) Méthodes de fixation des thermocouples</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe B (normative) Montage complet</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexe C (informative) Classification</b> .....	<b>21</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>23</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 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, sous-comité SC 9, *Equipements et installations pour le gaz naturel liquéfié (GNL)*

Une liste de toutes les parties de la série ISO 20088 se trouve sur le site web de l'ISO.

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 [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Le présent essai a pour objet, dans la mesure du possible, d'être représentatif d'une éventuelle émission sous pression accidentelle de gaz naturel liquéfié (GNL) cryogénique fabriqué dans des installations industrielles. Cet essai comprend:

- a) un effet initial de renforcement du refroidissement du au contact liquide entraîné par la quantité de mouvement avec le substrat;
- b) une force localisée que l'on peut attendre lors de l'émission d'un jet cryogénique.

Cet essai est destiné à donner une indication de la manière dont les matériaux de protection contre la fuite cryogénique se comportent en cas d'exposition soudaine à un jet cryogénique.

Les dimensions de l'échantillon peuvent être inférieures à celles d'éléments types de structure et d'installation. Le jet peut être considérablement moindre que celui qui pourrait se produire dans le cas d'un événement probable. Toutefois, les charges thermiques et mécaniques individuelles auxquelles sont soumis les matériaux de protection contre la fuite cryogénique du fait du jet cryogénique, décrit dans ce document, sont représentatifs d'une émission de jet de GNL cryogénique avec une taille de trou de 20 mm ou moins et une pression de relâchement inférieure ou égale à 6 bar.

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

[ISO 20088-3:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>

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

ISO 20088-3:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>

# Détermination de la résistance des matériaux d'isolation thermique suite à un refroidissement cryogénique —

## Partie 3: Émission sous forme de jet

**AVERTISSEMENT** — L'attention de toutes les personnes impliquées dans la gestion et la réalisation de l'essai de fuite cryogénique est attirée sur le fait que les essais à l'azote liquide peuvent être dangereux, et qu'il y a un risque de recevoir une «brûlure froide» et/ou une possibilité que des gaz nocifs (risque d'anoxie) soient générés au cours de l'essai. Des dangers mécaniques et opérationnels peuvent également survenir durant la construction d'éléments ou de structures d'essai, au cours des essais eux-mêmes et lors de l'élimination des résidus d'essais. Les dangers et risques potentiels pour la santé doivent être évalués, et des précautions de sécurité doivent être identifiées et communiquées. Une formation et des équipements de protection individuelle appropriés doivent être fournis au personnel concerné. Le laboratoire d'essais est chargé de réaliser une évaluation des risques appropriée afin de prendre en compte l'impact de l'exposition à l'azote liquide et gazeux de l'équipement, du personnel et de l'environnement.

### 1 Domaine d'application

Ce document décrit une méthode pour déterminer la résistance à l'émission d'un jet cryogénique sur les systèmes de protection contre le jet cryogénique (CSP) qui ne résulte pas dans des conditions d'immersion. Elle s'applique quand des systèmes CSP sont installés sur de l'acier au carbone et sont appelés à être en contact avec des fluides cryogéniques.

Un jet cryogénique peut être émis par des équipements de procédés fonctionnant sous haute pression (par exemple certains procédés de liquéfaction utilisent une pression de service comprise entre 40 bar et 60 bar). Du fait de la haute pression d'émission, la protection contre le jet cryogénique peut être compromise en raison d'une grande quantité de mouvement à une température cryogénique extrême.

Bien que l'essai utilise de l'azote liquide comme liquide cryogénique, l'essai décrit dans ce document est représentatif d'une émission de GNL, par un orifice de 20 mm ou moins, à une pression d'émission de 6 bar ou moins, sur la base de paramètres simulés à 1 m de le point d'émission. La confiance dans le fait que cet essai est représentatif repose sur une comparaison de la pression dynamique attendue de l'émission simulée par rapport à la pression dynamique provenant des émissions, conformément au présent document.

