

NORME INTERNATIONALE 2604 / 1

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

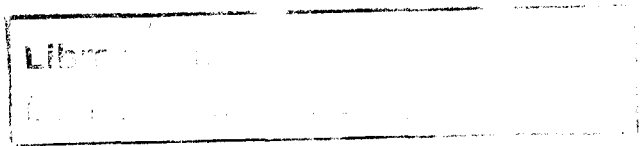
Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie I : Pièces forgées

Steel products for pressure purposes – Quality requirements – Part I : Forgings

Première édition – 1975-05-01

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/fb06cd32-aeb1-462c-ba79-a8334cd867e6/iso-2604-1-1975>



CDU 669.14.018.452-134 Réf. N° : ISO 2604/I-1975 (F)

Descripteurs : matériel à pression, produit métallique, pièce forgée, acier, spécification, composition chimique, propriété mécanique, traitement thermique, conditions d'essai.

Prix basé sur 28 pages



AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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.

La Norme Internationale ISO 2604/1 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 17, *Acier*, et soumise aux Comités Membres en octobre 1971.

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Portugal
Allemagne	Finlande	Roumanie
Australie	France	Royaume-Uni
Autriche	Hongrie	Suisse
Belgique	Inde	Tchécoslovaquie
Bulgarie	Israël	Thaïlande
Canada	Italie	Turquie
Corée, Rép. de	Japon	U.R.S.S.
Danemark	Nouvelle-Zélande	
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

- Norvège
- Suède
- U.S.A.

Produits en acier pour appareils à pression – Spécifications de qualité – Partie I : Pièces forgées

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale fixe les spécifications de qualité pour les pièces forgées pleines en acier, de diamètre inférieur ou égal à 250 mm ou de section transversale analogue, et les pièces forgées creuses d'épaisseur de paroi inférieure ou égale à 200 mm fabriquées dans les nuances d'acier énumérées dans le tableau 1, à utiliser pour la construction d'appareils à pression.

NOTE – Le terme «pièce forgée», au sens de la présente Norme Internationale, englobe les brides, raccords, couvercles, fonds, parties d'éléments ou récipients complets destinés à contenir un gaz ou un liquide sous pression

2 RÉFÉRENCES

ISO 82, *Acier – Essai de traction.*

ISO 148, *Acier – Essai de résilience Charpy, (entaille en V).*¹⁾

ISO/R 205, *Détermination et méthode de vérification de la limite conventionnelle d'élasticité de l'acier à température élevée.*

ISO/R 377, *Prélèvement et préparation des échantillons et des éprouvettes pour l'acier corroyé.*

ISO/R 404, *Conditions générales techniques de livraison pour l'acier.*

ISO/R 643, *Détermination micrographique de la grosseur du grain austénitique des aciers.*

ISO/R 783, *Essais mécaniques de l'acier à température élevée – Détermination de la limite inférieure d'écoulement et de la limite conventionnelle d'élasticité et méthode de vérification.*

ISO 2566/I, *Acier – Conversion des valeurs d'allongement – Partie I : Aciers au carbone et aciers faiblement alliés.*

ISO 2605/I, *Produits en acier pour récipients à pression – Dérivation et vérification des valeurs à température élevée – Partie I : Limite d'écoulement ou limite conventionnelle d'élasticité des produits en acier au carbone ou faiblement allié.*²⁾

ISO 2605/II, *Produits en acier pour récipients à pression – Dérivation et vérification des valeurs à température élevée – Partie II : Limite conventionnelle d'élasticité des produits en acier austénitique.*²⁾

ISO/DATA n° 1, *Résumé des caractéristiques moyennes de contrainte de rupture pour les aciers corroyés pour chaudières et appareils à pression pour des durées de 10 000 à 250 000 heures et courbes types.*

3 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

3.1 Indications à fournir par l'acheteur

3.1.1 Dans sa demande d'offre et dans sa commande, l'acheteur doit fournir les indications suivantes :

- dimensions, tolérances et états de surface des pièces forgées (voir 3.7 et 3.8);
- nuance d'acier (voir tableau 1);
- certificats et documents de vérification (voir 3.9, 3.14, 4.2 et 5.2).

3.1.2 Certaines variantes sont admises par la présente Norme Internationale, et l'acheteur peut également indiquer dans sa demande d'offre et dans sa commande les prescriptions ci-après; à défaut de ces indications, le producteur aura toute liberté en ce qui concerne :

- le procédé de désoxydation (voir 3.2.1);
- l'état de traitement thermique de la fourniture (voir 3.4);
- si une analyse de contrôle sur produit est exigée (voir 3.5.2);
- si des essais mécaniques supplémentaires sont exigés (voir 3.6.1.2);
- toutes exigences spéciales pour l'absence de défauts (voir 3.7.2);
- les prescriptions spéciales relatives à la méthode de prélèvement des échantillons et éprouvettes (voir 3.11.1.2);

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 148.)

2) Actuellement au stade de projet.

- j) le nombre requis d'essais de résilience à température ambiante (1 ou 3) si nécessaire (voir 3.11.1.4 b));
- k) les détails concernant les essais non destructifs, si ceux-ci sont prévus (voir 3.12.4);
- l) les prescriptions spéciales de marquage (voir 3.15.2);
- m) en cas de contrôle de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée le choix d'une température d'essai dans le tableau 3 (voir 4.2.1.2);
- n) en cas de spécification d'essais de résilience avec entaille en V à basse température le choix d'une température d'essai dans le tableau 5 (voir 5.2.3);
- o) si une teneur maximale en cuivre est spécifiée (voir tableau 1, note 1);
- p) si une épreuve hydraulique est nécessaire (voir 3.11.3 et 3.12.3);
- q) si une attaque pour mise en évidence des fibres est nécessaire (voir 3.11.5 et 3.12.5).

