

Spécification Technique

A-14

Fourniture d'essieux-axes pour le matériel moteur et remorque

Version	Date	Adaptations
01	01 / 2002	version initiale
02	01 / 2020	mise à jour selon la norme Européenne EN 13261



Table de matières

1.	Domaine d'application	3
2.	Références normatives.....	3
3.	Modalités de qualification	3
3.1.	Qualification du fournisseur	3
3.2.	Qualification du produit.....	3
3.3.	Retrait de la qualification du fournisseur.....	4
3.4.	Retrait de la qualification du produit	4
4.	Exigences techniques	4
4.1.	Compléments à apporter à la norme NBN EN13261	4
4.2.	Compléments propres à la SNCB.....	6
4.2.1.	Immatriculation de l'essieu-axe	6
4.2.2.	Méthode d'élaboration de l'acier.....	6
4.2.3.C.2	: Fabrication des essieux-axes.....	6
4.2.4.C.2.1	: Essieux-axes fabriqués par forgeage	7
4.2.5.C.2.2	: Essieux-axes fabriqués par transformation en ronds par laminage	7
4.2.6.C.3	: Précautions à prendre contre la formation de flocons	7
4.2.7.C.4	: Traitement thermique.....	7
4.2.8.C.5	: Elimination des défauts.....	7
4.2.8.1.	C.5.1 : Dressage des essieux-axes bruts	7
4.2.8.2.	C.5.1 : Retouches	8
4.2.8.2.1.	C.5.1.1 : Retouches autorisées	8
4.2.8.2.2.	C.5.1.2 : Retouches non autorisées	8
5.	Contrôles.....	8
5.1.	Chez le fournisseur	8
5.2.	Chez la SNCB.....	9
6.	Livraison, emballage, identification.....	9
7.	Garantie	9
8.	Gestion de la documentation	9
9.	Annexes	10

1. Domaine d'application

La présente spécification technique concerne les essieux-axes pour le matériel roulant. Elle s'applique tant pour les pièces de rechange que pour la livraison de nouveaux véhicules.

En cas de contradiction, le dessin d'achat a la priorité sur la spécification technique.

2. Références normatives

NBN EN 13261 :2010 Essieux montés et bogies - Essieux-axes – Prescriptions pour le produit

3. Modalités de qualification

La SNCB a choisi d'appliquer des systèmes de qualification fournisseur et de qualification produit séparés.

La qualification fournisseur est de la responsabilité de SNCB Procurement.

La qualification produit est de la responsabilité de SNCB Technics.

3.1. Qualification du fournisseur

Le fabricant doit être qualifié en tant que fournisseur avant de pouvoir livrer des pièces et ceci tant pour les pièces de rechange que pour les pièces équipant le matériel neuf. La procédure de qualification peut être obtenue à l'adresse qualifications@belgiantrain.be.

La qualification fournisseur est attribuée par site de production et inclus les filières de fabrication (aciérie, formage, traitement thermique, usinage).

Chaque modification dans le processus et/ou filières de fabrication doit être communiqués à la SNCB, qui jugera de la nécessité de refaire la qualification.

3.2. Qualification du produit

La « qualification produit » au sens de la norme NBN EN 13261 équivaut à « l'homologation du produit » SNCB.

La qualification du produit doit être réalisée suivant l'annexe I.4.2 de la norme NBN EN 13261 avec les précisions et compléments qui suivent :

- Pour l'essai de fatigue à l'échelle 1 :1 (NBN EN 13261), dans le cas où le fournisseur possède des résultats d'essais à l'échelle 1 :1 pour des produits similaires¹, ceux-ci peuvent être présentés pour approbation.
- Le fournisseur doit choisir le groupe d'essieu-axe pour lequel il veut être qualifié suivant le tableau en annexe A.
- La SNCB demande une commande d'essai de minimum 2 essieux-axes en cas de qualification dans un nouveau groupe.
- La SNCB réalisera une FAI (visite de contrôle du premier article) pour chaque commande d'essai sur les pièces de rechange du matériel existant et sur les commandes du nouveau matériel roulant et se réserve le droit de réaliser d'autres visites pour toute commande.

