

---

# Norme internationale



# 4990

---

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

---

## Pièces en acier moulées — Conditions générales techniques de livraison

*Steel castings — General technical delivery requirements*

Première édition — 1986-05-01

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

[ISO 4990:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1bf8e21c-83a9-45af-b155-ce7cf7d13f16/iso-4990-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1bf8e21c-83a9-45af-b155-ce7cf7d13f16/iso-4990-1986>

---

CDU 669.14-14 : 658.8.027

Réf. n° : ISO 4990-1986 (F)

Descripteurs : métal, acier, pièce coulée, spécification, contrôle, échantillonnage, specimen d'essai, conditions d'essai, marquage.

## 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 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.

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 4990 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*.

[ISO 4990:1986](#)

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Pièces en acier moulées — Conditions générales techniques de livraison

## 1 Objet et domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale fixe les conditions techniques de livraison des pièces moulées en acier, ainsi que les conditions de prélèvement et préparation des échantillons et éprouvettes.

1.2 Dans le cas où des normes de matériaux ou de produits prévoient des conditions différentes, ces conditions différentes sont applicables. Dans des cas spéciaux, des variantes à ces conditions peuvent être convenues à la commande.

1.3 La présente Norme internationale spécifie également un ensemble d'exigences supplémentaires qui peuvent être appliquées aux pièces moulées en acier. Ces exigences sont à utiliser lorsqu'on désire un essai ou un contrôle additionnel et elles ne s'appliquent que lorsqu'elles sont spécifiées individuellement par le client.

## 2 Références

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

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 2605/1, *Produits en acier pour récipients à pression — Dérivation et vérification des valeurs à température élevée — Partie 1 : Limite d'élasticité ou limite conventionnelle d'élasticité des produits en acier au carbone ou faiblement allié*.

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

ISO 3452, *Essais non destructifs — Contrôle par ressuage — Principes généraux*.

ISO 3651/2, *Aciers inoxydables austénitiques — Détermination de la résistance à la corrosion intergranulaire — Partie 2 : Essai de corrosion en milieu acide sulfurique/sulfate de cuivre en présence de copeaux de cuivre (Essai dit de Monypenny Strauss)*.

ISO 5579, *Essais non destructifs — Examen des matériaux métalliques au moyen de rayons X et de rayons gamma*.

ISO 6506, *Matériaux métalliques — Essai de dureté — Essai Brinell*.

ISO 6892, *Matériaux métalliques — Essai de traction*.

ISO 8062, *Pièces moulées — Système de tolérances dimensionnelles*.

## 3 Définitions

**3.1 contrôle non spécifique** : Contrôle effectué par le fondeur, suivant des modalités qui lui sont propres, sur des lingots ou des pièces moulées résultant du même processus de production, mais ne portant pas nécessairement sur les produits livrés.

**3.2 contrôle spécifique des produits** : Opérations de recette, effectuées sur les produits à livrer, afin de vérifier si ces produits répondent aux spécifications de la commande.

**3.3 attestation de conformité à la commande; SC** : Document par lequel le fondeur atteste que les produits livrés sont conformes aux stipulations de la commande, sans mentionner aucun résultat de contrôle.

**3.4 relevé de contrôle; TR** : Document par lequel le fondeur atteste que les produits livrés sont conformes aux stipulations de la commande, et dans lequel il fournit les résultats des essais de contrôle courant de l'usine, effectués sur des produits résultant du même processus de production que la fourniture, mais ne portant donc pas nécessairement sur les produits livrés.

**3.5 certificat de recette; IC** : Certificat contenant les résultats de tous les essais prescrits.

Selon convention prévue à la commande, les opérations de recette peuvent être effectuées au choix de l'acheteur :

- par le service qualifié (voir la note) de l'usine du fondeur (IC);
- en présence de l'acheteur ou d'un organisme désigné par celui-ci (ICP).

Le certificat de recette est signé dans le cas a) par le représentant du service qualifié et dans le cas b) par l'acheteur ou le représentant de l'organisme désigné.