Dans cet essai, il n'est pas pratique de couvrir l'ensemble des conditions de processus cryogéniques rencontrées dans des conditions réelles d'usine; en particulier, l'essai ne couvre pas les émissions de jets cryogéniques à haute pression qui pourraient se trouver dans les circuits de réfrigération et dans les flux de GNL immédiatement après la liquéfaction.

L'azote liquide est utilisé comme milieu cryogénique en raison de sa capacité à manipuler le matériau en toute sécurité aux pressions décrites dans ce document. La condition de test est exécutée à une pression nominale de 8 bars.

L'ISO 20088-1 traite des scénarios d'émission cryogéniques pouvant conduire à des conditions de flaque pour les aciers protégés par une protection cryogénique contre les émissions résultant d'une émission par jet ou d'un dégagement à basse pression de GNL ou d'azote liquide. L'ISO 20088-2 couvre les conditions d'exposition à la phase vapeur résultant d'une émission de jet ou d'un dégagement de GNL ou d'azote liquide à basse pression.

## 2 Références normatives

Il n'y a pas de référence normative dans ce document.

## 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 <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **émission par jet cryogénique**

exposition non intentionnelle à un jet de liquide cryogénique résultant d'une émission sous pression

### 3.2

#### **protection contre l'émission cryogénique**

##### **CSP**

peinture ou gaine, ou système en panneau qui, en cas de émission par jet cryogénique, offrira une isolation thermique destinée à limiter le coefficient de transfert de chaleur dans le substrat

### 3.3

#### **température limite**

température minimale que l'équipement, ensemble ou structure à protéger peut être autorisé à atteindre

### 3.4

#### **embout**

ensemble d'où s'écoule le fluide cryogénique sous forme de jet

ISO 20088-3:2018  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>

### 3.5

#### **commanditaire**

personne ou organisme qui demande un essai

### 3.6

#### **propriétaire de l'échantillon**

personne ou société qui détient/produit un matériau destiné à être soumis à essai

## 4 Configurations d'essai

### 4.1 Généralités

La configuration avec laquelle l'essai est réalisé est celle avec l'échantillon en position horizontale en hauteur sur des supports appropriés. L'échantillon est impacté à mi-parcours par une émission de jet cryogénique horizontal d'azote liquide. Pour des raisons de sécurité, il est proposé d'effectuer cet essai uniquement en extérieur, à moins de disposer de protections suffisantes pour atténuer les risques pour la sécurité liés au confinement et à l'azote liquide.



## 5 Construction des éléments d'essai et des substrats

### 5.1 Généralités

Les éléments clés nécessaires à l'essai sont les suivants:

- un embout et un dispositif d'alimentation en liquide cryogénique où la température et la pression du liquide peuvent être mesurées au point où le liquide pénètre dans la conduite à diamètre réducteur vers l'embout;
- azote liquide d'un volume suffisant pour la durée de l'essai fourni par un réservoir pouvant se décharger via une pompe pour générer la pression stable requise au niveau de l'embout;
- un échantillon en acier au carbone protégé avec une CSP;
- des thermocouples permettant de déterminer la température en fonction du temps dans l'échantillon d'acier.

### 5.2 Matériau

La nuance d'acier utilisée pour l'essai doit être enregistrée. Lorsque des poutres à plaques soudées sont utilisées, la construction doit être représentative de la structure telle que construite. Toutes les dimensions sont en millimètres, et sauf indication contraire, les tolérances suivantes doivent être utilisées:

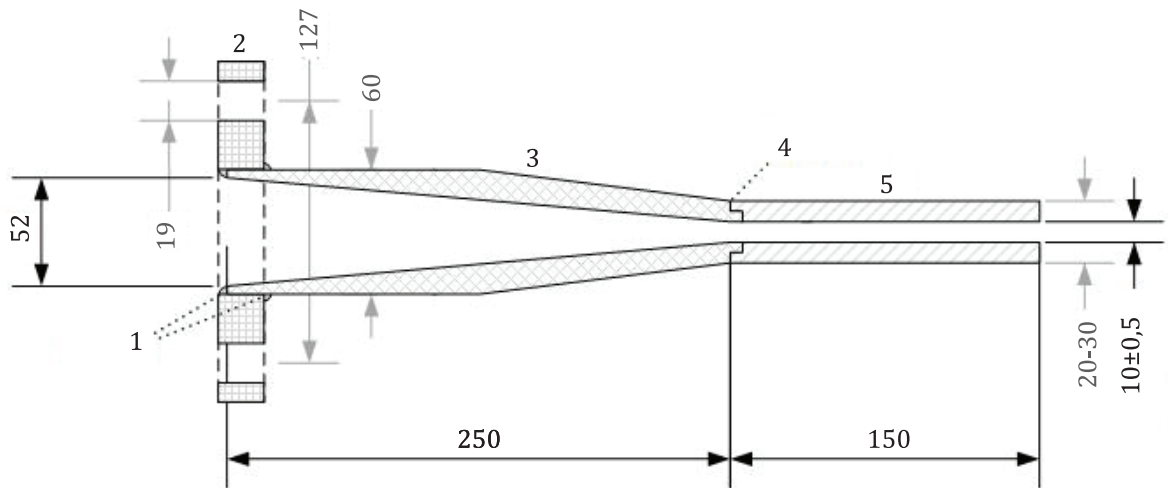
- nombre entier  $\pm 1,0$  mm;
- première décimale  $\pm 0,4$  mm;
- deuxième décimale  $\pm 0,2$  mm;
- angles  $\pm 0' 30''$ ;
- rayons  $\pm 0,4$  mm.

Les échantillons d'essai doivent comporter au minimum un faisceau de désignation 406 mm  $\times$  178 mm  $\times$  60 kg/m ou un échantillon tubulaire d'une épaisseur de paroi de 6,3 mm et d'un diamètre extérieur compris entre 270 mm et 350 mm (y compris le matériau de protection cryogénique contre les déversements). Tous les échantillons d'essai doivent mesurer 2,5 m de long, sauf accord contraire du commanditaire.

### 5.3 Embout de décharge

#### 5.3.1 Construction de l'embout

L'azote liquide est rejeté vers l'échantillon par un embout comme indiqué à la [Figure 1](#). L'embout doit être de longueur  $(150 \pm 1,0)$  mm, construit à partir d'un tuyau en acier inoxydable de diamètre nominal de 10 mm et d'un diamètre extérieur compris entre 20 et 30 mm,  $-0,5 / + 0,5$  mm donnant une épaisseur de paroi comprise entre 5 mm et 10 mm. L'embout ne doit pas être effilé et son extrémité doit être parfaitement coupée, sans chanfreinage des parois du tuyau. L'embout est alimenté en azote liquide par un tuyau en acier inoxydable de calibre 40 de diamètre 52,5 mm, dont le diamètre interne diminue progressivement jusqu'à 10 mm sur une longueur de 200 mm à 250 mm.



**Légende**

- 1 soudures
- 2 bride à enfiler
- 3 conduite à diamètre réducteur
- 4 soudure bout à bout
- 5 embout droit

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Figure 1 — Tuyau d'alimentation et construction de l'embout avec un embout de 10 mm d'épaisseur de paroi**