3.2 Élaboration de l'acier

3.2.1 Sauf indication contraire dans la demande d'offre et dans la commande, le procédé d'élaboration de l'acier et le procédé de désoxydation seront laissés au choix du fabricant d'acier, dans la limite des prescriptions indiquées en 3.2.2, 3.2.3 et dans le tableau 1.

3.2.2 L'acier doit être élaboré au four Martin, au four électrique ou par tout autre procédé à base d'oxygène. D'autres procédés peuvent être utilisés, par accord entre les parties intéressées¹⁾. L'acheteur doit être, sur sa demande, informé au moment de la livraison du procédé d'élaboration de l'acier.

3.2.3 L'acier doit être complètement calmé.

3.3 Fabrication du produit

3.3.1 L'acier doit être forgé par martelage, estampage, emboutissage, extrusion, laminage, refoulement ou par une combinaison quelconque de ces procédés. La réduction doit être poussée jusqu'à avoir un formage satisfaisant du métal dans toute sa section. Les pièces forgées doivent atteindre, dans la mesure du possible, leur forme et leurs dimensions définitives par travail à chaud.

3.3.2 Après travail à chaud et avant le début du cycle de traitement thermique prescrit dans le tableau 1, les pièces forgées en acier F8 à F45 doivent pouvoir refroidir sans dommage jusqu'à une température inférieure à celle de la transformation.

3.4 Traitement thermique

3.4.1 Les pièces forgées doivent être fournies à l'état de traitement thermique prescrit au tableau 1 pour la nuance particulière d'acier commandée. Quand, pour une même nuance d'acier, le tableau 1 spécifie plus d'un niveau de qualité, le niveau requis doit figurer dans la demande d'offre et dans la commande.

3.4.2 Par accord entre les parties intéressées, les pièces forgées peuvent être livrées à un état différent de celui du traitement thermique final indiqué dans le tableau 1. Les échantillons doivent subir un traitement thermique conforme aux spécifications du tableau 1 (voir 3.11.1.3) et le client doit être informé des résultats d'essais et du traitement thermique réellement effectué. Voir, en outre, 3.6.1.2.

3.5 Composition chimique

3.5.1 Analyse de coulée

Pour l'analyse de coulée, l'acier doit présenter la composition indiquée dans le tableau 1 correspondant à la nuance d'acier spécifiée.

3.5.2 Analyse du produit

3.5.2.1 Si une analyse de contrôle du produit est exigée, les écarts admissibles indiqués dans le tableau 2 par rapport à l'analyse de coulée spécifiée dans le tableau 1 sont valables pour les échantillons prélevés dans les conditions indiquées en 3.5.2.3).

Si une analyse de contrôle est nécessaire pour la réception, elle doit être mentionnée dans la demande d'offre et la commande.

3.5.2.2 Si une analyse de contrôle est exigée en un endroit autre que celui établi dans la norme de produit, ceci doit être fixé au moment de la demande d'offre et de la commande et les écarts admissibles à établir doivent être convenus entre les parties intéressées.

3.5.2.3 Si une analyse de contrôle sur produit est requise, le nombre d'échantillons à prélever doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Sauf convention contraire (voir 3.5.2.2), les échantillons doivent être prélevés soit sur les éprouvettes utilisées pour la vérification des caractéristiques mécaniques, soit sur des copeaux de perçage pris au même emplacement.

Les prescriptions indiquées en 3.2 et 3.3 de l'ISO/R 377 sur le prélèvement et la préparation des échantillons pour l'analyse chimique doivent être appliquées.

1) Telles que utilisateur, acheteur et fabricant du matériel, fabricant du matériau de construction fourni et organisme de contrôle et/ou de certification.

3.5.3 Cas de litige

En cas de litige, les méthodes d'analyse chimique doivent être conformes aux dispositions des documents ISO correspondants. Si aucun document ISO n'existe, la méthode à utiliser doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

3.6 Caractéristiques mécaniques et technologiques

3.6.1 Caractéristiques mécaniques

3.6.1.1 Le tableau 1 donne les caractéristiques mécaniques à température ambiante qui doivent être obtenues sur des éprouvettes prélevées, préparées et soumises aux essais, conformément à 3.13.1 et 3.14.

3.6.1.2 Si, après la livraison des pièces forgées, il doit être procédé à des traitements thermiques différents ou supplémentaires, par rapport au traitement thermique de référence (susceptibles d'affecter les caractéristiques mécaniques), le client peut spécifier, au moment de la demande d'offre et de la commande, des essais mécaniques complémentaires sur des échantillons ayant subi des traitements thermiques différents ou supplémentaires par rapport à ceux du tableau 1. Dans ce cas, le traitement thermique des échantillons et les caractéristiques mécaniques à obtenir sur ceux-ci doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées, au moment de la commande. En cas de caractéristiques spéciales de rupture par fluage des aciers F8 à F22, voir la note 4 du tableau 4.

NOTE – Les caractéristiques mécaniques peuvent être affectées par des traitements thermiques effectués en cours de fabrication. Les acheteurs ayant l'intention de procéder à de tels traitements doivent discuter avec le fabricant de l'utilisation du produit et du traitement prévu.