¹ Même matériau, site de fabrication, filière de fabrication, état de surface, norme de conception



Ce dossier de qualification produit doit être envoyé à l'adresse email qualifications@belgiantrain.be.

3.3. Retrait de la qualification du fournisseur

Le non avertissement d'une modification dans le processus et/ou sites de fabrication peut engendrer le retrait de la qualification du fournisseur.

Autres causes pour le retrait peuvent être:

- processus, produits, contrôles, tests,... qui ne sont pas (plus) conformes aux Spécifications Techniques
- faillite du fournisseur
- problèmes récurrents de qualité ou de livraison
- ...

3.4. Retrait de la qualification du produit

Le non avertissement d'une modification dans le processus et/ou sites de fabrication peut engendrer le retrait de la qualification du produit.

Autres causes pour le retrait peuvent être:

- processus, produits, contrôles, tests,... qui ne sont pas (plus) conformes à la présente spécification technique (A14).
- problèmes récurrents de qualité
- ...

4. Exigences techniques

4.1. Compléments à apporter à la norme NBN EN13261

Les prescriptions de la norme NBN EN 13261 et de ses annexes sont applicables moyennant les précisions et compléments qui suivent pour les alinéas dont les numéros sont rappelés en marge.

Article 1: Domaine d'application

Les essieux-axes en EA1N seront directement doubles normalisés lors de leur traitement thermique.

Article 3.1.2: Composition chimique : position du prélèvement :

Le prélèvement peut être réalisé dans l'extension de la fusée.

Article 3.2.1.2: Caractéristiques mécaniques : position du prélèvement :

Le prélèvement peut être réalisé dans l'extension de la fusée.

Article 3.2.2.2: Caractéristiques de résilience : position du prélèvement :

Le prélèvement peut être réalisé dans l'extension de la fusée.

Article 3.2.3: Caractéristiques de fatigue :

Le dossier complet pour la détermination de F1, F3, R_{fl} et R_{FE} devra être livré à la SNCB au format informatique (ex : PDF).

La détermination de R_{fl} et R_{FE} sera réalisée à l'aide de l'essai Staircase suivant la norme ISO 12107. L'écart type devra être estimé et valide ($(N.B-A^2)/N^2 > 0.3$).

Article 3.3.1: Caractéristiques microstructurales : Valeurs à obtenir :

La taille de grain devra être de minimum 8 suivant la norme EN ISO 643 :2003, annexe B. Un rapport complet comportant les photos de la microstructure pour chaque coulée ainsi que la taille des grains sera fourni au format informatique (ex : PDF).

Article 3.3.2: Caractéristiques microstructurales : position du prélèvement :

Le prélèvement peut être réalisé dans l'extension de la fusée.

Article 3.4.1.2: Propreté micrographique: position du prélèvement :

Le prélèvement peut être réalisé dans l'extension de la fusée.

Article 3.4.2.1: Santé interne: généralité:

Les installations de contrôle doivent être homologuées par un expert CND de la SNCB lors de la qualification produit.

Article 3.4.2.4: Santé interne: Méthode d'examen :

Un contrôle manuel est autorisé. Dans ce cas, celui-ci doit être réalisé selon l'annexe B.

Article 3.5.1: Perméabilité aux ultrasons : Généralités :

Les installations de contrôle doivent être homologuées par un expert CND de la SNCB lors de la qualification produit.

En complément de la norme NBN EN 13261, la SNCB impose une méthode supplémentaire de contrôle de la perméabilité aux ultrasons (méthode radiale) décrite en annexe C de la présente spécification technique.

Pour la méthode longitudinale, voir NBN EN 13261.

Pour la méthode radiale, voir annexe C de la présente spécification technique.

Article 3.6.1: Contraintes résiduelles : méthode de mesure

Le dossier complet avec les résultats des contraintes résiduelles devra être livré à la SNCB au format informatique (ex :PDF). L'estimation des contraintes résiduelles de surface pourra être réalisé par diffraction de rayons X.