ISO 20088-3:2018

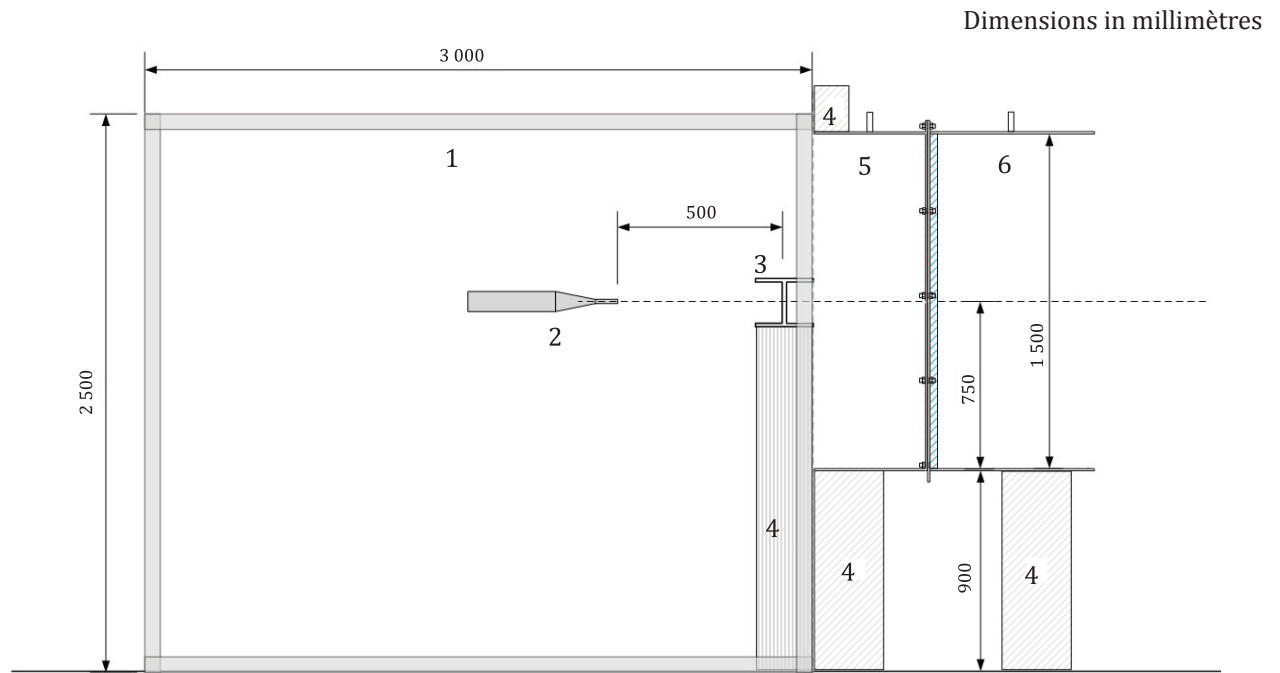
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/483679a1-700b-423f-9bff-6c3272040519/iso-20088-3-2018>

