

NORME INTERNATIONALE

ISO 8584-1

Première édition
1990-03-01

Tubes en thermoplastiques pour les applications industrielles sous pression — Détermination du facteur de résistance chimique et de la contrainte de base —

iTeh STANDARD PREVIEW Partie 1 : (tubes en polyoléfines) (standards.itteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4241e24e-912c-4141-b566-iso-8584-1-1990>
ISO 8584-1:1990
*Thermoplastics pipes for industrial applications under pressure — Determination of
the chemical resistance factor and of the basic stress —
Part 1 : Polyolefin pipes*



Numéro de référence
ISO 8584-1 : 1990 (F)

Sommaire

	Page
Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	1
4 Principe	3
5 Appareillage	3
6 Éprouvettes	3
7 Liquides d'essai	4
8 Températures d'essai	4
9 Choix de la contrainte et calcul de la pression d'essai	4
10 Mode opératoire	5
11 Courbes de base de tenue à long terme avec l'eau	5
12 Détermination de la fonction contrainte de base d'un fluide à la température de service T_S et de la contrainte de base pour une tenue donnée ..	5
13 Choix de la série de tubes	7
14 Rapport d'essai	7
 Annexes	
A Appareillage de laboratoire	8
B Exemples de calcul	9

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8584-1:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f6df6c62-a5a6-43bf-91e9-e2614411566/iso-8584-1-1990>

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

C	Exemples de tableaux de contraintes de base en fonction de la température de service T_S , de la durée t et du facteur de résistance chimique f_{CR}	12
D	Exemples de courbes de contraintes de base pour l'eau des tubes en polyéthylène de contrainte nominale $\sigma_N = 5$ MPa	16
E	Exemples de courbes de contraintes de base pour l'eau des tubes en polybutène de contrainte nominale $\sigma_N = 8$ MPa	17
F	Exemples de courbes de contraintes de base pour l'eau des tubes en homopolymère de propylène de contrainte nominale $\sigma_N = 6,3$ MPa	18
G	Exemples de courbes de contraintes de base pour l'eau des tubes en copolymère de propylène de contrainte nominale $\sigma_N = 5$ MPa	19

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8584-1:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f6df6c62-a5a6-43bf-91e9-e2fc14411566/iso-8584-1-1990)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f6df6c62-a5a6-43bf-91e9-e2fc14411566/iso-8584-1-1990>

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 projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8584-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 138, *Tubes, raccords et robinetterie en matières plastiques pour le transport des fluides*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f6df6c62-a5a6-43bf-91e9-e2fc14411566/iso-8584-1-1990>

L'ISO 8584 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Tubes en thermoplastiques pour les applications industrielles sous pression — Détermination du facteur de résistance chimique et de la contrainte de base*:

- *Partie 1: Tubes en polyoléfines*
- *Partie 2: Tubes en polymères halogénés* [Rapport technique]

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 8584. Les annexes B à G sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

La conception et le calcul des dimensions des canalisations sous pression, destinées au transport des liquides ou des gaz, est une tâche complexe. Il faut prendre en considération l'influence des caractéristiques hydrauliques et de la matière qui sont plus ou moins bien définies et dépendent en partie les unes des autres. Les techniques d'application utilisent des règles simplifiées qui, par des méthodes itératives, permettent de faire un choix optimal du type de matière et des dimensions du tube, de même que la détermination des pressions admissibles en continu dans la canalisation.

La résistance du tube aux fluides véhiculés peut être exprimée comme étant la résistance chimique à long terme dans des conditions d'emploi maintenues constantes (par exemple la nature et la concentration du fluide, la température et la pression).