Article 3.7.2.4: Santé en surface : Méthodes d'examen

Les installations de contrôle doivent être homologuées par un expert CND de la SNCB lors de la qualification produit.

Article 3.9.1.1: Protection contre la corrosion : Généralité

Les essieux-axes doivent répondre aux exigences de la classe 4 (Essieux-axes non peints). Une protection temporaire sera appliquée (voir article 3.9.2).

Article 3.9.2: Protection contre la corrosion : Protection temporaire

Les essieux-axes doivent être protégés avec de l'Ensis (NN 00065163 - Huile SHELL ENSIS FLUID K ou HB) ou équivalent, cette protection sera appliquée pour lutter contre la corrosion et les impacts lors du stockage et du transport de ceux-ci.

Les portées de calages (fusées, roues, disques de frein, engrenages) devront être protégées physiquement contre les coups et les impacts lors du transport.

Annexe J5

En complément du requis « Tolérance géométrique et dimensionnelle » du tableau J.1, un rapport dimensionnel de toutes les cotes du plan est à réaliser à l'aide d'une machine à



mesurer tri-dimensionnelle dans cas de la première fourniture d'un nouveau numéro de nomenclature.

4.2. Compléments propres à la SNCB

4.2.1. Immatriculation de l'essieu-axe

Cas standard :

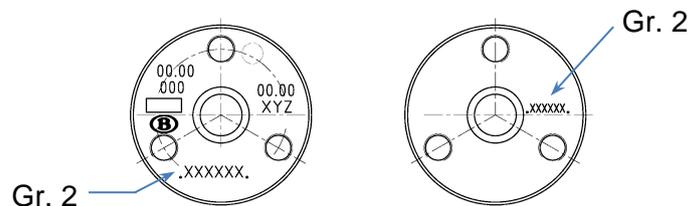
Le marquage doit être conforme au plan de marquage fourni lors de la commande.

Cas particulier :

Pour le repère 7 des plans de marquage ci-dessous, seuls les 6 premiers chiffres du Gr. 2 (numéro d'ordre) sont à marquer sur les deux faces de l'essieu :

- 417-2-062MP2_2
- 645-2-091MP2_2
- C-2-551MP2_2

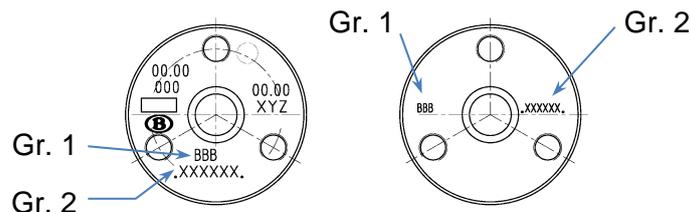
Exemple :



Pour le repère 7 des plans de marquage ci-dessous, seuls les 3 premiers chiffres du Gr. 1 et les 6 premiers chiffres du Gr. 2 (numéro d'ordre) sont à marquer sur les deux faces de l'essieu :

- 688-2-201MP2_2

Exemple :



4.2.2. Méthode d'élaboration de l'acier

Les essieux-axes doivent être fabriqués avec un acier élaboré au four électrique, par un procédé à l'oxygène pur soufflé par le haut ou par tout autre procédé reconnu comme équivalent par la SNCB.

L'acier doit être dégazé sous vide, il doit être calmé et coulé en source.

La coulée continue est également admise.

4.2.3. C.2 : Fabrication des essieux-axes

Les essieux-axes sont fabriqués à partir des lingots transformés :

- a) par forgeage,
- b) par transformation en ronds par laminage

4.2.4. C.2.1 : Essieux-axes fabriqués par forgeage

Les essieux-axes doivent être forgés en forme.

La section minimale du lingot d'origine vaudra au moins trois fois la section maximale de l'essieu.

Sur les portées de calage respectivement des roues, des disques de frein et des pignons d'entraînement, sur le corps d'essieu et sur les collets de fusée, le diamètre de l'essieu-axe brut doit dépasser le diamètre de l'essieu-axe fini de 7mm à 20mm maximum et sur les fusées d'essieu de 7mm à 50mm maximum.