**5.3.2 Position de l'embout**

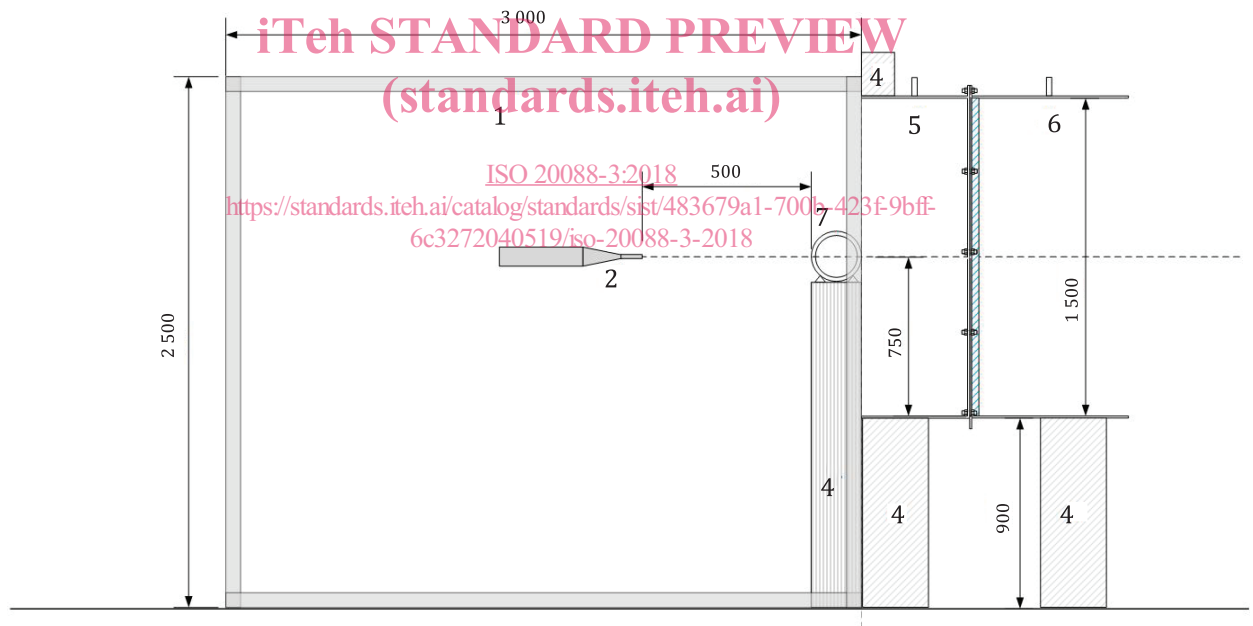
L'embout doit être placé horizontalement devant l'éprouvette, focalisée au centre de manière que l'émission du jet cryogénique ait un impact normal sur le fil du faisceau [point de mesure 7 de l'épaisseur du film sec (DFT)] ou perpendiculaire à une tangente dessinée le rayon du tube coupe le centre du tube (point de mesure 3 DFT), comme indiqué à la [Figure 4](#). La pointe de l'embout doit être située à  $(500 \pm 10)$  mm de la surface protégée de l'échantillon, comme indiqué à la [Figure 2](#).

**5.4 Table porte-échantillon**

Un support générique sera utilisé pour porter et maintenir l'échantillon. Il devra être fabriqué dans un matériau résistant aux températures cryogéniques. Il est de la responsabilité du laboratoire d'essai de concevoir ledit élément de manière appropriée et de faire en sorte qu'aucune accumulation de liquide cryogénique ne puisse se produire et venir en contact avec l'échantillon. Un exemple est donné à la [Figure 2](#), avec des figures plus détaillées illustrant la configuration de test globale à l'[Annexe B](#).



a) Configuration du faisceau (vue de côté - y compris la chambre climatique)



b) Configuration du tuyau (vue de côté - y compris la chambre climatique)