Conformément à l'ISO 161-1, la présente partie de l'ISO 8584 définit l'évolution dans le temps t de la contrainte admissible dans la paroi du tube, due à l'action d'une pression intérieure statique, comme la «fonction — contrainte de base»:

$$\sigma_B, \text{ fluide, température, pression} = f(t)$$

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/10df6c62-a5a6-43bf-91e9-e2f614411566/iso-8584-1-1990>

Les matières qui conviennent pour les canalisations sous pression sont réparties en classes selon leur «contrainte nominale» σ_N . Cette contrainte nominale correspond à la contrainte de base σ_B extrapolée à 50 ans dans le cas de l'eau à 20 °C, sous la pression nominale (PN):

$$\sigma_N = \sigma_B, 50, \text{ eau, } 20 \text{ } ^\circ\text{C, PN}$$

Outre les désignations de la matière et de la contrainte nominale, les tubes comportent une autre désignation : le numéro de série S qui correspond à une série d'épaisseurs donnée dans le tableau de l'ISO 4065. La définition de S est la suivante:

$$S = \frac{d_e - \delta}{2\delta} = \frac{\sigma}{p}$$

où

d_e est le diamètre extérieur nominal;

δ est l'épaisseur nominale de paroi;

p est la pression de service.

En utilisant les valeurs nominales, cette équation devient alors

$$\sigma_N = \text{PN} \times S$$

et

$$\text{PN} = \frac{\sigma_N}{S}$$

ISO 8584-1 : 1990 (F)

Par exemple, un tube à base de polyéthylène (PE) désigné par $\sigma_N = 5$ MPa et S5 a une pression nominale

$$PN = 5/5 = 1$$

(ce qui correspond à 1 MPa ou 10 bar).

La conception des canalisations sous pression est à déterminer suivant le dénivellement, le débit maximal du fluide et d'autres exigences de conception. La vitesse d'écoulement peut être, en règle générale et dans certaines limites, choisie librement. Le choix adéquat des sections de passage du flux (section \times vitesse = quantité de fluide par unité de temps), c'est-à-dire des diamètres intérieurs des tubes d'un réseau, permet alors de déterminer la pression nécessaire et, en conséquence, les exigences à la tenue à long terme des tubes.

Après avoir déterminé, au préalable, la pression de service p exigée par les conditions hydrauliques valables pour tous les diamètres, il est recommandé de choisir la série d'épaisseurs de tube qui peut vraisemblablement convenir. Dans cette hypothèse et suivant la formule indiquée ci-devant, la contrainte de service σ_S a pour valeur :

$$\sigma_S = pS$$

Les exigences relatives à la matière elle-même sont alors définies à partir de cette contrainte de service. Celle-ci doit être admissible avec le fluide véhiculé aux conditions de température et de tenue dans le temps donné, et elle est le critère fondamental pour le choix de la matière.

La série des tubes et le type de matière retenus conviennent pour réaliser un projet donné si la contrainte de service σ_S est égale ou inférieure à la contrainte de base σ_B déterminée dans les conditions prescrites dans la présente partie de l'ISO 8584.

$$\sigma_S \leq \sigma_B$$

Si cette inégalité n'est pas satisfaite, cela veut dire à première vue que le choix du numéro de série des tubes n'est pas correct.

Mais on peut aussi faire d'autres hypothèses à partir de données différentes. Il faut par exemple jouer aussi bien sur la série de tubes que sur la matière, ou augmenter le diamètre des tubes pour travailler à une pression plus faible.

La tenue à long terme des tubes thermoplastiques soumis à une pression intérieure avec de l'eau est en cours d'étude expérimentale d'une manière très détaillée depuis des dizaines d'années. Les résultats sont représentés mathématiquement par une courbe de régression de la forme :