Dans certains cas particuliers, moyennant accord lors de la commande, les opérations de recette peuvent également être effectuées par un organisme indépendant de l'acheteur et du

fondeur, avec exécution des essais en dehors de l'usine productrice. Dans ce cas, il incombe au représentant de cet organisme de signer le certificat de recette.

NOTE — **service qualifié** : Service de contrôle, différent des services de production.

Dans certains cas, ce service peut faire l'objet d'un agrément par l'acheteur.

**3.6 procès-verbal de recette; IR** : Lorsque le certificat de recette prévu en cas b) en 3.5 doit, par convention, être signé par le fondeur et l'acheteur ou son représentant, il prend le nom de procès-verbal de recette.

## 4 Informations à fournir par l'acheteur

**4.1** L'appel d'offre et la commande doivent mentionner les particularités indiquées en 4.1.1 à 4.1.3.

**4.1.1** Description de la pièce à l'aide d'un numéro de modèle et/ou d'un plan. Lorsqu'un modèle est fourni, la description doit en être donnée. Lorsqu'un plan n'est pas fourni, la pièce est achetée seulement sur la base d'un modèle. Dans ce cas, le fondeur n'est pas responsable des dimensions de la pièce.

Les tolérances dimensionnelles, y compris les tolérances d'usinage, doivent figurer sur le plan.

Toute modification à apporter au dessin ou aux modèles, pour les exigences techniques du fondeur, doit faire l'objet d'un accord entre le fondeur et l'acheteur.

**4.1.2** Norme du matériau et nuance d'acier.

**4.1.3** Type de document (voir tableau 1 et chapitre 6).

**4.2** Le cas échéant, l'appel d'offre et la commande mentionneront des renseignements supplémentaires, par exemple ceux indiqués en 4.2.1 à 4.2.6.

**4.2.1** Indication de toutes les exigences supplémentaires conformément au chapitre 9.

**4.2.2** Dimensions d'un lot d'essai (voir 6.2.2.1).

**4.2.3** Modalités de marquage, selon chapitre 7 et 9.2.1, d'usinage, d'emballage, de chargement, d'expédition et lieu de destination.

**4.2.4** Le cas échéant, soumission des échantillons moulés pour approbation, avant de procéder à la production. (Voir 5.3.)

**4.2.5** Méthodes de contrôle statistique à utiliser (s'il existe).

**4.2.6** Autres options de la spécification.

**4.3** Procédures d'inspection conformément à l'annexe, ainsi que le lieu de l'inspection pour le client, quand elle ne peut être faite dans l'usine du fondeur.

## 5 Conditions de fabrication

### 5.1 Élaboration

Sauf stipulations contraires, le mode d'élaboration est laissé au choix de la fonderie. (Voir 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3 et 9.1.4.)

### 5.2 Mode de moulage — Traitement thermique

Sauf conventions particulières à la commande ou spécifications particulières de la norme de produit, le choix des modes de moulage, de coulée, de traitement thermique, etc., est laissé à l'initiative de la fonderie. (Voir 9.5, 9.7.1, 9.7.2 et 9.7.3.)

### 5.3 Nettoyage et parachèvement

Toutes les pièces moulées doivent être nettoyées et parachévées suffisamment pour permettre leur examen en conformité avec 6.2.3.1. Le degré de parachèvement peut faire l'objet de convention à la commande.

### 5.4 Soudage

Sauf spécification contraire au moment de la demande d'offre et de la commande, les pièces moulées peuvent être parachévées par soudure sans l'accord préalable du client. Par soudure de finition, on entend des opérations de soudage qui sont effectuées par le fondeur lors du processus de fabrication, en vue de satisfaire les spécifications de qualité requises pour le moulage. Un essai de soudabilité en vue d'homologation peut être défini par accord entre les parties intéressées. Des clauses restrictives peuvent être spécifiées dans les normes de produits. Les soudures de finition doivent être exécutées selon la procédure relative à l'essai précité.

Pour les soudures de finition principales, voir 9.8.1 et 9.8.2.

