
**Performance hygrothermique des
équipements de bâtiments et installations
industrielles — Calcul de la diffusion de
vapeur d'eau — Systèmes d'isolation de
tuyauteries froides**

*Thermal insulation of equipment in buildings — Calculation of water
vapour diffusion — Cold pipe insulation*
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15758:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15758:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 15758 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) (en tant que EN 14114:2002) et a été adoptée, selon une procédure spéciale par «voie express», par le comité technique ISO/TC 163, *Performance thermique et utilisation de l'énergie en environnement bâti*, sous-comité SC 2, *Méthodes de calcul*, parallèlement à son approbation par les comités membres de l'ISO.

[ISO 15758:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004>

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
Introduction	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	5
3 Termes, définitions, symboles et unités	5
4 Equations	7
5 Conditions aux limites	10
6 Méthode de calcul	10
Annexe A (informative) Exemples	14
Annexe B (informative) Détermination expérimentale du taux d'évaporation à la surface d'un tissu capillaire mouillé	16
Bibliographie	18

Avant-propos

Le présent document (EN 14114:2002) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 89 "Performance thermique des bâtiments et des composants de bâtiments", dont le secrétariat est tenu par le SIS.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en septembre 2002, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en septembre 2002.

La version de l'enquête portait le numéro prEN ISO 15758. Néanmoins, étant donné, le résultat de l'enquête, l'ISO a décidé d'abandonner l'Accord de Vienne; le CEN et l'ISO procéderont à la publication chacun de leur côté.

La présente norme fait partie d'une série de normes qui spécifient des méthodes de calcul pour l'étude et l'évaluation des propriétés de performance thermique et hydrique des bâtiments et de leurs composants.

Les annexes A et B sont informatives.

Selon le Règlement intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

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

ISO 15758:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004>

Introduction

Si l'isolation thermique d'un système de tuyauteries froides n'est pas complètement étanche à la vapeur d'eau, il se produit un flux de vapeur d'eau depuis l'environnement chaud vers la surface froide du tuyau, chaque fois que la température de surface de la tuyauterie froide est inférieure au point de rosée de l'air ambiant. Ce flux de vapeur d'eau entraîne une condensation interstitielle dans la couche d'isolation et/ou la formation de rosée à la surface même du tuyau. La condensation interstitielle peut entraîner une détérioration du matériau isolant et la formation de rosée à la surface d'un tuyau métallique peut être à la longue une source de corrosion. Si la température est inférieure à 0 °C, de la glace se forme et les méthodes données dans la présente norme ne sont pas applicables.

Lors des périodes où le point de rosée de l'air ambiant est supérieur à la température de la surface externe de l'isolation, il se produit de la condensation superficielle. Ce cas est traité dans l'EN ISO 12241.

Il existe différentes méthodes pour contrôler le transfert de vapeur d'eau et réduire la quantité de condensation. Les méthodes suivantes sont généralement appliquées :

- a) installation d'un retardateur de vapeur ;
- b) utilisation de matériaux isolants possédant un facteur de résistance à la vapeur d'eau élevé (faible perméabilité) ;
- c) utilisation d'un retardateur de vapeur et d'un absorbeur capillaire pour évacuer de manière continue l'eau condensée depuis la surface du tuyau vers l'environnement.

ISO 15758:2004

Le choix de la méthode de protection dépend du climat ambiant, de la température du fluide circulant dans le tuyau et de la résistance à la diffusion de vapeur d'eau de la couche d'isolation. L'efficacité de tout système dépend fortement de sa mise en œuvre et de sa maintenance. Dans tous les cas, il y a lieu d'appliquer des méthodes anti-corrosion dans le cas de tuyauteries métalliques utilisées dans des conditions sévères.

La durée de vie économique escomptée d'un système d'isolation, sur la base d'une valeur maximale acceptable de la teneur en humidité accumulée, peut être calculée à l'aide des méthodes données dans la présente norme.

1 Domaine d'application

La présente norme donne une méthode permettant de calculer la densité du flux de vapeur d'eau dans les systèmes d'isolation de tuyauteries froides, ainsi que la quantité totale d'eau diffusée dans l'isolation au cours du temps. Cette méthode de calcul suppose que la vapeur d'eau ne peut migrer dans le système d'isolation que par diffusion, sans aucune contribution d'un flux d'air. Elle suppose également l'utilisation de matériaux isolants homogènes et isotropes, de telle sorte que la pression partielle de vapeur d'eau soit constante en tout point équidistant de l'axe du tuyau.