En outre, les longueurs respectives des portées de calage des roues, des disques de frein et des pignons d'entraînement ne doivent être supérieures aux longueurs correspondantes pour l'essieu-axe fini au tour que de 2 x 6 mm pour le forgeage sur machine à forger et que de 2 x 12 mm pour le forgeage au marteau-pilon.

4.2.5. C.2.2 : Essieux-axes fabriqués par transformation en ronds par laminage

Pour l'essieu-axe formé en rond par laminage, la section minimale du lingot d'origine vaudra au moins quatre fois la section maximale de l'essieu-axe.

Le diamètre de l'essieu-axe brut doit dépasser le diamètre de l'essieu-axe fini d'au moins 7mm.

4.2.6. C.3 : Précautions à prendre contre la formation de flocons

Au cas où il n'y a pas eu dégazage effectif, toutes les précautions nécessaires sont à prendre (y compris par exemple un refroidissement lent), pour éviter la formation de flocons (fissuration par l'hydrogène). La SNCB devra être informée sur sa demande des précautions prises.

4.2.7. C.4 : Traitement thermique

Les différentes opérations de traitement thermique doivent être effectuées de manière à garantir:

- a) l'homogénéité de structure dans un même essieu-axe ou des essieux-axes d'un même lot.
- b) l'absence de déformation.

4.2.8. C.5 : Elimination des défauts

4.2.8.1. C.5.1 : Dressage des essieux-axes bruts

A défaut de prescriptions particulières relatives au dressage des essieux-axes à la commande ou ses documents annexes, les prescriptions ci-après s'appliquent.

Le dressage des essieux-axes doit être exécuté avant tout usinage et avant le prélèvement des éprouvettes pour essais mécaniques et examens micrographiques.

Si le dressage est effectué à une température inférieure à 500°C, les essieux-axes doivent être traités thermiquement après dressage comme suit :



Etat du traitement thermique des essieux-axes avant redressage	Traitement thermique à effectuer après redressage
Essieux-axes non traités à livrer à l'état normalisé ou trempé et revenu	Aucun traitement thermique autre que celui indiqué dans la commande
Essieux-axes normalisés	Relaxation des contraintes à une température entre 500°C et 650°C
Essieux-axes trempés et revenus	Relaxation des contraintes à une température entre 500°C et $T_r + 30^\circ\text{C}$ (T_r = température réelle de revenu) ou nouvelle trempe et nouveau revenu

Si les essieux-axes normalisés sont dressés à des températures égales ou supérieures à 500°C, les conditions doivent être choisies pour que les caractéristiques mécaniques et la structure obtenues correspondent aux prescriptions de la présente spécification technique.

Dans tous les cas, l'essieu-axe fini ne doit pas présenter de contraintes nuisibles à son utilisation.

4.2.8.2. C.5.1 : Retouches

4.2.8.2.1. C.5.1.1 : Retouches autorisées

Sauf sur les surfaces à finition fine, telles que portée de calage de roue, fusée, gorge de décharge, congé, sur lesquelles aucune retouche n'est autorisée, les défauts superficiels peuvent être éliminés, sur accord du représentant de la SNCB, par enlèvement de métal, par usinage ou par meulage doux, à condition que ces procédés n'occasionnent pas de fissuration sous l'effet de la chaleur et qu'ils permettent de respecter les tolérances dimensionnelles.

4.2.8.2.2. C.5.1.2 : Retouches non autorisées

Toute soudure, toute trace de chalumeau, de chauffage, d'amorce d'arc, tout rechargement par métallisation, par dépôts électrolytiques ou chimiques, ainsi que toute retouche ayant pour but de masquer un défaut, sont rigoureusement interdits et entraînent le refus de l'ensemble du lot.

5. Contrôles

Pour la qualification produit, voir le tableau J.1 de la norme NBN EN 13261.

5.1. Chez le fournisseur

Pour la première production d'un essieu-axe qui appartient à un groupe qualifié, la SNCB réalisera une FAI sur place, avec les critères de fourniture.

