

ST 441

Indice C

Application Ferroviaire

Spécification Technique

PIÈCES MOULÉES EN FONTE À GRAPHITE
SPHÉROÏDAL

Édition de **février 2005**



ÉVOLUTIONS DU DOCUMENT

Indice	Motifs des évolutions	Date
A	/	04/1956
B	/	10/1970
C	Réactualisation vis-à-vis de la norme européenne NF EN 1563, nouvelle définition des lotissements, prise en compte des CND.	02/2005

Spécification technique achat approuvée en 02/2005

Département **AF**

SOMMAIRE

	Page
AVANT-PROPOS.....	5
1 – OBJET – DOMAINE D'APPLICATION.....	6
2 – TERMINOLOGIE.....	6
3 – DOCUMENTS CITÉS.....	6
3.1 – RÉFÉRENCE DES DOCUMENTS CITÉS.....	6
3.2 – INFORMATIONS À FOURNIR PAR LA SNCF	7
3.2.1 Informations obligatoires	7
3.2.2 Informations optionnelles.....	7
4 – QUALIFICATION / HOMOLOGATION DU PRODUIT	7
4.1 – HOMOLOGATION DU PRODUIT	7
4.2 – QUALIFICATION DU PRODUIT.....	8
4.3 – VALIDITÉ DE LA QUALIFICATION ET DE L'HOMOLOGATION.....	8
5 – QUALIFICATION DES PROCESSUS	8
5.1 – QUALIFICATION DU PROCESSUS DE FABRICATION	8
5.2 – QUALIFICATION DES PROCESSUS CND	8
6 – QUALIFICATION DE PERSONNEL.....	8
7 – CARACTÉRISTIQUES.....	9
7.1 – DÉSIGNATION DU MATÉRIAU	9
7.2 – CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES ET MÉCANIQUES.....	9
7.3 – CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES – ASPECT – MASSE.....	9
7.3.1 Aspect.....	9
7.3.2 Masse.....	10
7.3.3 Structure du graphite.....	10
8 – FABRICATION.....	10
8.1 – OUTILLAGE.....	10
8.2 – TOLÉRANCES GÉNÉRALES	10
8.3 – TRAITEMENTS THERMIQUES.....	10
9 – LOTISSEMENT	10
10 – CONTRÔLES ET ESSAIS	11
10.1 – ESSAIS MÉCANIQUES.....	11

10.2 – ESSAIS NON DESTRUCTIFS	11
10.3 – NATURE ET PROPORTION DES ESSAIS	12
10.4 – RÉSULTATS DES CONTRÔLES ET ESSAIS	12
11 – ENREGISTREMENTS RELATIFS A LA QUALITÉ	12
12 – IDENTIFICATION – MARQUAGE	13
13 – TRAÇABILITE.....	13
14 – CONDITIONNEMENT – LIVRAISON	13
ANNEXE.....	14
FICHE R.E.T.O.U.R.....	15

Avant-propos

La spécification technique n° 441 a été modifiée pour actualiser, spécifier, clarifier et définir les exigences de la SNCF vis-à-vis des normes européennes, notamment de la NF EN 1563 traitant des pièces moulées en fonte à graphite sphéroïdal.

Cette spécification technique définit les dispositions générales pour la fabrication et la livraison de pièces mécaniques moulées en fonte à graphite sphéroïdal destinées à la SNCF et précise les exigences particulières de la SNCF vis-à-vis des normes NF EN 1563, NF EN 1563 A1, NF EN 1559-1 et 3.

Un tableau de corrélation entre les différents articles de ces normes et ceux de la présente spécification technique est repris au tableau 3 en annexe.

Le tableau 1 donne la correspondance entre les anciennes et les nouvelles appellations des différentes fontes.

L'ensemble des différents contrôles et essais à réaliser est résumé dans le tableau 2.

Cette spécification présente de nouvelles définitions élargies des lotissements et la prise en compte de l'obtention en continu de la fonte à graphite sphéroïdal.