## 6 Contrôle, essais et spécifications

### 6.1 Contrôle non spécifique

Les pièces moulées et/ou les processus de production doivent être examinés conformément aux exigences d'un contrôle approprié effectué par le fondeur, et établies en s'assurant que les exigences spécifiées sont respectées. Des rapports écrits des contrôles ne sont pas habituellement fournis.

Sur demande du client au moment de l'appel d'offre et de la commande, le fondeur doit fournir une attestation de conformité ou un relevé de contrôle (voir tableau 1) sur la base de ces contrôles ou essais non spécifiques (voir également 9.2.1).

### 6.2 Contrôle spécifique

#### 6.2.1 Documents

Si l'un des documents pour le contrôle spécifique et les essais est demandé (voir tableau 1), les contrôles et les essais doivent être effectués conformément à l'annexe et à 6.2.2, 6.2.3 et au chapitre 7.

Tableau 1 — Types de documents exigés par divers types de contrôle

Type de contrôle	Type de document	Symbole
Contrôle non spécifique	Aucun ou Attestation de conformité ou Relevé de contrôle	— SC TR
Contrôle spécifique effectué par le service qualifié <sup>1)</sup> de l'usine du fondeur	Certificat de recette signé par le représentant du service qualifié de l'usine	IC
Contrôle spécifique effectué en présence de l'acheteur ou d'un organisme désigné par celui-ci	Certificat de recette signé par l'acheteur ou le représentant de l'organisme désigné par celui-ci, ou Procès-verbal de recette signé par le fondeur et l'acheteur ou son représentant	ICP IR
Contrôle spécifique effectué par un organisme indépendant, les essais étant exécutés en dehors de l'usine productrice	Certificat de recette signé par l'organisme indépendant	ICP
Contrôle continu	Par accord entre les parties intéressées	—

1) Voir la note en 3.5.

## 6.2.2 Échantillonnage, préparation des éprouvettes et méthodes d'essais mécaniques et chimiques

### 6.2.2.1 Formation des lots

Le mode de formation des lots doit être spécifié dans la commande. L'importance du lot pourra être définie en fonction de la masse ou du nombre de pièces. On peut procéder, par exemple, comme suit :

- par coulée : les produits sont du même type. Ils proviennent de la même coulée et ont subi, le cas échéant, les mêmes conditions de traitement thermique dans le même jour;
- par lot : les produits peuvent provenir de coulées de même nuance et/ou de traitements thermiques de mêmes cycles, identifiés ou non; dans ce cas, le lot est limité à un nombre de pièces ou à un tonnage fixé entre les parties et constitue l'unité de réception;
- par pièce : pour certains produits où les exigences techniques requièrent ce mode de lotissement;
- par accord supplémentaire (voir 9.1).

### 6.2.2.2 Lingots échantillons

Sauf convention contraire, les lingots échantillons coulés à part ou attenants aux pièces doivent provenir de la même coulée d'acier et doivent subir dans les fours de production, un traitement thermique semblable à celui des pièces qu'ils représentent.

En l'absence de convention particulière au moment de l'appel d'offre et de la commande (voir 9.6.1), l'épaisseur nominale du lingot doit être de 28 mm et, dans ce cas, les éprouvettes utilisées pour les essais mécaniques doivent être prélevées dans les lingots échantillons, avec leur axe à environ 14 mm de la peau.

Les caractéristiques mécaniques exigées sont obtenues à partir de lingots-échantillons coulés à part ou attenants aux pièces

qu'ils représentent. Par conséquent, les résultats d'essai ainsi obtenus représentent la qualité de l'acier à partir de laquelle les pièces moulées ont été coulées; ils ne représentent pas nécessairement les caractéristiques des pièces moulées elles-mêmes, qui peuvent être affectées par les conditions de solidification et la vitesse de refroidissement lors du traitement thermique qui, à leur tour, dépendent de l'épaisseur, de la taille et de la forme de la pièce moulée.

### 6.2.2.3 Essais mécaniques

Si exigé par la spécification, les essais mécaniques spécifiés en 6.2.2.3.1 et 6.2.2.3.2 doivent être effectués.