Pour la production normale, la SNCB se réserve le droit de réaliser une visite de suivi sur place.

5.2. Chez la SNCB

A tout moment, La SNCB peut réaliser des contrôles sur les pièces livrées. Aucun défaut ne sera toléré. Dans le cas d'une anomalie, l'entièreté de la livraison sera retournée au fournisseur.

6. Livraison, emballage, identification

Lors de la livraison, le fabricant indiquera sur une feuille placée sur la boîte le numéro des essieux-axes ainsi que leur numéro de nomenclature afin d'en faciliter la réception. Les livraisons seront effectuées uniquement au moyen d'emballages conçus pour prévenir d'éventuels impacts occasionnés lors de la réception, de la manutention et du transport.

7. Garantie

Les essieux-axes sont garantis par le fournisseur pendant 5 années contre tout défaut imputable à la fabrication et non décelé lors de leur contrôle en usine. Cette période est comptée à partir de la fin du mois marqué sur ceux-ci.

8. Gestion de la documentation

Dans le cadre de la fourniture des pièces de rechange, le fournisseur doit préparer un dossier qualité au format électronique et l'envoyer, avant chaque livraison, à l'adresse : certif@belgiantrain.be .

La première page de ce dossier contiendra le numéro d'article SNCB, le numéro de commande SNCB et la position dans cette commande, le numéro de lot et de série du fournisseur de chaque pièce livrée ainsi que les différents sites de fabrication concernés. Les pages suivantes contiendront au minimum un certificat 3.1 suivant EN 10204 attestant la conformité des pièces à la commande, les différents rapports de contrôles de tous les essais mentionnés dans le tableau J.1 de la norme NBN EN 13261 ainsi que les rapports des éventuels essais additionnels repris dans le plan de contrôle.

Dans le cadre des pièces équipant le matériel neuf, la nature des informations à envoyer à la SNCB sera déterminée lors de l'élaboration du dossier de livraison constructeur.

9. Annexes

Annexe A : Tableau des groupes d'essieux-axes

Groupe	N° de plan	NN.*	Matériel	Cat.	Matière	Moteur/porteur
1	313-2-252M	56521502	HLE21/27	1	EA4T	Moteur
	279-2-205M	46114501	HLD77	1	EA4T	Moteur
	320-02.40-003M_1	56521477	HLE18	1	EA4T	Moteur
	421-2-177M	56022240	AM80	1	EA4T	Moteur
	430-02.40-004M	56022420	AM08	1	EA4T	Moteur
	691-2-201M	76144005	M6 BX	1	EA4T	Porteur
	417-2-062M	56021902	AM66-79-75-76-77-86-89	1	EA1T	Moteur
	645-2-091M	56022003	AM75-76-77-86-89	1	EA1T	Porteur
	417-2-081M	56021922	AM66-79	1	EA1T	Porteur
	421-2-477M	56122203	AM80	1	EA1T	Porteur
2	612-2-476M	76136030	M4	1	EA1N	Porteur
	668-2-401M	76137030	M5	1	EA1N	Porteur
	C-2-551M	76134030	I6/I10	1	EA1N	Porteur
	685-2-201M	76142031	I11	1	EA1N	Porteur
	318-2-201M	56521405	HLE13	1	EA1N	Moteur
	277-2-291M	46103050	HLD62	1	EA1N	Moteur
	541-2-202M	66140005	AR41	1	EA1N	Moteur
	425-2-701M	56042705	AM96	1	EA1N	Moteur
	C-2-551M	76134030	AM96	1	EA1N	Porteur
	541-2-702M	66140001	AR41	1	EA1N	Porteur
	430-02.40-014M	56114014	AM08	1	EA1N	Porteur
	688-2-201M	76144010	M6	1	EA1N	Porteur

*Pour information



Annexe B : Santé interne par une méthode manuelle

1. Équipement:

L'appareil à ultrasons est du type à impulsions.

Il est utilisé avec un palpeur droit de diamètre 24 mm et de fréquence 4 Mhz.

Le réglage du seuil est mis hors service.