3.6.2 Soudabilité

Les aciers visés par la présente Norme Internationale sont généralement considérés comme soudables. Cependant, l'aptitude générale au soudage des aciers et spécialement des aciers à teneur relativement élevée en carbone ou en éléments d'alliages, ne peut être garantie étant donné le comportement de l'acier en cours de soudage et après, celui-ci étant fonction non seulement de l'acier lui-même mais aussi des conditions de soudage et de l'utilisation finale de la fabrication. C'est pourquoi le procédé de soudage doit, si nécessaire, faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées, au moment de la demande d'offre et de la commande.

3.7 État de surface et compacité

3.7.1 Les pièces forgées doivent présenter un fini normal de fabrication. Elles doivent être propres et exemptes de défauts superficiels et internes préjudiciables.

Les battitures doivent être enlevées pour permettre l'examen requis.

Le dessin fourni par l'acheteur doit indiquer l'état de surface désiré pour la pièce forgée.

3.7.2 Toute exigence spéciale relative à l'absence de défauts, doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

3.7.3 Pour les défauts superficiels, leur élimination et les défauts internes, les prescriptions indiquées en 8.1, 8.2 et 8.3 de l'ISO/R 404 sont applicables.

3.8 Dimensions et tolérances

3.8.1 Les dimensions et formes des pièces forgées doivent être conformes aux prescriptions de l'acheteur.

3.8.2 Le dessin fourni par l'acheteur doit accompagner la demande d'offre et la commande, dont il forme partie intégrante. Il doit indiquer les dimensions et tolérances dimensionnelles exigées des pièces forgées.

3.8.3 Les prescriptions indiquées en 8.4 de l'ISO/R 404 sont applicables.

3.9 Documents

L'acheteur doit indiquer, dans sa demande d'offre et sa commande, ce qu'il désire comme type de document parmi les cinq énumérés au chapitre 4 de l'ISO/R 404.

NOTE – Le type de document choisi doit, le cas échéant, être compatible avec les prescriptions du document ISO traitant de l'utilisation du produit.

3.10 Règles générales d'exécution des essais de réception

Il y a lieu d'appliquer les prescriptions du chapitre 5 de l'ISO/R 404 en ce qui concerne

- le lieu des essais de réception;
- la mise à disposition pour l'inspection;
- les droits de l'inspecteur;
- la réception.

3.11 Nombre, prélèvement et préparation des échantillons et éprouvettes

3.11.1 Essais mécaniques à température ambiante

3.11.1.1 Les prescriptions indiquées en 2.3 et 2.4 de l'ISO/R 377 concernant l'identification et la préparation des échantillons et des éprouvettes sont applicables.

3.11.1.2 Le nombre minimal d'échantillons est indiqué ci-après. Ces échantillons doivent être suffisants pour permettre de prélever les éprouvettes requises aussi loin que possible dans la direction principale de la fibre, sauf spécification contraire (par exemple, la périphérie d'une pièce forgée refoulée) ou accord entre les parties intéressées.

- Les pièces forgées pesant moins de 1 000 kg (2 200 lb) peuvent être vérifiées en lots n'excédant pas 10 000 kg, comportant des pièces de dimensions

similaires provenant d'une même coulée et ayant subi ensemble un traitement thermique dans la même charge de four. Prélever dans chaque lot un nombre d'échantillons suffisant pour les essais requis. Cela s'applique aussi aux pièces forgées multiples pesant éventuellement plus de 1 000 kg (2 200 lb), mais qui doivent, après traitement thermique, être séparées pour donner des pièces pesant chacune moins de 1 000 kg (2 200 lb).

b) Dans le cas des pièces forgées pesant entre 1 000 kg (2 200 lb) et 3 500 kg (7 700 lb), prélever à une extrémité ou en un endroit de la périphérie pour une pièce refoulée, un nombre d'échantillons suffisant pour les essais requis.

c) Sur les pièces forgées pesant plus de 3 500 kg (7 700 lb) prélever à chaque extrémité un nombre d'échantillons suffisant pour les essais requis.

Cependant, dans le cas de pièces forgées de diamètre supérieur à la longueur de l'axe, les deux séries d'échantillons peuvent être prélevées sur une extrémité de la pièce ou à sa périphérie, à 180° l'une de l'autre. Dans le cas des pièces forgées creuses ayant une extrémité pleine, les éprouvettes doivent être prélevées du côté ouvert en un endroit de la périphérie.

d) Dans le cas de récipients creux fermés, les échantillons doivent être prélevés avant l'obturation et être soumis au même traitement thermique que les récipients eux-mêmes. Dans le cas de récipients creux ouverts, les échantillons doivent être prélevés après traitement thermique.

Un nombre suffisant de pièces forgées doit présenter des prolongements ou appendices qui permettront de prélever les échantillons.

Sauf convention contraire, l'axe des éprouvettes doit se situer à 12,5 mm (0,50 in) de la surface de la pièce forgée.

Si les exigences spécifiées ci-dessus ne conviennent pas ou si les essais mécaniques doivent être faits en des endroits spéciaux, par exemple transversalement, en un point adjacent à la surface de l'alésage, le type d'éprouvette à prélever et les propriétés requises doivent être convenus par les parties intéressées avant le début de la fabrication, compte tenu de la masse, du sens des fibres et de la ségrégation possible.

3.11.1.3 Les échantillons doivent être prélevés sur les pièces forgées après le traitement thermique définitif. Si les pièces doivent être livrées en un état différent de l'état de traitement thermique final spécifié, les échantillons doivent avoir l'état de traitement thermique de référence prescrit dans le tableau 1 (voir 3.6.1.2).