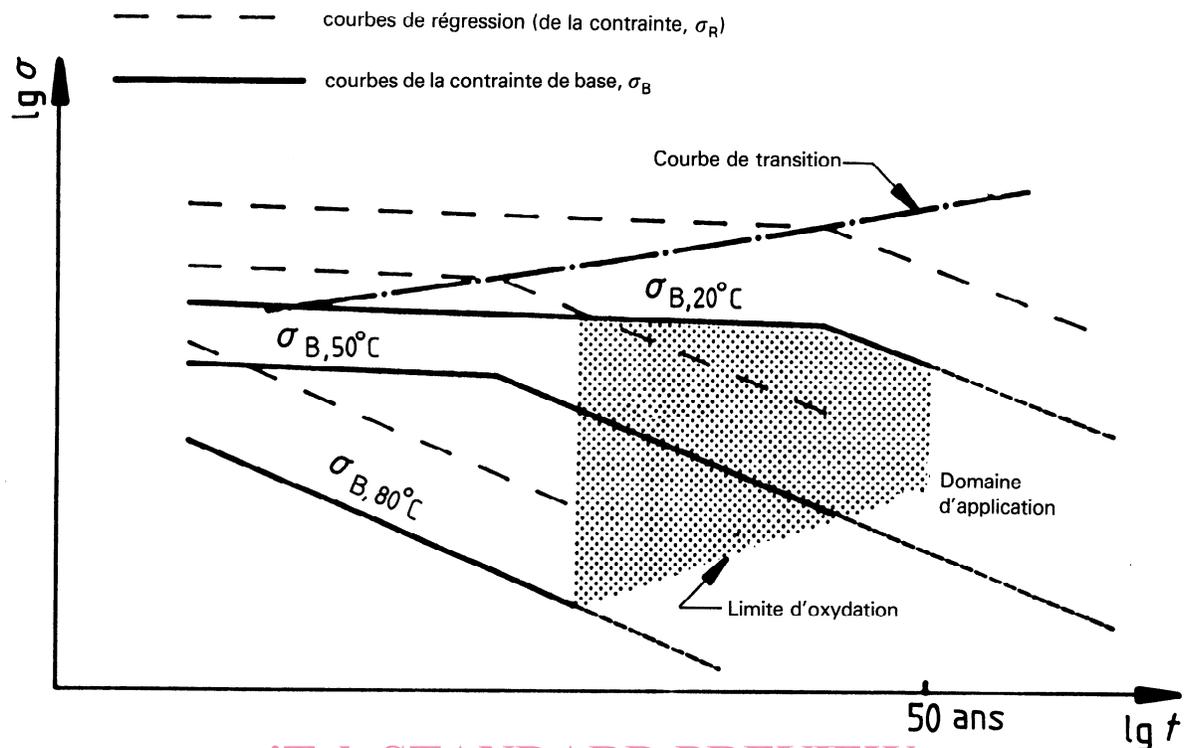
$$\lg \sigma = a - b \lg t$$

Dans ce cas, la courbe de régression est une droite. Si les essais atteignent de longues durées, à des températures élevées et/ou sous l'influence de fluides agressifs, la pente de la droite de régression devient plus forte. La présente partie de l'ISO 8584 est applicable à condition que la courbe de la tenue dans le temps puisse être représentée par un modèle bilinéaire, c'est-à-dire une ligne droite brisée (avec un coude).

Chacune des deux portions de droite de la courbe peut alors être représentée par une droite de régression :

$$\lg \sigma = a_i - b_i \lg t$$

La première portion de droite a pour constantes a_1 et b_1 et la seconde, à pente plus forte, a_2 et b_2 . En prenant la température comme paramètre, on obtient un faisceau de courbes de régression qui permet de bien connaître le comportement dans le temps d'une matière pour tubes donnée (voir figure 1).



iTeh STANDARD PREVIEW
Figure 1 — Faisceau de courbes de régression
 (standards.iteh.ai)

La courbe qui relie les coudes, appelée courbe de transition, indique l'évolution de ces coudes en fonction du temps et de la température. Le coude est ainsi à une durée d'autant plus longue que la température est plus basse.

La contrainte de base pour les applications industrielles est déterminée à partir du faisceau de courbes de régression confirmé par des essais expérimentaux. Les valeurs correspondantes sont extrapolées en tenant compte de la limite inférieure de la dispersion et des facteurs de sécurité fixés par convention. Le domaine d'applications industrielles se situe en dessous de la courbe de transition (surface pointillée de la figure 1). Il est limité par les phénomènes d'oxydation qui peuvent se manifester sur de longues durées à des températures élevées¹⁾.

Les diagrammes des contraintes de base de différentes polyoléfinés sont donnés comme exemples dans les annexes D à G. Ces types de courbes de contraintes à long terme sont nécessaires pour le choix de la série de tubes et le calcul des dimensions des tubes.

En raison des dispersions observées, les essais, les extrapolations et les classements de chaque sorte de tube sont effectués d'après des méthodes statistiques. La méthode normalisée d'extrapolation qui fera l'objet de l'ISO/TR 9080 fournira des indications précises. Dans la gamme de températures propre à chaque matière, il faut effectuer des essais à plusieurs températures échelonnées de 10 K à 20 K, à au moins cinq contraintes et sur au moins cinq éprouvettes, de telle sorte que quelques durées soient au moins de 10⁴ h.