#### 6.2.2.3.1 Essai de traction à la température ambiante

Un essai de traction doit être effectué sur chaque lot (voir 6.2.2.1). La forme et les dimensions de l'éprouvette et la méthode d'essai doivent être conformes à l'ISO 6892. Les résultats de l'essai doivent être conformes pour la nuance d'acier considérée aux prescriptions de la spécification. (Voir 9.2.1, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.3 et 9.5.)

#### 6.2.2.3.2 Essai de flexion par choc

Lorsque cet essai est spécifié, les valeurs de l'énergie absorbée, en joules, sont déterminées sur trois éprouvettes Charpy à entaille en V, à la température d'essai indiquée dans la spécification. Les éprouvettes doivent être préparées et essayées conformément à 6.2.2.2. La valeur moyenne de l'énergie absorbée des trois éprouvettes ne doit pas être inférieure à la valeur indiquée dans la spécification du produit, pour la nuance considérée, et aucune valeur ne doit être inférieure aux deux tiers de la valeur minimale spécifiée. (Voir 9.2.1 et 9.4.4.)

#### 6.2.2.4 Contre-essais

Dans les cas, autres que ceux mentionnés au chapitre A.4, où les résultats des essais mécaniques réalisés sur les éprouvettes ne satisfont pas les exigences de la norme de produit, le fon-

deur peut, sauf spécification contraire à la commande, adopter une des procédures spécifiées en 6.2.2.4.1 à 6.2.2.4.3.

**6.2.2.4.1** Recommencer l'essai mécanique (y compris l'essai de corrosion intergranulaire lorsqu'il est demandé) qui n'a pas réussi, sur deux éprouvettes supplémentaires. Au cas où une seule de ces deux nouvelles éprouvettes ne donne pas de résultats satisfaisants, le fondeur peut alors suivre la procédure indiquée en 6.2.2.4.3.

**6.2.2.4.2** Dans le cas des essais de flexion par choc, si la valeur moyenne obtenue à partir de trois essais n'atteint pas la valeur spécifiée, ou si l'une des valeurs individuelles n'atteint pas le minimum spécifié, le fondeur peut soumettre à l'essai trois éprouvettes supplémentaires prélevées sur le même lingot échantillon ou dans un autre lingot échantillon de la même coulée et du même lot de traitement thermique, et qui puisse représenter les pièces concernées. Ajouter ces résultats aux résultats précédemment obtenus, puis calculer de nouveau la moyenne. Si cette nouvelle moyenne satisfait la valeur moyenne spécifiée, le matériau représenté doit être considéré comme satisfaisant aux exigences de la norme de produit. Dans le cas où la nouvelle valeur moyenne ou l'une quelconque de ces nouvelles valeurs individuelles ne satisfait pas les exigences spécifiées, le fondeur peut alors suivre la procédure indiquée en 6.2.2.4.3.

**6.2.2.4.3** Soumettre les pièces et les lingots échantillons, dans les limites de la norme de produit, à un nouveau traitement thermique, puis procéder sur les lingots échantillons à tous les essais mécaniques requis dans la norme de produit (ainsi qu'à l'essai de corrosion intergranulaire lorsqu'il est demandé). En aucun cas, les pièces et les lingots échantillons ne seront soumis à plus de deux traitements thermiques supplémentaires (à l'exception du revenu) sans consulter l'acheteur.

**6.2.2.5 Composition chimique**

**6.2.2.5.1 Analyse sur coulée**

Les prélèvements pour analyse sont effectués, soit dans le lingot échantillon, soit plus généralement à la coulée. Le prélèvement doit être suffisant pour permettre trois déterminations.

En cas de désaccord sur les résultats, seuls font foi ceux obtenus par voie chimique. Quand le dosage est effectué par voie chimique, l'analyse doit être faite sur des copeaux prélevés à au moins 6 mm de la surface brute de coulée.

La composition chimique sur coulée doit satisfaire les exigences de la spécification correspondant à la nuance considérée.