3.11.1.4 Préparer sur chaque échantillon les éprouvettes ci-après :

a) Une éprouvette de traction — Éprouvette ronde proportionnelle ayant une longueur entre repères de $5,65\sqrt{S_0}$ et des dimensions conformes aux prescriptions de l'ISO 82.

b) Une ou, si spécifié dans la commande, trois éprouvettes pour essai de résilience avec entaille en V ayant les dimensions spécifiées dans l'ISO 148. L'axe de l'entaille doit être perpendiculaire à la surface la plus proche de la pièce forgée.

3.11.2 Examen visuel

Toutes les pièces forgées doivent faire l'objet d'un examen visuel.

3.11.3 Épreuve hydraulique

Si une épreuve hydraulique est spécifiée dans la commande, toutes les pièces forgées doivent y être soumises, sauf accord contraire entre les parties intéressées.

3.11.4 Essais non destructifs

Toutes les pièces forgées d'épaisseur égale ou supérieure à 100 mm doivent être soumises à des essais non destructifs.

3.11.5 Attaque pour mise en évidence des fibres

Par accord entre client et fournisseur, une pièce forgée échantillon peut être coupée et attaquée pour mettre en évidence les fibres. Dans ce cas, les conditions d'acceptation ou de refus compte tenu du sens des fibres doivent faire l'objet d'un accord entre producteur et client.

3.12 Méthodes et résultats d'essai

3.12.1 Essai de traction à température ambiante

3.12.1.1 L'essai de traction doit être effectué conformément à l'ISO/R 82.

3.12.1.2 La résistance à la traction R_m , la limite inférieure d'élasticité R_{eL} ou la limite conventionnelle d'élasticité R_p , et l'allongement A , doivent être déterminés. Les résultats obtenus doivent être conformes aux spécifications du tableau 1.

Pour la réception, on pourra déterminer la limite d'extension pour un allongement total R_t . La limite d'extension à 0,5 % pour un allongement total $R_{t0,5}$ doit être déterminée pour les aciers ferritiques ayant une limite inférieure d'élasticité R_{eL} ou une limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, $R_{p0,2}$, spécifiées. Utiliser la limite d'extension à 1,0 % pour allongement total $R_{t1,0}$ pour les aciers austénitiques ayant une limite conventionnelle d'élasticité à 1,0 % spécifiée. Toutefois, en cas de litige, la limite inférieure d'élasticité R_{eL} ou la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p0,2}$ ($R_{p1,0}$ pour les aciers austénitiques) doivent être déterminées.

L'allongement pour cent doit être déterminé sur une éprouvette dont la longueur entre repères est de $5,65\sqrt{S_0}$. Si l'on utilise d'autres longueurs calibrées, l'allongement correspondant à la longueur $5,65\sqrt{S_0}$ doit être obtenu conformément à l'ISO 2566/1. En cas de litige, la longueur calibrée de $5,65\sqrt{S_0}$ doit être utilisée.

3.12.2 Essai de résilience à température ambiante

3.12.2.1 L'essai de résilience doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 148.

3.12.2.2 Si une seule éprouvette est utilisée, la valeur moyenne obtenue doit satisfaire aux prescriptions du tableau 1.

3.12.2.3 Si trois éprouvettes sont utilisées, la valeur moyenne obtenue doit correspondre aux prescriptions du tableau 1; une seule valeur individuelle peut être en dessous de la valeur spécifiée tout en restant au moins supérieure à 70 % de cette valeur.

3.12.3 Épreuve hydraulique

Le détail de la procédure d'épreuve doit être agréé par les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande. En aucun cas, la contrainte nominale exercée par l'essai hydraulique ne doit dépasser 90 % de la limite minimale d'écoulement ou de la limite conventionnelle d'élasticité spécifiée. La pression d'épreuve doit être maintenue pendant une durée suffisante pour permettre d'effectuer les essais et le contrôle.

3.12.4 Essais non destructifs

Si l'acheteur exige des essais non destructifs par des méthodes radiographiques, ultrasoniques, magnétiques ou de ressuage, pour vérifier la santé interne des pièces, ces essais doivent être convenus au moment de la demande d'offre et de la commande. L'accord doit comporter les détails de la méthode d'essai.

3.12.5 Attaque pour une mise en évidence des fibres

Si l'acheteur exige un décapage pour mettre en évidence les fibres, cet essai doit être convenu au moment de la demande d'offre ou de la commande. L'accord doit comporter les détails de la méthode d'essai.

3.13 Contre-essais

Les prescriptions mentionnées en 6.5 et 7.6 de l'ISO/R 404 sont applicables, sauf dans le cas des essais de résilience, pour lesquels on prend la moyenne des résultats obtenus sur trois éprouvettes. Dans ce dernier cas, la procédure spécifiée ci-après doit être utilisée :

Si la moyenne de trois valeurs de résilience est inférieure à la valeur spécifiée ou si une valeur individuelle est inférieure à 70 % de cette valeur spécifiée, prélever trois éprouvettes supplémentaires du même échantillon et faire un nouvel essai sur ces éprouvettes. La valeur moyenne des six résultats d'essais ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée. Pas plus de deux valeurs individuelles ne doivent être inférieures à la valeur spécifiée et une seule valeur, au maximum, peut être inférieure à 70 % de la valeur spécifiée.

3.14 Documents

Au moment de la demande d'offre et de la commande, l'acheteur doit spécifier celui des documents admis au chapitre 4 de l'ISO/R 404 qui doit être fourni (voir 3.9).

3.15 Marquage

3.15.1 Les produits doivent porter de façon lisible :

- les symboles d'identification de la nuance d'acier donnés dans le tableau 1;
- la marque du fabricant des pièces forgées;
- les symboles, lettres ou numéros liant les uns aux autres les certificats d'essai, les éprouvettes et les produits.