1) Voir GAUBE, GEBLER, MÜLLER, GONDRO, Zeitstandfestigkeit und Alterung von Rohren aus HDPE, *Kunststoffe* 75 (1985) p. 7.

L'ISO 4433:1984 décrit une méthode de détermination de la résistance des tubes en polyoléfines aux produits industriels et aux autres fluides chimiques à l'aide d'un essai d'immersion et fournit un système de classification préliminaire. Les résultats ne sont applicables directement qu'aux canalisations sans pression. Dans le cas des fluides sous pression, cette méthode permet seulement de déceler les incompatibilités entre fluide et matière. Un résultat «résistance satisfaisante» ou «résistance limitée» doit être confirmé par des essais de tenue à long terme sous pression.

La présente méthode d'essai, destinée à la détermination du facteur f_{CR} , donne des exemples de valeurs caractéristiques de la tenue dans le temps qui expriment, à une contrainte et à une température données, la résistance d'un tube au fluide considéré par rapport à l'eau.

Le but de cette méthode d'essai est

- a) de déterminer le facteur de résistance chimique f_{CR} et la fonction de la contrainte de base $\sigma_B = f(t, T)$ pour des fluides plus agressifs que l'eau;
- b) d'avoir des durées d'essais et des coûts les plus réduits possible.

En considérant le nombre incalculable de fluides, de concentrations et de mélanges utilisés dans les différentes industries, il est absolument nécessaire de pouvoir disposer d'une méthode d'essai et d'une méthode d'extrapolation plus simple que celles données, respectivement, dans l'ISO 1167 et par la méthode normalisée d'extrapolation, valables pour l'eau et d'autres applications très répandues.

La réduction des coûts ne doit pas se faire au détriment du nombre d'essais statistiquement nécessaire et en appliquant des contraintes élevées situées au-dessus de la courbe de transition de l'eau. La simplification recherchée est obtenue

- quand les essais sont effectués à des températures élevées;
- quand on détermine la médiane des durées (cette méthode consiste à arrêter les essais dès la rupture de la première moitié des éprouvettes).

La fonction de la contrainte de base pour l'eau sert à extrapoler les valeurs du f_{CR} . Des exemples de diagrammes de telles contraintes de base sont donnés, pour information, dans les annexes D à G. La transposition à des tubes de plus grandes épaisseurs doit tenir compte de la différence de structure et des contraintes internes induites dans la paroi de tels tubes.

La contrainte de base σ_B en tant que résultat des essais et de l'extrapolation sert de base pour le calcul de la contrainte admissible. Par définition σ_B ne tient pas compte

- a) des charges et des efforts alternés, dus aux fluides et à la température, qui exercent éventuellement une contrainte qui s'ajoute à celle de la pression;
- b) de l'influence d'ordre physique ou chimique du milieu ambiant et des prescriptions de sécurité.

C'est du domaine des experts de porter un jugement sur l'influence de ces facteurs supplémentaires et de les introduire dans les calculs.

Tubes en thermoplastiques pour les applications industrielles sous pression — Détermination du facteur de résistance chimique et de la contrainte de base —

Partie 1: Tubes en polyoléfines

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 8584 définit la contrainte de base σ_B comme une valeur d'identification fondamentale en vue de la détermination des séries de tubes de pression S en polyoléfines et utilise la classification des tubes d'après leur contrainte nominale σ_N .

1.2 Pour les applications à l'industrie de l'eau, la présente partie de l'ISO 8584

- donne des exemples de contraintes de base possibles pour tubes en polyoléfines, en fonction du temps et de la température, et
- fournit à l'ingénieur une méthode pour l'étude du domaine d'application propre à chacun des types de tubes et de la possible évolution de la contrainte de base, à l'aide de diagrammes et de tableaux.