**6.2.2.6 Analyses de vérification et sur produit**

**6.2.2.6.1 Analyse de vérification**

Une analyse de vérification peut être faite par le client sur des lingots échantillons ou des échantillons représentant chaque coulée, lot ou pièce moulée. Le nombre d'échantillons doit être convenu entre les parties. Les copeaux doivent être prélevés à au moins 6 mm de la surface brute de coulée. Le tableau 2 donne les écarts admissibles de l'analyse de vérification par rapport à l'analyse sur coulée spécifiée.

**Tableau 2**  
**Écarts admissibles de l'analyse de vérification par rapport à l'analyse sur coulée spécifiée**

**a) Aciers non alliés et aciers faiblement alliés**

Élément	Fourchette [% (m/m)]	Tolérances
Carbone	Jusqu'à 0,30 inclus	± 0,03
Silicium	Jusqu'à 0,50 inclus	± 0,05
Manganèse	Jusqu'à 1,40 inclus	± 0,06
Soufre et Phosphore	Moins de 0,035	± 0,005
Chrome	Jusqu'à 2,00 inclus Plus de 2,00 et jusqu'à 6,00 inclus	± 0,05 ± 0,10
Molybdène	Jusqu'à 0,35 inclus Plus de 0,35 et jusqu'à 1,50 inclus	— ± 0,05
Vanadium	Moins de 0,35	± 0,03
Nickel	Jusqu'à 1,0 inclus Plus de 1,0 et jusqu'à 2,0 inclus Plus de 2,0 et jusqu'à 5,0 inclus	± 0,03 ± 0,05 ± 0,07

**b) Aciers fortement alliés**

Élément	Fourchette [% (m/m)]	Tolérances
Carbone	Jusqu'à 0,03 inclus Plus de 0,03 et jusqu'à 0,06 inclus	± 0,005 ± 0,01
Manganèse	Plus de 0,50 inclus et jusqu'à 0,70 inclus Plus de 0,70 et jusqu'à 1,00 inclus Plus de 1,00 et jusqu'à 2,00 inclus	± 0,03 ± 0,04 ± 0,05
Silicium	Jusqu'à 1,20 inclus	± 0,05
Soufre et Phosphore	Jusqu'à 0,050 inclus	± 0,005
Chrome	Jusqu'à 10,0 inclus Plus de 10,0 et jusqu'à 15,0 inclus Plus de 15,0 et jusqu'à 20,0 inclus	± 0,10 ± 0,15 ± 0,20
Molybdène	Jusqu'à 1,0 inclus Plus de 1,0 et jusqu'à 2,0 inclus Plus de 2,0 et jusqu'à 3,0 inclus	± 0,04 ± 0,05 ± 0,08
Nickel	Jusqu'à 1,0 inclus Plus de 1,0 et jusqu'à 2,0 inclus Plus de 2,0 et jusqu'à 5,0 inclus Plus de 5,0 et jusqu'à 10,0 inclus Plus de 10,0 et jusqu'à 20,0 inclus Plus de 20,0	± 0,03 ± 0,05 ± 0,07 ± 0,10 ± 0,15 ± 0,20
Niobium	Quelle que soit la fourchette	± 0,05
Vanadium	Moins de 0,35	± 0,03



#### 6.2.2.6.2 Analyse sur produit

Une analyse sur produit peut être faite par le client sur un produit fini représentatif de chaque coulée, lot ou pièce moulée. Le nombre d'échantillons, leur emplacement et les écarts admissibles de composition chimique spécifiées pour chaque nuance doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées, au moment de l'appel d'offre et de la commande. Les échantillons doivent être prélevés à au moins 6 mm de la surface brute de coulée. Le client est responsable des détériorations des pièces dues au prélèvement des échantillons.

#### 6.2.3 Contrôle des pièces moulées et exigences relatives à l'aspect des surfaces et aux dimensions

##### 6.2.3.1 Examen visuel

L'examen des surfaces accessibles des pièces moulées doit être effectué visuellement. (Voir 9.9.5.)