3.15.2 Sauf dans le cas prévu en 3.16.3, les symboles d'identification doivent être gravés sur chaque pièce à l'endroit et de la manière indiqués par l'acheteur pour ne pas nuire à l'utilisation finale de la pièce.

3.15.3 Pour les pièces forgées livrées en caisses, les indications exigées en 3.15.1 peuvent figurer sur la caisse d'expédition ou sur une étiquette solidement attachée à celle-ci.

4 PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES POUR PIÈCES FORGÉES EN NUANCES D'ACIER AYANT DES PROPRIÉTÉS SPÉCIFIÉES À TEMPÉRATURE ÉLEVÉE

4.1 Caractéristiques mécaniques

4.1.1 Le tableau 3 donne, pour les nuances d'acier ayant des caractéristiques spécifiées à haute température, les valeurs minimales de la limite conventionnelle d'élasticité à haute température, obtenues conformément au chapitre 2 de l'ISO 2605/I ou, pour les aciers austénitiques, à l'ISO 2605/II.

4.1.2 Le tableau 4 donne, pour ces mêmes nuances d'acier, des valeurs moyennes de charge de rupture par fluage.

4.2 Vérification et essais

4.2.1 Limite conventionnelle d'élasticité à température élevée

4.2.1.1 Les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être vérifiées soit par un essai de réception à température élevée, soit suivant la méthode décrite au chapitre 3 de l'ISO 2605/I ou, dans le cas des aciers austénitiques, dans l'ISO 2605/II.

4.2.1.2 VÉRIFICATION PAR ESSAIS DE RÉCEPTION

Un essai doit être effectué sur chaque coulée à partir d'un échantillon préparé conformément à 3.11.1, et sur l'éprouvette prélevée en position adjacente à l'une des éprouvettes utilisées pour l'essai de traction à température ambiante. Si des pièces forgées d'épaisseurs différentes sont fabriquées à partir d'une seule coulée, l'essai doit être effectué sur la pièce la plus épaisse.

Les essais relatifs à la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être effectués conformément aux prescriptions de l'ISO/R 205 ou l'ISO/R 783 à une température choisie dans le tableau 3 et agréée par les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

Pour les contre-essais, il y a lieu de suivre les prescriptions indiquées en 6.5 de l'ISO/R 404.

4.2.1.3 VÉRIFICATION SANS ESSAIS DE RÉCEPTION

Les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée doivent être vérifiées suivant la méthode décrite au chapitre 3 de l'ISO 2608 ou, dans le cas des aciers austénitiques, dans l'ISO 2605/II. Les figures 1 à 12 donnent, pour les différentes nuances d'acier, les limites inférieures de l'intervalle de confiance de 95 % pour les valeurs de la limite conventionnelle d'élasticité à température élevée, nécessaires à l'application de cette méthode.

4.2.2 Charges de rupture par fluage

Les valeurs moyennes de charges de rupture par fluage données dans le tableau 4 sont valables pour les pièces forgées commandées selon la présente Norme Internationale, sous réserve que :

- a) le produit ait été fabriqué en respectant rigoureusement les spécifications techniques de la présente Norme Internationale, de manière à ce que les prescriptions concernant les charges de rupture par fluage soient valables;
- b) le producteur de l'acier fournisse une déclaration en ce sens, qui doit obtenir l'accord des parties intéressées.

5 PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES POUR PIÈCES FORGÉES EN NUANCES D'ACIER AYANT DES PROPRIÉTÉS SPÉCIFIÉES À BASSE TEMPÉRATURE

5.1 Caractéristiques mécaniques

Le tableau 5 donne, pour les nuances d'acier ayant des caractéristiques spécifiées à basse température, les valeurs minimales de l'essai de résilience avec éprouvette longitudinale Charpy V prélevée dans le sens principal des fibres (voir aussi 5.2.4).

5.2.1 Les essais ne doivent être effectués que s'ils sont exigés dans la demande d'offre et dans la commande.

NOTE — Les documents ISO traitant de l'utilisation des pièces forgées pour appareils à pression contiennent des prescriptions obligatoires quant aux essais à basse température.

5.2.2 Si des essais de résilience à basse température sont exigés, il faut préparer sur chaque échantillon et dans chaque lot de réception spécifié en 3.11.1.2 et 3.11.1.3 trois éprouvettes ISO à entaille en V pour essai de résilience et ce, de la manière indiquée en 3.11.1.4 b).

5.2.3 Les essais de résilience doivent être effectués conformément aux prescriptions de l'ISO 148, à une température choisie dans le tableau 5 et agréé par les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

5.2.4 La valeur moyenne de trois résultats d'essais doit être conforme aux spécifications du tableau 5. Une valeur sur les trois peut être inférieure à la valeur moyenne minimale spécifiée dans le tableau 5, tout en restant au moins supérieure à 70 % de cette valeur.

5.2.5 Pour les contre-essais, la procédure suivante doit être utilisée :

Si la moyenne de trois valeurs de résilience est inférieure à la valeur spécifiée ou si une valeur individuelle est inférieure à 70 % de cette valeur spécifiée, prélever trois éprouvettes supplémentaires du même échantillon et faire un nouvel essai sur ces éprouvettes. La valeur moyenne des six résultats d'essais ne doit pas être inférieure à la valeur spécifiée. Pas plus de deux valeurs individuelles ne doivent être inférieures à la valeur spécifiée et une seule valeur, au maximum, peut être inférieure à 70 % de la valeur spécifiée.