1 – OBJET – DOMAINE D'APPLICATION

La présente ST s'applique à la fourniture de pièces moulées en fonte à graphite sphéroïdal destinées à la SNCF.

Son application est articulée sur la norme européenne NF EN 1563.

2 – TERMINOLOGIE

Réservé.

3 – DOCUMENTS CITÉS

3.1 – RÉFÉRENCE DES DOCUMENTS CITÉS

NF EN 1563 :	Fonderie : fonte à graphite sphéroïdal.
NF EN 1563 A1 :	Amendement A1 relatif aux éprouvettes et étendant la gamme d'épaisseur pour les échantillons attenants.
NF EN 10002-1 :	Matériaux métalliques. Essai de traction. Partie 1 : méthode d'essai à température ambiante.
NF EN 10204 :	Produits métalliques. Types de documents de contrôle.
NF EN 1369 :	Fonderie. Contrôle par magnétoscopie.
NF F 00 037 :	Matériel ferroviaire en général. Tolérancement des pièces métalliques. Écarts admissibles pour cotes sans indication de tolérances, surépaisseur d'usinage.
NF EN 444 :	Essais non destructifs. Principes généraux de l'examen radiographique à l'aide de rayons X et GAMMA des matériaux métalliques.
NF EN 462-1 :	Essais non destructifs. Qualité d'image des radiogrammes. Partie 1 : indicateurs de qualité d'images (à fils), détermination de l'indice de qualité d'image.
NF EN 1370 :	Fonderie. Contrôle de la rugosité de surface par comparateurs visotactiles.
NF EN ISO 945 :	Fonte. Désignation de la microstructure du graphite.
NF EN 1559-1 :	Fonderie. Conditions techniques de fourniture. Partie 1 : généralités.
NF EN 1559-3 :	Fonderie. Conditions techniques de fourniture. Partie 3 : spécifications complémentaires pour les pièces moulées en fonte.
NF F 00 090 :	Matériel ferroviaire en général. Examen magnétoscopique des pièces à usage ferroviaire. Critères d'acceptation.
NF ISO 2859-1 :	Règle d'échantillonnage pour les contrôles par attributs. Partie 1 : procédure d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le NQA.

NF F 00-800 :	Matériel ferroviaire en général. Définition des procédures d'homologation des produits. Règles générales.
NF EN 10045-1 :	Matériaux métalliques. Essai de flexion par choc sur éprouvettes CHARPY. Partie 1 : méthodes d'essai.
NF EN ISO 6506-1 :	Matériaux métalliques. Essai de dureté BRINELL. Partie 1 : méthodes d'essai.
NF EN ISO 6506-2 :	Matériaux métalliques. Essai de dureté BRINELL. Partie 2 : vérification et étalonnage des machines d'essai.
NF EN ISO 9934-1 :	Essais non destructifs. Magnétoscopie. Partie 1 : principes généraux du contrôle.
NF F 00-004 :	Caractères moulés ou matricés, ou gravés à la machine.
RT BNIF n° 359 :	Caractérisation des états de surface des pièces moulées.
ST 011 :	Évaluation de la maîtrise du processus de contrôles non destructifs (CND) appliqués aux pièces à usage ferroviaire.
NA 1375 :	Contrats comportant soit un achat, soit une participation à l'achat d'outillages.
C.C.C.G. :	Cahier des Clauses et Conditions Générales applicables aux marchés de fournitures.

3.2 – INFORMATIONS À FOURNIR PAR LA SNCF

3.2.1 Informations obligatoires

Les informations obligatoires à paraître à la commande sont reprises au tableau 3, en tenant compte des précisions suivantes :

- nombre de pièces : les écarts admissibles par rapport au nombre de pièces à fournir sont précisés dans le C.C.C.G. ;
- outillages : la fourniture éventuelle des outillages se fera conformément à la NA 1375 ;
- état de surface : les exigences concernant l'état de surface des pièces sont, en général, reprises aux documents annexes de la commande tels que le dessin ou les spécifications techniques (en l'absence d'informations, se reporter aux § 7.3.1).