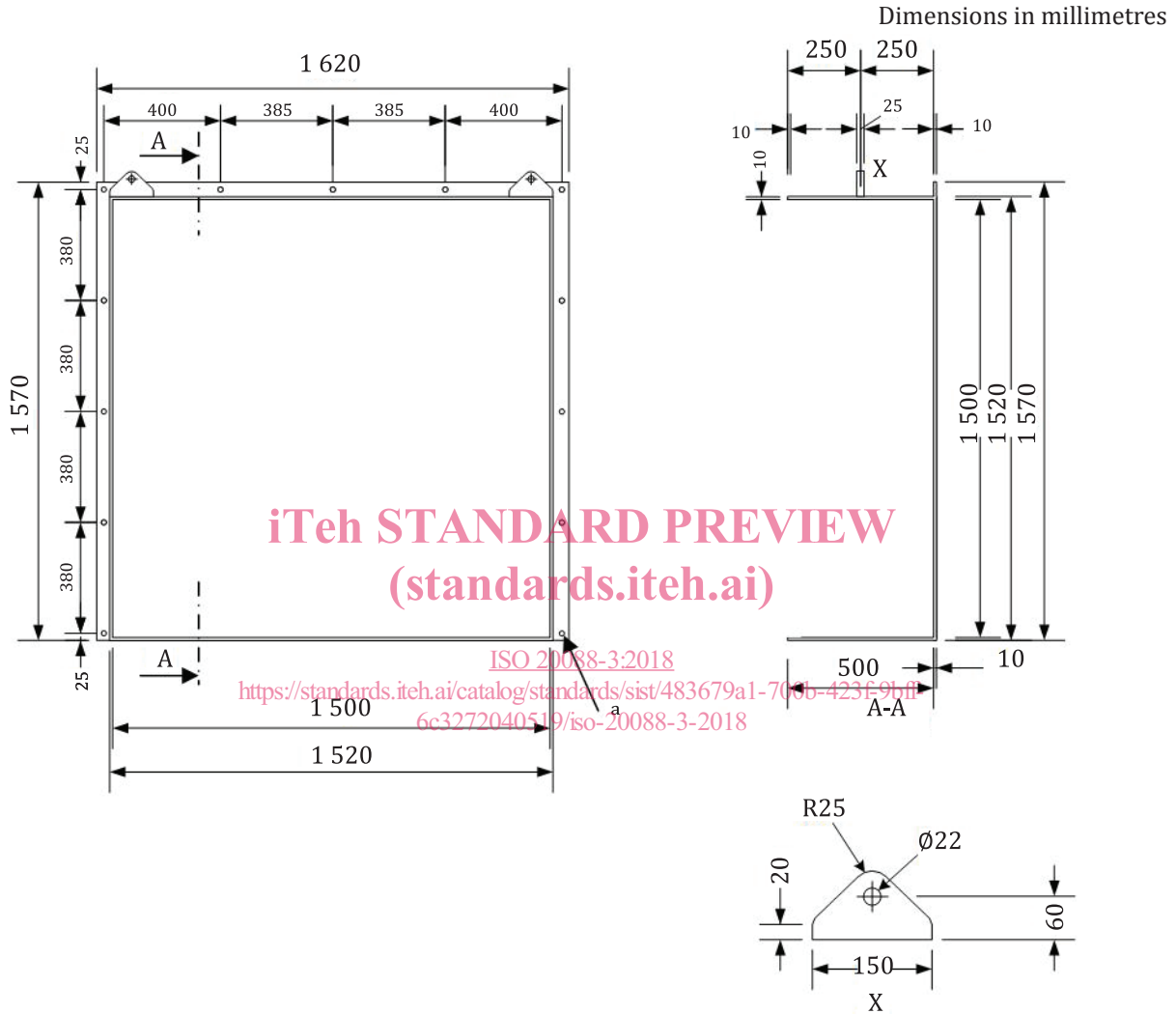
**Légende**

- 1 chambre climatique
- 2 embout d'émission ( $8 \pm 0,8$ ) bar (pression moyenne  $\pm$  écart normal)
- 3 échantillon (monté en faisceau)
- 4 supports d'échantillon (et chambres de recirculation et de protection)
- 5 chambre de recirculation (isolé sur la surface arrière)
- 6 chambre de protection (support et stabilité)
- 7 échantillon (monté en tube)

**Figure 2 — Exemple de porte-échantillon et de configuration vue de côté**

### 5.5 Chambre de recirculation

Une chambre de recirculation, telle que montrée à la [Figure 3](#), doit être placée derrière l'échantillon afin de fournir les moyens de normaliser l'environnement de test atmosphérique. Un panneau isolant (valeur U maximum 1,25 W / m<sup>2</sup>.K) doit être fixé à l'arrière de la chambre de recirculation. Pour fournir un soutien et une stabilité supplémentaires, un boîtier en acier doit être fixé à l'arrière de la chambre de recirculation, comme indiqué à la [Figure 2](#) (voir ISO 22899-1).



a Treize trous percés Ø18.

Figure 3 — Chambre de recirculation

## 6 Matériaux de protection contre la fuite cryogénique

### 6.1 Généralités

Les systèmes CSP se présentent généralement sous deux formes: matériaux/revêtements appliqués liquides et systèmes préformés. Les systèmes préformés comprennent plaques, carreaux, couvertures, panneaux sandwich, etc., et sont caractérisés par des systèmes qui incluent les joints et les fixations. Les systèmes préformés peuvent être utilisés conjointement avec des matériaux appliqués liquides.