TABLEAU 1 — Composition chimique, caractéristiques mécaniques à température ambiante et traitements thermiques

Nomenclature d'acier No	Composition chimique, % (2)											Caractéristiques mécaniques à température ambiante (1)					Traitements thermiques					
	C	Si(3)	Mn	P max	S max	Cr	Mo	Ni	Autres	Caractéristiques mécaniques spécifiées pour températures basses dans le tableau		Diamètre (ou épaisseur pour équi- valence) mm	R _{eL} R _{m0,2} (min. 13,17)	R _{p1,0} (min. 13)	R _m	A min	KV min	Traitement thermique de référence (2)	Température d'austénitisation C	Milieu de refroidissement (1b)	Température de revenu C	Milieu de refroidissement (1b)
	0,20	0,10 - 0,40	0,50 - 1,20	0,040	0,040	0,40	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	215	410 - 530	410 - 530	20	20					
F8	0,20	0,10 - 0,40	0,50 - 1,20	0,040	0,040	0,40	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	215	410 - 530	410 - 530	20	20	N	880 - 930	a	580 - 660(14)	a ou f
F9	0,20	0,10 - 0,40	0,50 - 1,20	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(4,5,6)	5	3,4	63 < 250	220	410 - 530	410 - 530	20	20	N	880 - 930	a	580 - 660(14)	a ou f	
F12	0,23	0,10 - 0,40	0,60 - 1,40(8)	0,040	0,040	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4(8)	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F13	0,23	0,10 - 0,40	0,60 - 1,40(8)	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(4,5,6)	5	3,4(8)	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F17	0,25	0,10 - 0,40	0,90 - 1,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	255	490 - 610	490 - 610	16	16	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F170	0,25	0,10 - 0,40	0,90 - 1,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	305	490 - 610	490 - 610	16	16	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F18	0,25	0,10 - 0,40	0,90 - 1,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(4,5,6)	5	3,4	63 < 250	280	490 - 610	490 - 610	16	16	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F180	0,25	0,10 - 0,40	0,90 - 1,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(4,5,6)	5	3,4	63 < 250	280	490 - 610	490 - 610	16	16	N	880 - 920	a	580 - 660(14)	a ou f	
F22(7)	0,30	0,10 - 0,40	0,80 - 1,40	0,050	0,050	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	870 - 910	a	580 - 660(14)	a ou f	
F220(7)	0,30	0,10 - 0,40	0,80 - 1,40	0,050	0,050	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	870 - 910	a	580 - 660(14)	a ou f	
F23(7)	0,35	0,10 - 0,40	0,60 - 1,40	0,040	0,040	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	870 - 910	a	580 - 660(14)	a ou f	
F230(7)	0,35	0,10 - 0,40	0,60 - 1,40	0,040	0,040	0,40	0,40	Al(15)	5	3,4	63 < 250	235	460 - 580	460 - 580	18	18	N	870 - 910	a	580 - 660(14)	a ou f	
F26	0,12 - 0,20	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,012(5)	5	3,4	63 < 250	250	440 - 590	440 - 590	17	17	N	880 - 940	a	600 - 650	a ou f	
F27	0,18 - 0,25	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,012(5)	5	3,4	63 < 250	250	440 - 590	440 - 590	17	17	N	880 - 940	a	600 - 650	a ou f	
F28	0,12 - 0,20	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,012(5)	5	3,4	63 < 250	250	440 - 590	440 - 590	17	17	N	880 - 940	a	600 - 650	a ou f	
F29	0,18 - 0,25	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,012(5)	5	3,4	63 < 250	250	440 - 590	440 - 590	17	17	N	880 - 940	a	600 - 650	a ou f	
F31	0,20 - 0,28	0,15 - 0,40	0,50 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	410	640 - 780	640 - 780	15	15	O	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F32	0,20	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	375	410 - 560	410 - 560	18	18	N	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F320	0,20	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	375	410 - 560	410 - 560	18	18	N	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F33	0,10 - 0,18	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	375	410 - 560	410 - 560	18	18	N	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F34	0,15	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	375	410 - 560	410 - 560	18	18	N	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F340	0,15	0,15 - 0,40	0,40 - 0,70	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	375	410 - 560	410 - 560	18	18	N	900 - 950	a	620 - 720	a ou f	
F35	0,27	0,15 - 0,40	0,30 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	335	540 - 690	540 - 690	15	15	O	930 - 1030	a	650 - 750	a ou f	
F36	0,30	0,15 - 0,40	0,30 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	335	540 - 690	540 - 690	15	15	O	930 - 1030	a	650 - 750	a ou f	
F37	0,18	0,15 - 0,40	0,30 - 0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4	63 < 250	335	540 - 690	540 - 690	15	15	O	930 - 1030	a	650 - 750	a ou f	
F40	0,23(8)	0,15 - 0,40	0,30 - 1,00	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,020(5)	5	3,4(8)	63 < 250	470	740 - 880	740 - 880	14	14	N	925 - 975	a	620 - 700	a ou f	
F44	0,20	0,15 - 0,40	0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4(8)	63 < 250	470	740 - 880	740 - 880	14	14	N	925 - 975	a	620 - 700	a ou f	
F45	0,13	0,15 - 0,40	0,80	0,040	0,040	0,40	0,40	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	63 < 250	470	740 - 880	740 - 880	14	14	N	925 - 975	a	620 - 700	a ou f	
F46	0,03	1,00	7,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	175	205	440 - 640	440 - 640	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F47	0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	195	235	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F48	0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	195	235	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F50	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F51	0,04 - 0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F52	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F53	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	195	235	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F54	0,04 - 0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	195	235	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F55	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	195	235	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F56	0,04 - 0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00 - 19,00	0,40	8,00 - 12,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F59	0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,00	0,40	11,00 - 15,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	185	215	440 - 640	440 - 640	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F62	0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,00	0,40	11,00 - 15,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F64	0,04 - 0,09	1,00	2,00	0,045	0,030	16,00 - 18,00	0,40	11,00 - 15,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F66	0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,50 - 18,50	0,40	11,00 - 15,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f
F68	0,15	1,50	2,00	0,045	0,030	24,00 - 26,00	0,40	19,00 - 23,00	Al _{inter} - 0,015(5)	5	3,4	205	245	490 - 690	490 - 690	30	30	O	1000 - 1100	a	550 - 590	a ou f