3.2.2 Informations optionnelles

Les informations optionnelles sont en général reprises dans les documents annexes tels que les dessins, les spécifications techniques, etc.

4 – QUALIFICATION / HOMOLOGATION DU PRODUIT

Le produit est soumis soit à une homologation, soit à une qualification lorsque cela est indiqué à la commande ou dans ses documents annexes.

4.1 – HOMOLOGATION DU PRODUIT

L'homologation se fait selon la NF F 00-800 et selon le programme d'essais d'homologation établi par le responsable technique.

4.2 – Qualification du produit

Le programme d'essais de qualification est établi par le responsable technique suivant les spécifications du produit. Les essais sont réalisés sur des pièces de série.

4.3 – VALIDITÉ DE LA QUALIFICATION ET DE L'HOMOLOGATION

Toute modification du dossier de définition ou du procédé de fabrication doit être portée à la connaissance de la SNCF.

La validité de la qualification ou de l'homologation peut être limitée.

Elle est systématiquement remise en cause dans les cas suivants :

- à la suite d'incidents en service mettant en cause la qualité du produit ;
- à la suite d'une modification du procédé ou des outils de fabrication ;
- à la suite d'une modification de la conception ou d'un changement de matière.

Un arrêt de fabrication ≥ 2 ans peut, en outre, remettre en cause la validité de la qualification ou l'homologation.

5 – QUALIFICATION DES PROCESSUS

5.1 – QUALIFICATION DU PROCESSUS DE FABRICATION

Sauf indication contraire à la commande ou ses documents annexes, le processus de fabrication est laissé au libre choix du fondeur sous condition de respecter les exigences de la NF EN 1559 –1 et 3.

Dans le cas où une qualification ou une évaluation des processus serait prévue à la commande ou à ses documents annexes, un planning de cette démarche est établi par le fournisseur et présenté à la SNCF.

Dans ce cadre, toute modification intervenant sur la mise en œuvre du produit préalablement qualifié (processus de fabrication ou de contrôle par exemple) doit être portée à la connaissance de la SNCF qui jugera, le cas échéant, de la remise en cause de la qualification.

5.2 – QUALIFICATION DES PROCESSUS CND

Lorsque des contrôles non destructifs sont prévus et définis dans les contrats et leurs documents annexes, l'évaluation de la maîtrise des processus CND est à réaliser conformément à la ST 011.

6 – QUALIFICATION DE PERSONNEL

Les contrôles non destructifs, définis contractuellement, doivent être réalisés par du personnel qualifié suivant la ST 011, pour les contrôles considérés.

7 – CARACTÉRISTIQUES

7.1 – DÉSIGNATION DU MATÉRIAU

Les nuances de fonte courantes utilisées par la SNCF figurent au tableau 1 ci-dessous. Les anciennes nuances susceptibles d'apparaître aux commandes ou aux documents annexes sont à remplacer par les nuances courantes correspondantes.

Tableau 1

Nuances correspondantes des fontes d'usage général selon la ST 441 B, <i>Et NF A 32-201</i>	Nuances des fontes d'usage général selon la NF EN 1563 (désignation symbolique)	Nuances des fontes d'usage général selon la NF EN 1563 (désignation numérique)
FGS 60-2 <i>FGS 600/2</i>	EN GJS 600-3	EN JS 1060
FGS 50-7 <i>FGS 500/7</i>	EN GJS 500-7	EN JS 1050
FGS 40 –15 <i>FGS 400/15</i>	EN GJS 400-15	EN JS 1030

En cas de carence ou d'absence de définition de la nuance ou des caractéristiques " matière " par rapport aux normes en vigueur, la solution retenue par le fournisseur devra faire l'objet d'un accord préalable de la SNCF.

7.2 – CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES ET MÉCANIQUES

Les caractéristiques chimiques et mécaniques sont données par la norme de définition du produit NF EN 1563.