Les défauts de surface non préjudiciables à l'emploi approprié des pièces moulées ne peuvent être une cause de rebut.

Sauf prescription contraire lors de la commande, les pièces moulées doivent être livrées à l'état brut, ébarbées, débarrassées de leurs masselottes et des systèmes de coulée et également exemptes de sable et de calamine laissés par le traitement thermique.

Des exigences supplémentaires peuvent être utilisées lorsqu'un contrôle additionnel est désiré. (Voir 6.2.3.2.)

##### 6.2.3.2 Essais non destructifs

Les pièces moulées peuvent subir certains contrôles non destructifs (ressuage, magnétoscopie, radiographie, ultrasons). (Voir 9.9.)

##### 6.2.3.3 Formes — dimensions — surépaisseurs d'usinage et tolérances dimensionnelles

###### 6.2.3.3.1 Formes — dimensions

Les formes et dimensions de la pièce doivent satisfaire aux surépaisseurs d'usinage et tolérances dimensionnelles agréées, ainsi qu'aux exigences de la commande données sous forme de dessin, de modèle ou de gabarit. (Voir 9.1.6.)

###### 6.2.3.3.2 Surépaisseurs d'usinage et tolérances dimensionnelles

Les surépaisseurs d'usinage et les tolérances dimensionnelles sont définies par l'ISO 8062, sinon par accord au moment de l'appel d'offre et de la commande.

En cas de litige, la vérification des dimensions est faite sur les pièces à l'état de livraison, à la température de référence de  $20 \pm 5$  °C.

Si cela est demandé, le client doit mentionner les départs d'usinage et de traçage. Il est souhaitable qu'il fournisse le plan d'usinage de la pièce.

## 7 Marquage

Sur demande du client et après accord du fondeur, chaque pièce doit porter en creux ou en relief et en un endroit devant rester brut, tout ou partie des marques ci-après :

- sigle du fabricant;
- identification du lingot;
- éventuellement, autre marquage demandé par le client (voir 9.7.3).

Il est recommandé d'utiliser le minimum de marques. Par accord, de petites pièces peuvent être rassemblées en lots, et les marques d'identification peuvent être apposées sur une étiquette attachée à chaque lot.

## 8 Réclamations

En cas de réclamation, le fondeur doit avoir la possibilité d'examiner le bien fondé dans un délai raisonnable. Les pièces contestées restent disponibles à cet effet.

## 9 Exigences supplémentaires

Une ou plusieurs des conditions supplémentaires suivantes sont également à respecter, mais seulement en cas de spécification dans la demande d'offre et dans la commande. Le détail de ces conditions supplémentaires doit faire l'objet d'un accord entre le fondeur et l'acheteur au moment de la demande d'offre et de la commande, et dans ce cas, les essais spécifiés doivent être effectués par le fondeur avant la livraison des pièces moulées.

### 9.1 Considérations générales

#### 9.1.1 Procédé d'élaboration de l'acier

L'acier doit être fabriqué par l'un des procédés suivants :

- au four Martin;
- au four à arc électrique;
- au four à induction;
- à l'oxygène (procédé basique).

#### 9.1.2 Indication du procédé d'élaboration

Le procédé d'élaboration doit être indiqué au client.

#### 9.1.3 Processus de fabrication adopté

Dans certains cas où les pièces moulées sont fabriquées en grand nombre, le client peut demander à approuver le processus de production. Dans ce cas, un programme de fabrication et de contrôle doit être rédigé d'un commun accord. Les parties

doivent adopter un certain nombre d'essais préliminaires satisfaisants et la fabrication d'une série pilote de pièces moulées. Toutes ces conditions décidées ensemble constituent un essai de fabrication approuvé par le client. Lorsque les résultats sont satisfaisants, le client peut passer au fondeur d'autres commandes conformes à ces programmes de fabrication et de contrôle.

#### 9.1.4 Séparation par coulée

Les pièces moulées doivent être livrées séparément selon les coulées.