NOTES DU TABLEAU 1

1) Les éléments non mentionnés dans le tableau ne doivent pas être ajoutés intentionnellement sans l'accord de l'acheteur de l'acier, sauf dans le but de mettre au point la coulée. Toutes précautions nécessaires doivent être prises pour empêcher l'addition d'éléments provenant de ferrailles ou d'autres matériaux utilisés pendant la fabrication; on peut, toutefois, tolérer des éléments résiduels, s'ils n'affectent pas les propriétés mécaniques et l'aptitude à l'emploi du produit.

Si la quantité d'éléments résiduels est susceptible d'affecter les propriétés ou la soudabilité de l'acier, la teneur à la coulée de ces éléments doit être indiquée, ajoutée au procès-verbal.

Pour faciliter le formage à chaud etc., une teneur en cuivre maximale de 0,25 % peut être spécifiée, sur demande de l'acheteur.

2) Pour les écarts admissibles de l'analyse de contrôle, voir tableau 2.

3) Si l'acier est désoxydé sous vide, la limite inférieure du silicium peut être supprimée.

4) L'aluminium peut être remplacé par d'autres éléments ayant un effet similaire, par accord entre les parties intéressées.

5) Lorsqu'une teneur maximale en aluminium métallique (Al_{met}) de 0,010 %, 0,012 % ou 0,020 % est spécifiée, la détermination de la teneur en aluminium total doit être considérée comme satisfaisant à cette exigence, sous réserve que celle-ci ne dépasse pas la valeur spécifiée.

Lorsqu'une teneur maximale en Al_{met} de 0,015 % est spécifiée, la détermination de la teneur en aluminium total doit être considérée comme satisfaisant à cette exigence, sous réserve que la teneur obtenue soit inférieure à 0,018 %.

En cas de litige, la teneur en aluminium métallique doit être déterminée.

6) En variante, une grosseur de grain d'acier austénitique ≤ 6 , déterminée conformément aux prescriptions de l'ISO/R 613, peut être acceptée.

7) Faire référence spécialement à 3.6.2.

8) Si les propriétés à haute température du tableau 4 sont spécifiées la teneur en manganèse doit être de 0,80 à 1,40 %.

9) Si les propriétés à température élevée des tableaux 3 et 4 sont spécifiées la teneur en carbone doit être de 0,20 à 0,26 %.

10) On peut ajouter, par convention, 0,40 à 0,70 % W

11) R_{eL} = limite inférieure d'élasticité

$R_{p0,2}$ = limite conventionnelle à 0,2 % (allongement non proportionnel)

$R_{p1,0}$ = limite conventionnelle à 1,0 % (allongement non proportionnel)

R_m = résistance à la traction

A = allongement pour cent après rupture sur une longueur entre repères, $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$.

KV = résilience sur éprouvette ISO à entaille en V

12) A = recuit, N = normalisé, Q = trempé, T = revenu.

13) Pour la réception, on peut utiliser la limite conventionnelle pour un allongement total (voir 3.12.1.2).

14) Lorsque l'acier doit être utilisé à température élevée et que les spécifications du tableau 4 sont exigées, la température de revenu ne doit pas dépasser 620 °C et la durée du revenu ne doit pas dépasser 3 h.

15) Si les caractéristiques à température élevée du tableau 3 sont spécifiées, la teneur Al_{met} doit être $\leq 0,010$ % (voir aussi note 5).

16) a = air, e = eau, f = four, h = huile

17) Pour le calcul, utiliser les valeurs du tableau 3.

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2604-1:1975

a8334cd867e6/iso-2604-1-1975

TABLEAU 2a – Écart admissible
par rapport à la composition spécifiée,
des aciers au carbone et au carbone manganèse

Élément	Maximum de la gamme spécifiée	Écart admissible par ^{1,2)} rapport à la composition spécifiée
Carbone	≤ 0,35	± 0,03
Silicium	≤ 0,50	± 0,05
Manganèse	≤ 2,0	± 0,10
Soufre max. spécifié	≤ 0,050	+ 0,005
Phosphore max. spécifié	≤ 0,050	+ 0,005

TABLEAU 2c – Écart admissible
par rapport à la composition spécifiée,
pour aciers hautement alliés et aciers austénitiques

Élément	Maximum de la gamme spécifiée	Écart admissible par ^{1,2)} rapport à la composition spécifiée
Carbone	≤ 0,03	± 0,005
	> 0,03 – 0,25	± 0,01
Manganèse	≤ 0,40 – 0,70	± 0,03
	> 0,70 – 1,0	± 0,04
	> 1,0 – 2,0	± 0,05
Silicium	≤ 1,0	± 0,05
Soufre et Phosphore max. spécifié	≤ 0,030	+ 0,003
	> 0,030 – 0,040	+ 0,004
	> 0,040 – 0,050	+ 0,005
Nickel	≤ 1,0	± 0,03
	> 1,0 – 2,0	± 0,05
	> 2,0 – 5,0	± 0,07
	> 5,0 – 10,0	± 0,10
	> 10,0 – 20,0	± 0,15
	> 20,0	± 0,20
Chrome	≤ 10,0	± 0,10
	> 10,0 – 15,0	± 0,15
	> 15,0 – 20,0	± 0,20
	> 20,0	± 0,25
Molybdène	≤ 1,0	± 0,04
	> 1,0 – 2,0	± 0,05
	> 2,0 – 3,0	± 0,08
	> 3,0	± 0,10
Titane et Niobium	Toute la gamme	± 0,05
Vanadium	≤ 0,35	± 0,03