Les caractéristiques de résilience des fontes utilisées à basse température sont définies dans la NF EN 1563.

7.3 – CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES – ASPECT – MASSE

7.3.1 Aspect

Si le démasselottage est réalisé par chocs, il ne doit pas entraîner une déformation des pièces. S'il est réalisé par découpage thermique, la structure métallographique du produit final ne doit pas être affectée et aucune morsure hors des tolérances dimensionnelles des plans n'est acceptée.

Les paramètres des états de surface sont définis à la commande ou dans ses documents annexes.

En l'absence de précision au contrat, l'aspect des pièces devra être conforme aux comparateurs visotactiles suivant les indications de la NF EN 1370 et aux Recommandations Techniques BNIF n°359.

Ils seront au minimum de :

- 2S1 pour les zones fonctionnelles restants brutes ;
- 3S1 pour les autres zones.

Lorsque le plan prescrit un Ra 12,5 celui ci pourra être accepté brut de fonderie s'il est conforme à l'indice de rugosité de 2S1.

En cas d'absence d'indice de rugosité de surface usinée, sur la commande ou ses documents annexes, l'indice appliqué pour les zones fonctionnelles sera un Ra 6,3.

7.3.2 Masse

Si des exigences particulières concernent la masse de la pièce, elles sont reprises à la commande ou ses documents annexes.

7.3.3 Structure du graphite

La structure du graphite doit être conforme aux exigences de la NF EN 1563.

8 – FABRICATION

Les processus mis en œuvre sont laissés à l'initiative du fabricant, sauf stipulation contraire à la commande ou ses documents annexes.

Les processus de réparation ou de remise en conformité par soudage sont interdits.

8.1 – OUTILLAGE

Lorsqu'il y a prêt, pleine propriété ou copropriété d'outillages entre la SNCF et son fournisseur, les prescriptions de l'article 14 du Cahier des Clauses et Conditions Générales applicables aux marchés de fournitures ainsi que celles de la notice achat n°1375 sont à respecter.

La liste consultable de ces outillages doit être tenue à jour et disponible.

8.2 – TOLÉRANCES GÉNÉRALES

Sauf indications particulières à la commande ou dans ses documents annexes, les tolérances générales répondent à la NF F 00-037.

8.3 – TRAITEMENTS THERMIQUES

Le type de traitement thermique est normalement défini par la norme produit. Sinon, il est défini à la commande ou dans ses documents annexes.

9 – LOTISSEMENT

Les dispositions relatives au lotissement sont les suivantes :

Lot d'essai :

Le lot d'essai mécanique est formé :

- dans le cas d'une coulée continue, des pièces issues d'une même période de coulée ;
- sinon, des pièces issues d'un même traitement de sphéroïdisation.

Les autres modes d'obtention devront faire l'objet d'un accord préalable de la SNCF.

Quelque soit le mode d'obtention, toutes les pièces issues d'un lot d'essai mécanique doivent subir le même traitement thermique.

Lot de contrôle :

Le lot de contrôle est formé d'un ou plusieurs lots d'essai, de pièces identiques et de même conception correspondant à une campagne de fabrication de 12 heures maximum.

10 – CONTRÔLES ET ESSAIS

10.1 – ESSAIS MÉCANIQUES

Prélèvement des éprouvettes :

Les essais mécaniques sont réalisés sur le lot d'essai.

Les éprouvettes sont prélevées selon les exigences ci-dessous par le fournisseur qui garantira préalablement à la SNCF que ces prélèvements sont efficaces et pérennes :

- dans le cas d'une coulée continue, à intervalles réguliers permettant de garantir la sphéroïdisation et la conformité des caractéristiques mécaniques, avec au minimum 1 contrôle par heure ;
- sinon, systématiquement sur le dernier moule coulé.

Vérification du taux de sphéroïdisation, forme et répartition du graphite :

Cette vérification doit être réalisée par examen microscopique.

Résistance à la traction / allongement / limite élastique :

L'éprouvette de traction et la conduite de l'essai doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF EN ISO 10002-1.