2. Moment du contrôle:

Le fournisseur effectuera le contrôle sur les essieux-axes semi-parachevés. La SNCB se réserve le droit de contrôler les essieux-axes à n'importe quel stade de la fabrication postérieure au recuit.

3. Technique de contrôle:

La surface extérieure des essieux-axes doit permettre, lors du sondage radial, le passage de l'énergie ultrasonore sans perte anormale. La rugosité des surfaces examinées devra être $\leq 6.3\mu\text{m}$.

Ce contrôle sera effectué à 100% sur l'essieu-axe suivant 2 génératrices à 90°.

Il s'agit d'une méthode radiale.

Le balayage horizontal de l'oscillogramme est réglé de manière telle que l'écho de fond n'apparaisse qu'une seule fois (en principe sur une distance de 200 à 250 mm).

La sensibilité de l'appareil est réglée en plaçant le palpeur dans une zone présumée saine d'une portée de calage de l'essieu-axe à vérifier de manière à obtenir une amplitude de l'écho de fond égale à la hauteur de l'écran.

On ajoute ensuite 16dB au niveau d'amplification obtenu pour la détection des défauts.

Ce niveau de sensibilité est maintenu pendant tout l'examen et adapté si nécessaire en fonction des variations des conditions de couplage.

Lors de l'évaluation d'un défaut détecté, la sensibilité sera adaptée afin de comparer la hauteur de l'écho de défaut à l'écho de fond porté à 100% de hauteur d'écran (+/- 16dB seront enlevés).

4. Résultats à obtenir :

Ce contrôle a pour but d'éliminer les essieux-axes qui présentent des hétérogénéités nuisibles à la tenue en service, c'est-à-dire:

- des fissures et des micros fissures internes,
- des retassures importantes et des fortes ségrégations,



- des grosses inclusions.

Les essieux doivent être exempts :

- de fissures internes quelle que soit leur position dans l'essieu. Seront écartés les essieux qui présentent des oscillogrammes caractéristiques de fissuration,
- de défauts dont la réflexion est supérieure à 60 % de la hauteur de l'écho de fond, dans un noyau central de 60 mm de diamètre,
- de ségrégations, inclusions ou porosités qui, en dehors d'un noyau central de 60 mm, donnent lieu aux échos suivants:
 1. dans le cas d'essieux laminés:
 - d'amplitude supérieure à 30 % de la hauteur d'écran dans les fusées, arrières-fusées, portées de calage ainsi que dans une zone de 50 mm de longueur située dans le corps de l'essieu au-delà de la portée de calage.
 - d'amplitude supérieure à 100 % de la hauteur d'écran dans le reste du corps de l'essieu.
 2. dans le cas d'essieux forgés:
 - d'amplitude supérieure à 30 % de la hauteur d'écran dans les fusées et arrières-fusées.
 - d'amplitude supérieure à 60 % de la hauteur d'écran dans les portées de calage.
 - d'amplitude supérieure à 100 % de la hauteur d'écran dans le corps de l'essieu.

Remarques:

- les critères de contrôle aux ultrasons énumérés ci-avant sont valables pour les essieux dont la vitesse de circulation ne dépasse pas 200 km/h.
- pour des vitesses supérieures, les critères sont différents et d'autres examens peuvent être imposés.
- Dans le cas d'essieux-axes qui présentent des défauts internes acceptables, mais susceptibles de diminuer la valeur de la perméabilité ultrasonore, on se basera sur l'oscillogramme de perméabilité (diffusion) pour accepter ou refuser.



Annexe C : Perméabilité ultrasonore (méthode radiale)

1. Équipement:

L'appareil à ultrasons est du type à impulsions.
Il est utilisé avec un palpeur droit de diamètre 24mm et de fréquence 4Mhz.
Le réglage du seuil est mis hors service.

2. Moment du contrôle:

Le fournisseur effectuera le contrôle sur les essieux-axes fini (suivant annexe J.3 Etat de livraison).
La SNCB se réserve le droit de contrôler les essieux-axes à n'importe quel stade de la fabrication postérieure au recuit.