La présente norme s'applique lorsque la température du fluide circulant dans le tuyau est supérieure à 0 °C. Elle s'applique aussi bien pour les tuyauteries situées à l'intérieur de bâtiments que pour celles situées à l'air libre.

2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

ISO 9346	<i>Isolation thermique - Transfert de masse - Grandeurs physiques et définitions (ISO 9346:1987)</i>
ISO 12241	<i>Isolation thermique des équipements du bâtiment et des installations industrielles – Méthodes de calcul (ISO 12241:1998)</i>
ISO 12572	<i>Performance hygrothermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau (ISO 12572:2001)</i>
ISO 13788	<i>Performance hygrothermique des composants et parois de bâtiments – Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse – Méthodes de calcul (ISO 13788:2001)</i>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-51c8401168/iso-15758-2004>

3 Termes, définitions, symboles et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions données dans les normes ISO 9346, ISO 12572 et ISO 13788 ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1.1

aire humide exposée

aire de la surface d'un absorbeur capillaire exposée à l'atmosphère ambiante

3.1.2

retardateur de vapeur

matériau possédant une haute résistance à l'écoulement de vapeur d'eau

3.1.3

épaisseur d'air équivalente corrigée pour la diffusion de la vapeur d'eau

épaisseur d'une couche plane imaginaire pour laquelle $\mu = 1$, d'aire égale à πD_j , ayant la même résistance à la diffusion que la couche j pour laquelle $\mu = \mu_j$

NOTE Voir l'équation (18).

3.2 Symboles et unités

Symbole	Grandeur	Unité
A'_e	aire de la surface où se produit l'évaporation par mètre linéaire de tuyauterie	m ² /m
D_j	diamètre extérieur de la couche j d'un système d'isolation	m
D_0	diamètre extérieur du tuyau froid	m
G'	absorption totale d'humidité sur une certaine période par mètre linéaire de tuyauterie	kg/m
P	pression atmosphérique réelle	Pa
P_0	pression atmosphérique normale = 101325	Pa
R_v	constante des gaz pour la vapeur d'eau = 461,5	J/(kg·K)
T	température thermodynamique	K
Z'_p	résistance à la vapeur d'eau du système d'isolation par mètre linéaire de tuyauterie	m·s·Pa/kg
Z'_j	résistance à la vapeur d'eau de la couche j d'un système d'isolation par mètre linéaire de tuyauterie	m·s·Pa/kg
Z'_{fl}	résistance à la vapeur d'eau d'une feuille mince, revêtement ou peau, par mètre linéaire de tuyauterie	m·s·Pa/kg
d	épaisseur d'une couche d'isolation	m
f_e	facteur d'évaporation	kg/(m ² ·s·Pa)
g'	flux de vapeur d'eau dans l'isolation par mètre linéaire de tuyauterie	kg/(m·s)
g'_c	taux de condensation par mètre linéaire de tuyauterie	kg/(m·s)
g'_e	taux d'évaporation par mètre linéaire de tuyauterie	kg/(m·s)
h_c	coefficient de convection	W/(m ² ·K)
p	pression partielle de vapeur d'eau	Pa
p_a	pression partielle de vapeur d'eau dans l'air	Pa
p_{sat}	pression de vapeur d'eau saturante	Pa
S_d	épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de la vapeur d'eau	m
S_{df}	épaisseur d'air équivalente de feuilles pour la diffusion de la vapeur d'eau	m
t	période de calcul (mois ou année)	mois, année
x	distance	m
δ	perméabilité à la vapeur d'eau	kg/(m·s·Pa)
δ_0	perméabilité à la vapeur d'eau de l'air	kg/(m·s·Pa)
μ	facteur de résistance à la vapeur d'eau	-
$\sigma_{d,j}$	épaisseur d'air équivalente corrigée de la couche j pour la diffusion de la vapeur d'eau	m
$\tilde{\sigma}_{d,j}$	épaisseur d'air équivalente corrigée totale pour la diffusion de la vapeur d'eau, de la surface du tuyau froid à la face externe de la couche j	m
θ_0	température du fluide circulant dans le tuyau	°C

NOTE Pour des raisons pratiques, les heures ou les jours sont souvent utilisés au lieu des secondes pour les unités de temps.