Essai de résilience :

L'éprouvette de résilience et la conduite de l'essai doivent être conformes à la norme NF EN 10045-1.

Essai de dureté Brinell réalisé sur pièce :

L'essai de dureté Brinell doit être conduit conformément à la norme NF EN ISO 6506 -1,-2.

Tous les résultats de ces essais doivent être conformes à la norme NF EN 1563 ainsi qu'aux exigences de la commande et à ses documents annexes.

10.2 – ESSAIS NON DESTRUCTIFS

La mise en œuvre des essais non destructifs devra respecter les dispositions reprises par la spécification technique n° 011.

10.3 – NATURE ET PROPORTION DES ESSAIS

Sauf indications contraires à la commande ou ses documents annexes, chaque lot de pièces est soumis aux vérifications et essais dont la nature et le nombre sont repris au tableau ci-après :

Tableau 2

Nature des vérifications, essais et contrôles	Niveau de prélèvement	Références à l'article de la ST 441	Documents de référence
Vérification du taux de sphéroïdisation, forme et répartition du graphite	1/lot d'essai	§11.1 et §10	NF EN ISO 945
Essai de traction /allongement / limite d'élasticité	1/lot d'essai	§11.1 et §10	NF EN ISO 10002-1
Essai de dureté sur pièce	3% avec un mini de 5 pièces / lot d'essai	§11.1	NF EN ISO 6506 -1
Résilience (1)	1 essai = 3 éprouvettes / lot d'essai	§11.1	NF EN 10045-1
Contrôle par magnétoscopie	(1) (3)	§11.2	NF EN ISO 9934-1 NF F 00-090
Contrôle par radiographie	(1) (3)	§11.2	NF EN 444 NF EN 462-1
Contrôle dimensionnel et d'aspect	Lot de contrôle. Niveau S4 NQA de 2,5 (2)	§9.2 et §10	NF F 00-037 NF ISO 2859-1
Contrôle de la rugosité de surface par comparaison avec échantillon viso-tactile	Lot de contrôle Niveau S4 NQA de 2,5 (2)	§7.3.1	NF EN 1370

- (1) Exécuté seulement si la commande ou ses documents annexes le prescrivent.
 (2) Ce niveau peut être modifié par les exigences de la commande dans ce domaine.
 (3) Les critères d'acceptation sont fixés par la commande ou ses documents annexes.

10.4 – RÉSULTATS DES CONTRÔLES ET ESSAIS

Tout résultat d'essai non conforme entraîne le refus du lot correspondant, dans le cas de vérification par prélèvement, à l'exception des vérifications d'aspect, de dimensions et de rugosité où le NQA s'applique.

11 – ENREGISTREMENTS RELATIFS A LA QUALITÉ

Un certificat de réception modèle 3.1.B est exigé suivant la norme NF EN 10204 et son amendement lors de la livraison des produits ou la preuve des enregistrements relatifs aux contrôles réalisés.

Le fournisseur enregistre les principaux paramètres de fabrication, ainsi que les contrôles et essais qui peuvent être réalisés, en début, en cours et en fin de fabrication.

Les enregistrements ainsi que les PV d'examens, d'essais et de contrôle des produits sont, sauf indications contraires prévues à la commande, archivés et tenus à la disposition de la SNCF pour une période de cinq ans.

12 – IDENTIFICATION – MARQUAGE

Les zones et impositions relatives au marquage à apposer sur les pièces sont précisées de manière générale sur les plans.

Sauf indication contraire, le marquage devra être conforme à la NF F 00 004. Il sera réalisé en relief ou en creux, mais hors des zones de contact ou de serrage et toujours en dehors des zones avec prescriptions d'étanchéité.

Lorsque la surface de la pièce ne permet pas de respecter les règles ci-dessus, un accord doit être obtenu auprès de la SNCF.