3. Technique de contrôle:

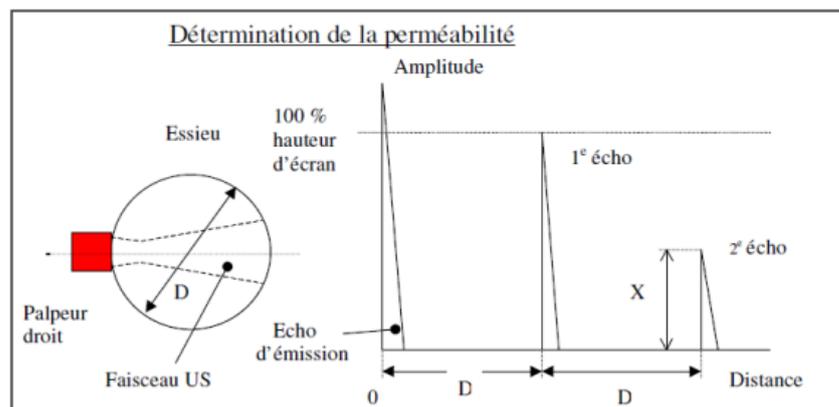
Le contrôle sera effectué sur les portées de calages cylindriques et le centre de l'essieu-axe avec un minimum de 3 mesures sur la longueur de l'essieu-axe.

Il s'agit d'une méthode radiale.

Le balayage horizontal sur l'écran de l'oscillogramme est réglé de façon telle que l'image de l'écho de fond apparaisse deux fois (en principe sur une distance de 500 mm).

L'amplitude du premier écho de fond est réglée à la hauteur de l'écran de 100 %.

L'évaluation de la perméabilité ultrasonore s'effectue par mesure de



l'amplitude du second écho de fond, exprimée en %

Perméabilité ultrasonore = X % de la hauteur d'écran où:

$$X = \frac{\text{hauteur du second écho de réflexion}}{100}$$

La rugosité des surfaces examinées devra être $\leq 6.3\mu\text{m}$.

4. Résultats à obtenir:

Seront rebutés:

- les essieux-axes qui présentent des oscillogrammes caractéristiques de diffusion sur le grain (opacité, disparition de l'écho de fond).
- les essieux-axes qui lors du sondage radial, présentent une perméabilité ultrasonore inférieure aux valeurs indiquées dans le tableau suivant.

Abaque des perméabilités										
Diamètre (mm)	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
Perméabilité (%)	49.0	48.7	48.5	48.2	47.9	47.7	47.4	47.1	46.9	46.6
Diamètre (mm)	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
Perméabilité (%)	46.3	46.1	45.8	45.5	45.3	45.0	44.8	44.6	44.4	44.2
Diamètre (mm)	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179
Perméabilité (%)	44	43.8	43.6	43.4	43.2	43	42.8	42.6	42.4	42.2
Diamètre (mm)	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
Perméabilité (%)	42	41.8	41.6	41.4	41.2	41	40.6	40.2	39.8	39.4
Diamètre (mm)	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
Perméabilité (%)	39	38.6	38.2	37.8	37.4	37	36.6	36.2	35.8	35.4
Diamètre (mm)	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209
Perméabilité (%)	35.0	34.8	34.5	34.3	34.0	33.8	33.6	33.3	33.1	32.8
Diamètre (mm)	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219
Perméabilité (%)	32.6	32.4	32.1	31.9	31.6	31.4	31.2	30.9	30.7	30.4
Diamètre (mm)	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
Perméabilité (%)	30.2	30.0	29.7	29.5	29.2	29.0	29.0	28.9	28.9	28.8
Diamètre (mm)	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
Perméabilité (%)	28.8	28.8	28.7	28.7	28.6	28.6	28.6	28.5	28.5	28.4
Diamètre (mm)	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249
Perméabilité (%)	28.4	28.4	28.3	28.3	28.2	28.2	28.2	28.1	28.1	28.0
Diamètre (mm)	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259
Perméabilité (%)	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0

5. Rapport à fournir:

Un rapport de contrôle sur 100% des essieux-axes fabriqués sera fourni à la SNCB.