4 Equations

4.1 Généralités

La densité du flux de vapeur d'eau, g , à travers un matériau se calcule à l'aide de l'équation suivante :

$$g = -\delta \frac{dp}{dx} \quad (1)$$

où δ est la perméabilité à la vapeur d'eau du matériau

L'absorption totale d'humidité pendant une période est donnée par:

$$G = \int_0^t g \, dt \quad (2)$$

Dans les calculs, on utilise couramment, au lieu de la perméabilité, le facteur de résistance à la diffusion μ :

$$\mu = \frac{\delta_0}{\delta} \quad (3)$$

où δ_0 est la perméabilité à la vapeur d'eau de l'air calme, qui peut se calculer à partir de :

$$\delta_0 = \frac{0,083 P_0}{R_v T P} \left(\frac{T}{273} \right)^{1,81} \quad (4)$$

ISO 15758:2004
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f438a1b0-17c9-4924-ba40-713c84908894/iso-15758-2004

Pour des calculs approximatifs, δ_0 peut être supposé constant dans la gamme de températures considérée ; on peut donc utiliser la valeur suivante :

$$\delta_0 = 2,0 \times 10^{-10} \quad (5)$$

4.2 Isolation homogène

Dans le cas d'un tuyau froid comportant une seule couche d'isolation homogène, la densité du flux de vapeur d'eau par mètre de tuyauterie froide isolée est donnée en remplaçant dans l'équation (1) l'expression différentielle par la différence de pression de vapeur :

$$g' = \frac{p_a - p_{\text{sat}}(\theta_0)}{Z'_p} \quad (6)$$

où

- p_a est la pression de vapeur de l'air ambiant, en Pa;
- $p_{\text{sat}}(\theta_0)$ est la pression de vapeur saturante à la surface extérieure du tuyau, en Pa ;
- Z'_p est la résistance à la vapeur d'eau par mètre linéaire d'isolation de la tuyauterie, en m·s·Pa/kg, définie par l'équation (7) :

$$Z'_p = \frac{\ln \frac{D_1}{D_0}}{2 \pi \delta} \quad (7)$$

Il n'y a un flux de vapeur et donc de la condensation à la surface de la tuyauterie froide que si la pression de vapeur de l'air ambiant est supérieure à la pression de vapeur saturante à la surface froide de la tuyauterie.

Dans ce cas, l'absorption totale d'eau sur une période t est donnée par :

$$G' = \int_0^t \frac{p_a(t) - p_{\text{sat}}(\theta_0(t))}{Z'_p} dt \quad (8)$$

4.3 Systèmes d'isolation multicouches

La résistance à la vapeur d'eau, Z'_p , d'un système d'isolation composé de n différentes couches est donnée par :

$$Z'_p = \sum_{j=1}^n \frac{\ln \frac{D_j}{D_{j-1}}}{2 \pi \delta_j} \quad (9)$$

ce qui donne,

$$Z'_p = \frac{1}{2 \pi \delta_0} \sum_{j=1}^n \mu_j \ln \frac{D_j}{D_{j-1}} \quad (10)$$

où $\mu_j = \frac{\delta_0}{\delta_j}$

$j = 1$ à n définit les couches en partant de la tuyauterie froide vers l'extérieur.

L'équation (10) peut également être utilisée pour un matériau d'isolation homogène dont la résistance à la vapeur d'eau dépend fortement de la température.

NOTE Voir l'exemple A.2.

Si la couche extérieure, n , est un retardateur de vapeur, feuille ou peau, d'épaisseur négligeable, mais dont l'épaisseur d'air équivalente pour la diffusion de la vapeur d'eau, s_{df} , est importante, la résistance à la vapeur d'eau du retardateur de vapeur est :

$$Z'_n = \frac{1}{\pi \delta_0 D_n} s_{\text{df}} = \frac{1}{2 \pi \delta_0} \frac{2 s_{\text{df}}}{D_n} \quad (11)$$