TABLEAU 2b – Écart admissible
par rapport à la composition spécifiée,
pour les aciers faiblement ou moyennement alliés
excepté les aciers au manganèse

Élément	Maximum de la gamme spécifiée	Écart admissible par ^{1,2)} rapport à la composition spécifiée
Carbone	≤ 0,35	± 0,03
Silicium	≤ 0,50	± 0,05
Manganèse	≤ 2,0	± 0,10
Soufre et Phosphore max. spécifié	≤ 0,050	+ 0,005
Nickel	≤ 5,0	± 0,07
	> 5,0 – 10,0	± 0,10
Chrome	≤ 10,0	± 0,10
Molybdène	≤ 0,35	± 0,04
	> 0,35 – 1,5	± 0,05
Vanadium	≤ 0,35	± 0,03

1) Excepté dans les cas ne spécifiant que des maximums, pour un même élément provenant de divers échantillons d'une même coulée, les écarts sont donnés en plus ou en moins et non en plus et en moins des limites spécifiées. Lorsque des maximums sont donnés, les écarts sont toujours en plus. Ces valeurs ne sont utilisables que si les échantillons ont été prélevés conformément à 3.5.2.3.

2) Ces valeurs sont à considérer comme provisoires jusqu'à ce que l'on dispose de données plus sûres.

TABLEAU 3 – Valeurs minimales de la limite inférieure d'élasticité (R_{eL})
ou de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ($R_{p0,2}$) à température élevée

Nuance d'acier N°	Traitement thermique de référence 1,2)	Diamètre (ou épaisseur équivalente) mm	R_{eL} min. ou $R_{p0,2}$ min. ³⁾ , N/mm ²														
			Température, °C														
			20 ⁵⁾	50 ^{5,6)}	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
F8	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250	201 189	196 183	192 178	188 175	181 170	168 162	150 150	142 142	138 138	136 136					
F9	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250 ⁴⁾	226	222	215	204	188	171	152	141	134	130					
F12	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250	232 218	227 212	222 206	218 203	210 197	194 188	176 176	168 168	162 162	158 158					
F13	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250 ⁴⁾	268	262	251	236	217	198	177	167	158	153					
F17	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250	251 236	245 229	240 222	236 219	227 212	210 203	192 192	183 183	177 177	172 172					
F18	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250 ⁴⁾	293	286	272	256	234	213	192	182	173	168					
F22	N, N + T, Q + T	≤ 63 > 63 ≤ 250	232 218	227 212	222 206	218 203	210 197	194 188	176 176	168 168	162 162	158 158					
F26	N + T, Q + T		241	239	237	232	218	200	167	153	148	143	139				
F27	N + T, Q + T		241	239	237	232	218	200	167	153	148	143	139				
F28 ⁴⁾	N + T, Q + T																
F29 ⁴⁾	N + T, Q + T																
F31 ⁴⁾	Q + T																
F32	N + T, Q + T		237	224	210	200	192	180	150	135	130	127	124	120	117		
F32Q	Q + T		369	356	340	328	315	303	294	284	279	273	265	251	240		
F33	N + T, Q + T		270	266	259	248	235	218	192	184	177	168	155	148	135		
F34	N + T, Q + T		272	268	261	253	245	236	230	224	218	205	189	167	145		
F34Q	Q + T		334	329	322	313	304	296	288	281	273	258	239	210	179		
F35 ⁴⁾	N + T, Q + T																
F36 ⁴⁾	N + T, Q + T																
F37 ⁴⁾	N + T, Q + T																
F40	Q + T		537	527	508	484	457	434	423	416	408	383	344				
F48	Q		195		132	120	109	100	93	87	84	81	79	78	76		
F51, F56	Q		205		171	162	153	147	139	133	129	125	123	122	120		
F54 A) F54 B)	Q		155 195		107 148	103 144	97 139	94 134	90 130	85 124	80 119	76 114	74 111	73 107	72 104	71 101	70 99
F64	Q		205		155	144	132	121	113	107	101	98	95	92	90	89	88
F66 ⁴⁾	Q		205														
F68 ⁴⁾	Q		205														

1) N = normalisé, Q = trempé, T = revenu.

2) Pour les températures et les conditions de refroidissement, voir tableau 1.

3) Si le phénomène d'écoulement est prononcé, R_{eL} s'applique. Si le phénomène d'écoulement n'est pas prononcé, $R_{p0,2}$ s'applique.

4) Jusqu'à ce que des valeurs de la limite inférieure d'élasticité et de la limite conventionnelle d'élasticité obtenues conformément au chapitre 2 de l'ISO 2605/1 ou, dans le cas des aciers austénitiques, à

l'ISO 2605/II, soient disponibles pour ces aciers, ces valeurs doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

5) Les valeurs à 20 °C et 50 °C figurent uniquement à titre indicatif et ne font pas l'objet de vérification.

6) Les valeurs à 50 °C ont été obtenues par interpolation.

REMARQUE GÉNÉRALE – Ces valeurs seront sujettes à révision lorsque des données supplémentaires seront disponibles.