#### 9.1.5 Masse des lots

La masse du lot doit être l'une des suivantes :

- a) 500 kg;
- b) 1 000 kg;
- c) 5 000 kg.

D'autres méthodes de constitution des lots par des moyens statistiques peuvent être envisagées. De telles méthodes doivent être spécifiées lors de la commande et pour la fabrication en série.

#### 9.1.6 Masse et tolérance sur la masse

Pièces moulées en acier au carbone ou faiblement allié : la masse doit être calculée sur la base d'une masse volumique de 7,80 kg/dm<sup>3</sup>.

Pièces moulées en acier fortement allié : la masse doit être calculée sur la base de la masse volumique donnée dans la norme de produit correspondante.

Selon l'accord conclu, la masse de la pièce moulée correspondra soit à la masse calculée d'après le plan, soit à la masse d'un échantillon de dimensions vraies. Dans le premier cas, on tiendra compte des modifications éventuelles apportées par la coulée ou le moulage ainsi que des surépaisseurs d'usinage.

Les pièces moulées présentant un excès de masse de plus de 15 % calculé d'après les dimensions réelles, peuvent être rebutées.

Les pièces moulées exécutées d'après le même plan et avec le même modèle de matériel ne doivent pas dépasser la masse d'une pièce de dimensions vraies conformes aux définitions des paragraphes de plus de

- a) 5 % pour les pièces moulées à la machine;
- b) 7 % pour les pièces fabriquées à l'unité d'après modèle;
- c) 10 % pour les pièces fabriquées à l'unité d'après gabarit ou squelette.

Dans le cas des pièces moulées à la machine, la masse d'une pièce de dimensions vraies peut être considérée comme étant la masse moyenne des cinq premières pièces fabriquées.

## 9.2 Documents de contrôle

### 9.2.1 Certificats

9.2.1.1 Un relevé de contrôle doit être fourni au client. Ce relevé de contrôle doit contenir les résultats de l'analyse chimique et/ou des essais mécaniques, y compris les résultats de tous les autres essais prévus par la spécification et/ou demandés par le client. Il doit également inclure une stipulation précisant que les pièces moulées ont été fabriquées conformément à toutes les exigences de la spécification.

9.2.1.2 Les procès-verbaux des essais doivent être signés par un agent compétent représentant le fondeur.

9.2.1.3 Les procès-verbaux des essais doivent être fournis dans les 7 jours ouvrables suivant la livraison des pièces moulées.

9.2.2 Les procès-verbaux des essais doivent permettre de retrouver la filière demandée de la fabrication des pièces qu'ils concernent.

## 9.3 Analyse chimique des éléments résiduels

9.3.1 Le producteur doit déterminer le pourcentage des éléments ajoutés involontairement (éléments résiduels) indiqués dans la composition chimique de la coulée et doit indiquer les résultats au client.

9.3.2 L'analyse chimique des autres éléments résiduels ou des éléments ajoutés non intentionnellement doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

## 9.4 Essais mécaniques

### 9.4.1 Limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % à température élevée

Les dimensions des éprouvettes et la méthode d'essai doivent satisfaire aux conditions de l'ISO 6892. La limite conventionnelle d'élasticité à une température élevée doit être déterminée conformément aux règles de ISO/R 783. La température d'essai doit être celle qui est spécifiée dans la norme de produit ou bien doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

### 9.4.2 Essai de dureté Brinell (spécifique à certains produits)

L'essai de traction peut être remplacé par un essai de dureté Brinell à effectuer selon les spécifications de l'ISO 6506. La fourchette de dureté doit être spécifiée à la commande.

### 9.4.3 Essai de dureté Brinell

Les mesures de dureté en certains points des pièces moulées doivent être effectuées conformément aux spécifications de l'ISO 6506. Les endroits où les mesures de dureté sont effectuées doivent être indiqués lors de la commande.