1.3 En ce qui concerne les domaines d'applications industrielles, la présente partie de l'ISO 8584

- définit le facteur de résistance chimique f_{CR} ,
- prescrit la méthode d'essai pour déterminer le f_{CR} ,
- prescrit une méthode d'extrapolation pour déterminer l'évolution de la contrainte de base dans le cas d'un fluide agressif, et
- décrit dans l'annexe A un appareillage de laboratoire simplifié, résistant à la corrosion, pour des tubes de 12 mm et 8 mm de diamètre.

1.4 La présente partie de l'ISO 8584 peut être appliquée dans le même esprit à d'autres tubes dont les courbes sont conformes à un modèle bilinéaire. La méthode d'extrapolation présume la connaissance de la fonction contrainte de base $\sigma_B = f(t, T)$ pour l'eau.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des disposi-

tions valables pour la présente partie de l'ISO 8584. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 8584 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3:1973, *Nombres normaux — Séries de nombres normaux.*

ISO 161-1:1978, *Tubes en thermoplastiques pour le transport des fluides — Diamètres extérieurs nominaux et pressions nominales — Partie 1: Série métrique.*

ISO 1167:1973, *Tubes en matières plastiques pour le transport des fluides — Détermination de la résistance à la pression intérieure.*

ISO 3126:1974, *Tubes en matières plastiques — Mesurage des dimensions.*

ISO 4065:1978, *Tubes en thermoplastiques — Tableau universel des épaisseurs de paroi.*

ISO 4433:1984, *Tubes en polyoléfines — Résistance aux fluides chimiques — Méthode d'essai par immersion — Système de classification préliminaire.*

ISO/TR 9080: —¹⁾, *Canalisations en matières plastiques pour le transport des fluides — Méthode normalisée d'extrapolation pour la résistance à long terme à la pression intérieure constante.*

3 Définitions

3.1 **contrainte de base, σ_B** : Contrainte supportée, en régime continu, sans défaillance et avec une sécurité convenable pendant une durée donnée, par la paroi d'une canalisation exposée à un fluide sous une pression statique.

1) À publier.

Elle est obtenue à l'aide

- de la résistance dans le temps à l'eau, déterminée expérimentalement conformément à la «méthode normalisée d'extrapolation» (voir ISO/TR 9080),
- d'un coefficient de sécurité conventionnel C , et
- d'un facteur de résistance chimique f_{CR} déterminé conformément à la présente partie de l'ISO 8584 ($f_{CR} = 1$ pour l'eau).

Le coefficient de sécurité C tient compte de la composition de la matière de base et de ses variations normales, des écarts accidentels des conditions de fabrication et, par suite, des variations de qualité d'un lot de tubes par rapport aux résultats d'essai.

3.2 fonction contrainte de base, $\sigma_B = f(t, T)$: Variation de σ_B dans le temps des tubes sous l'influence du fluide véhiculé en régime permanent, et avec la température comme paramètre.

Le faisceau de courbes ainsi défini représente l'ensemble du comportement d'un tube sous pression intérieure en fonction du temps et de la température, sous l'action d'un fluide donné.

3.3 facteur de résistance chimique, f_{CR} : À une contrainte d'essai σ_e et à une température T données, quotient de la médiane des deux séries de 10 éprouvettes, prélevées dans le même tube, et remplies respectivement d'eau et de produit chimique, c'est-à-dire

$$f_{CR} = \frac{t_{M, \text{fluide}}}{t_{M, \text{eau}}}$$

où

$t_{M, \text{fluide}}$ est la médiane de la série d'éprouvettes contenant le produit chimique, en heures;

$t_{M, \text{eau}}$ est la médiane de la série d'éprouvettes contenant l'eau, en heures.

NOTE — L'extrapolation peut s'appliquer seulement si les médianes (et valeurs f_{CR}) ainsi définies se trouvent sur la deuxième portion du faisceau de courbes de régression représentant la contrainte de base en fonction de la durée (voir 3.2).

3.4 tenue dans le temps jusqu'à la défaillance, t_R : Intervalle de temps compris entre l'application de la pression et l'apparition d'une fuite (défaillance) due soit à un éclatement, soit à une fissuration sous contrainte ou à un perlage.