En l'absence d'indication, le marquage doit être lisible, et comporter au minimum les indications suivantes :

- le mois et millésime ou le numéro de coulée et millésime ;
- la marque du fondeur ;
- la désignation symbolique de la fonte (EN facultatif).

13 – TRAÇABILITE

Les besoins spécifiques de traçabilité des pièces dans le cadre de leur utilisation sont prescrits à la commande ou ses documents annexes.

14 – CONDITIONNEMENT – LIVRAISON

En l'absence d'indication à la commande ou ses documents annexes, les pièces doivent être efficacement protégées, si cela est nécessaire par un emballage approprié, afin d'éviter, au cours des manutentions ou du transport, toute déformation ou détérioration, notamment de leurs parties filetées et usinées.

Le marquage du conditionnement doit comporter au minimum :

- le numéro de commande et le poste de commande ;
- la désignation et le numéro de symbole ;
- la quantité et la masse du contenant ;
- l'adresse du destinataire.

ANNEXE

Les articles repérés dans le tableau par des lignes grisées représentent des titres d'articles dont les dispositions d'applications sont précisées dans les sous rubriques.

Tableau 3

§	Libellé	NF EN 1563 et 1563 A1	ST 441
1	Domaine d'application	AC	§1
2	Références normatives	AC	§3
3	Définitions	A	
3.1	Fonte à graphite sphéroïdal	A	
3.2	Traitement de sphéroïdisation	A	
4	Désignation	A	
5	Informations à la commande	AC	§4
6	Fabrication	AC	§5 ; §9
7	Exigences	AC	§7
7.1	Éprouvettes usinées sur échantillons coulés à part	A	
7.2	Éprouvettes usinées sur échantillons attenants	A	
7.3	Éprouvettes usinées sur des échantillons découpés dans une pièce	A	
7.4	Classification en fonction de la dureté	M	§11.1
7.5	Structure du graphite	A	
8	Échantillonnage	AC	§10 ; §11.3
8.1	Généralités	AC	§10
8.2	Échantillons coulés à part	AC	§10
8.3	Échantillons attenants	AC	§10
8.4	Échantillons découpés dans une pièce moulée	AC	§10
9	Méthode d'essai	A	
9.1	Essai de traction	A	
9.2	Essai de flexion par choc	A	
9.3	Essai de dureté	A	
10	Contre-essais	A	
10.1	Nécessité de procéder à des contre-essais	A	
10.2	Mode opératoire pour contre-essai	A	

A : les dispositions de l'article de la norme sont strictement applicables.

AC : les dispositions de l'article de la norme sont applicables et complétées par celles du ou des articles correspondants de la présente spécification technique.

M : les dispositions de l'article de la norme sont modifiées par celles du ou des articles correspondants de la présente spécification technique.

NA : les dispositions de l'article de la norme ne sont pas applicables.

**FICHE R.E.T.O.U.R.****DEPARTEMENT****QUALITE - FOURNISSEURS**

Pour toute proposition, en vue d'une mise à jour, renvoyer au département AF, pôle AFO 23 rue d'Alsace 75475 PARIS Cedex 10, une photocopie de la fiche R.E.T.O.U.R., en faisant part d'une :

Remarque

idéE

suggesTion

mOdification

erreUr

amélioRation

Société extérieure à la SNCF**Service SNCF****Date :****Adresse :****Adresse :****Nom :****☎ :****Fax :****☎ :****Fax :****Visa :****Internet :****Intranet :****Objet de la fiche R.E.T.O.U.R. :****Suite au verso ou annexe jointe ⁽¹⁾****AVIS DE RECEPTION DU POLE AFO****NUMERO DE FICHE R.E.T.O.U.R. :**

Cette fiche R.E.T.O.U.R. a été reçue le :

Nous examinons la suite à donner à vos propositions.

Des informations vous seront transmises dès que possible.

Nous vous remercions d'avoir bien voulu nous faire part de votre **RETOUR** d'expérience.

Le chef du pôle AFO

Date :

Signature :

Copie :

⁽¹⁾ Rayer la mention inutile