#### 9.4.4 Essai de résilience à basse température

On déterminera les caractéristiques de résilience à basse température. Les spécifications relatives aux lingots échantillons et la méthode d'essai doivent être conformes aux indications de 6.2.2.2 et 6.2.2.3.2. Les températures d'essai et les valeurs d'énergie doivent être conformes aux spécifications particulières du produit ou doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

##### 9.4.4.1 Énergie absorbée.

##### 9.4.4.2 Expansion latérale.

La valeur de l'expansion latérale doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

##### 9.4.4.3 Pourcentage de surface de cisaillement

Le pourcentage de surface de cisaillement doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

### 9.5 Homogénéité des lots

L'homogénéité du lot doit être vérifiée par les essais de dureté sur 5 % des pièces moulées (ou au moins 5 pièces) par lot ou sur un nombre de pièces convenu.

La dureté est mesurée au même endroit sur chaque pièce moulée.

Aucune valeur de dureté ne doit s'écarter de plus de 15 % ou d'un pourcentage convenu entre les parties par rapport à la moyenne des valeurs de dureté relevées sur les pièces moulées représentatives du lot. Si tel n'est pas le cas, le fondeur peut

- a) soit soumettre à des essais, toutes les pièces moulées du lot pour éliminer celles qui ne satisfont pas à l'exigence d'homogénéité afin de les soumettre à un nouveau traitement thermique;
- b) soit soumettre la totalité du lot à un nouveau traitement thermique avant de représenter celui-ci à la réception chez le client.

### 9.6 Lingots échantillons

#### 9.6.1 Lingots échantillons représentatifs des pièces moulées

Des lingots échantillons doivent être prélevés en un emplacement agréé, sur les pièces moulées elles-mêmes. La dimension des lingots échantillons, les propriétés mécaniques correspondantes ainsi que les conditions d'utilisation des lingots (emplacement des éprouvettes, emplacements en cas de lingots attenants, découpages, etc.) doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

#### 9.6.2 Traitement thermique des lingots échantillons moulés séparément

Les lingots échantillons doivent être traités thermiquement dans le même four et conjointement avec les pièces moulées qu'ils représentent.

#### 9.6.3 Lingots échantillons attenants aux pièces

Lorsque les lingots échantillons sont coulés attenants à la pièce moulée, la zone d'attache et la méthode doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Les lingots échantillons attenants ne doivent pas être détachés avant que le fondeur ait terminé le traitement thermique des pièces moulées ou, si le client ou son représentant doit assister aux essais, avant que les pièces aient été marquées par le client ou son représentant. Les lingots échantillons sont marqués après le traitement thermique.

#### 9.6.4 Lingot échantillon $d \times d$

Les dimensions du lingot échantillon peuvent être  $d \times d$  au lieu de  $28 \text{ mm} \times 28 \text{ mm}$ , où  $d$  est la section de référence. Celle-ci doit toujours être indiquée par l'acheteur dans la demande d'offre et dans la commande.

#### 9.6.5 Lingot échantillon $d \times 3d \times 3d$

Lorsque la section de référence d'une pièce moulée est supérieure à 50 mm, on peut prendre pour les dimensions du lingot échantillon :  $d \times 3d \times 3d$  (où  $d$  est la section de référence) les éprouvettes devant être prélevées de la manière indiquée à la figure.

La section de référence doit toujours être indiquée par l'acheteur dans la demande d'offre et dans la commande. Le lingot échantillon doit faire partie de la même coulée que l'acier qu'il représente et doit subir pratiquement les mêmes opérations de moulage et de traitement thermique que la pièce moulée qu'il représente.

### 9.7 Traitement thermique

#### 9.7.1 Type de traitement thermique

Le type de traitement thermique des pièces moulées doit être indiqué au client.

#### 9.7.2 Détails du traitement thermique

Les détails du traitement thermique appliqué aux pièces moulées doivent être indiqués au client.

#### 9.7.3 Pièces moulées trempées et revenues

Les pièces moulées doivent être trempées et revenues. Les pièces ainsi traitées doivent être marquées «QT».

### 9.8 Soudures de finition

#### 9.8.1 Accord préalable concernant les soudures de finition principales

9.8.1.1 Les soudures de finition principales font l'objet d'un accord préalable du client.