3.5 modèle mathématique de la tenue médiane, $t_M = f(\sigma_e)$: Les médianes t_M d'une série de contraintes d'essai σ_e suivent la loi de régression représentée par le modèle suivant:

$$\lg \sigma_e = a_i - b_i \lg t_M$$

Pour les polyoléfines, comme pour d'autres thermoplastiques connus, cette courbe de régression comporte une première

portion linéaire à faible pente (a_1, b_1) puis après un «coude» une autre portion linéaire à pente plus forte (a_2, b_2), c'est-à-dire $a_2 > a_1$ et $b_2 > b_1$.

NOTE — Si les résultats d'essai ne sont pas dispersés, et si le matériau peut être parfaitement décrit par le modèle empirique choisi, la régression $t_M = f(\sigma_e)$ est équivalente à celle de $\sigma_e = f(t_M)$. Cependant, il n'en est jamais ainsi car le matériau n'est pas homogène à 100 % : le modèle est un cas idéal car, en réalité, les observations sont dispersées.

Les deux régressions ne sont alors plus identiques et l'écart entre elles augmente avec la dispersion. Dans la méthode normalisée d'extrapolation (voir ISO/TR 9080), on a choisi la contrainte comme variable indépendante [$t_M = f(\sigma_e)$] et il est possible de montrer que les calculs effectués d'après cette version donnent des résultats extrapolés moins optimistes.

3.6 tenue médiane ou «médiane», t_M : Pour un total de 10 éprouvettes de mêmes dimensions, soumises simultanément à une contrainte donnée σ_e , moyenne géométrique des tenues t_R de la cinquième et de la sixième de ces éprouvettes, c'est-à-dire

$$\lg t_M = \frac{\lg t_{R5} + \lg t_{R6}}{2}$$

L'essai à un niveau de pression est terminé dès que la sixième rupture est obtenue; les résultats finals des quatre autres éprouvettes, qui nécessiteraient des temps beaucoup plus longs, ne sont pas nécessaires.

3.7 contrainte nominale, σ_N : Contrainte de base σ_B extrapolée à 50 ans d'un tube contenant de l'eau à 20 °C sous une pression nominale PN.

3.8 contrainte d'essai, σ_e : Contrainte tangentielle (la contrainte axiale est égale à la moitié de la contrainte tangentielle) induite au milieu de la paroi d'une éprouvette qui est fermée aux deux extrémités et soumise à une pression intérieure.

Cette contrainte conventionnelle se calcule à partir de la pression, selon l'équation suivante, extraite de l'ISO 1167:

$$\sigma_e = p_e \frac{\bar{d}_{\max} - \delta_{\min}}{2\delta_{\min}}$$

où

σ_e est la contrainte d'essai, en mégapascals ou newtons par millimètre carré;

p_e est la pression d'essai, en mégapascals;

\bar{d}_{\max} est la valeur maximale du diamètre extérieur moyen, en millimètres (mesuré à partir de la circonférence et divisé par π);

δ_{\min} est l'épaisseur minimale de la paroi de l'éprouvette, en millimètres.

NOTE — Pour les essais de tenue chimique, les tubes contiennent le fluide à utiliser pour l'essai et sont placés dans l'air ou dans l'eau.

3.9 courbe de transition, $(\sigma_r, t_f) = f(T)$: Les coordonnées du point d'intersection des deux branches linéaires étant (σ_r, t_f) , variation de (σ_r, t_f) en fonction de la température, c'est-à-dire

$$(\sigma_r, t_f) = f(T)$$

La position du coude se décale vers des durées plus courtes et des contraintes plus faibles, quand la température s'élève.

NOTE — L'élaboration d'une méthode d'essai, qui doit permettre une extrapolation à des conditions d'emploi industrielles, est liée au fait qu'il faut obtenir un nombre de points suffisant au-delà de la courbe de transition (c'est-à-dire $t_M > t_f$).

La forme de la courbe de résistance dans le temps exclut la possibilité de réduire la durée des essais en appliquant des contraintes dans le domaine situé au-dessus de la courbe de transition de l'eau. Pour diminuer la durée des essais, il est possible de réaliser les mesurages à des températures élevées indiquées dans le tableau 2.

4 Principe

Comparaison, sur des tubes provenant du même lot de fabrication, des essais de résistance aux produits chimiques par rapport aux essais de tenue à l'eau. Les valeurs de la contrainte de base de l'eau servent de référence pour le choix des contraintes d'essai en présence du fluide considéré.

La présente partie de l'ISO 8584 est basée ainsi sur le principe que, pour avoir une bonne résistance aux produits chimiques, un tube doit nécessairement avoir une bonne tenue à l'eau.

La présente partie de l'ISO 8584 donne des exemples de valeurs de contraintes de base pour l'eau de différents tubes classés selon leur contrainte nominale (voir introduction) et indique comment ces données peuvent servir de base pour le calcul des dimensions des tubes sous pression (voir annexes D à G).

La détermination des tenues est effectuée conformément à l'ISO 1167. Le liquide est introduit dans les éléments de tube qui sont eux-mêmes placés dans l'air ou dans l'eau et soumis à une pression intérieure et à une température constantes jusqu'à la défaillance. Les essais doivent être effectués à plusieurs contraintes et à deux températures, afin de déterminer l'influence éventuelle de ces deux paramètres.

Ensuite, il est possible de déterminer un facteur de corrélation à partir des durées observées avec un produit chimique et avec l'eau pour une contrainte d'essai et une température données. Ce facteur de corrélation se nomme «facteur de résistance chimique, f_{CR} » (voir 3.3). Suivant le produit chimique à essayer, ce facteur varie de 0 à 1. La valeur 1 correspond au cas où l'eau et le réactif chimique ont le même comportement.

Pour l'extrapolation aux conditions de service, la fonction contrainte de base pour l'eau est prise comme référence. La contrainte de base pour un fluide donné et une durée d'emploi prévue, ainsi que la série d'épaisseur de tubes, peuvent être déterminées à l'aide du F_{CR} .

5 Appareillage

L'appareillage est conforme à celui décrit dans l'ISO 1167 et comporte les éléments suivants:

5.1 Embouts, fixés d'une manière rigide aux extrémités supérieures des tubes et permettant de les raccorder à un dispositif de mise sous pression [voir ISO 1167 : 1973, figure 1a)].

Ces embouts et le système de fermeture de l'extrémité inférieure des tubes doivent être compatibles avec la nature du fluide chimique et les tubes essayés. L'étanchéité de l'extrémité inférieure des tubes peut être réalisée par soudage d'un chapeau d'épaisseur convenable.

5.2 Dispositif approprié de mise sous pression, permettant d'appliquer progressivement et sans à-coups la pression requise et de la maintenir ensuite constante à ± 1 % durant tout l'essai.

Dans le cas d'une batterie de tubes mis simultanément sous pression, la rupture de l'un d'eux ne doit pas apporter de perturbations aux autres. Des interruptions de courte durée sont permises, en particulier pour rétablir le niveau de l'agent chimique dans le tube.

5.3 Manomètres, d'échelles convenables, pour contrôler la pression des éprouvettes, et permettre une lecture à ± 1 %.

5.4 Système de chauffage, permettant de porter les tubes à la température voulue et de la maintenir constante à ± 1 K.

6 Éprouvettes

6.1 Spécifications générales

Les tubes doivent satisfaire aux prescriptions de qualité et de tolérance telles que spécifiées dans les normes de produit. Les essais comparatifs entre l'eau et l'agent chimique doivent être effectués avec des tubes provenant du même lot de fabrication.

Les éprouvettes doivent être constituées par des portions de tubes dont les extrémités doivent être lisses et perpendiculaires.

6.2 Échantillonnage

Les éprouvettes doivent être prélevées soit sur des tubes de fabrication courante et d'épaisseur proche de l'application considérée, soit sur des tubes de dimensions 12 mm \times 1 mm ou 8 mm \times 1 mm conditionnés spécialement (voir 6.5.2).

6.3 Longueur libre

La longueur libre entre les embouts doit être conforme à l'ISO 1167, c'est-à-dire supérieure ou égale à trois fois le diamètre extérieur du tube, avec un minimum de 250 mm.

6.4 Nombre d'éprouvettes

Pour les essais de tenue à l'eau et de résistance à un fluide chimique, le nombre minimal d'éprouvettes par contrainte et par température d'essai doit être de 10.