

**SOCIETE NATIONALE DES
CHEMINS DE FER BELGES**



SPECIFICATION TECHNIQUE

M - 20.41

**PIECES ELASTIQUES
A BASE DE CAOUTCHOUC**

EDITION : 01/1992



PIECES ELASTIQUES A BASE DE CAOUTCHOUC

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification régit la fourniture de pièces élastiques à base de caoutchouc utilisées sur le matériel roulant.

Ces pièces peuvent être :

- massives, entièrement en caoutchouc, travaillant seules ou en combinaison avec d'autres pièces élastiques
- composite caoutchouc - armatures rigides adhésivées ou non.

La spécification technique s'applique :

- d'une part aux pièces qui ne supportent pas un effort permanent (1), celles-ci étant repérées type A dans la suite du texte ;
- d'autre part aux pièces qui supportent un effort permanent (1), celles-ci étant repérées type B dans la suite du texte ;

Sont seulement concernées par cette spécification :

- pièces type A : les pièces d'articulation élastiques, les pièces d'accouplement élastiques et les butées élastiques ;
- pièces type B : les pièces dont la fonction principale est d'assurer la suspension du matériel roulant ou de ses sous-ensemble.

(1) Effort autre que celui dû à leur propre poids, ou à la pré-contrainte de montage



2 CLASSIFICATION ET DESIGNATION

Les pièces élastiques à base de caoutchouc sont classées en trois catégories :

Catégorie 1 (C1) :

Pièces subissant une procédure d'homologation, et dont la fonction recherchée est d'intervenir directement dans le comportement :

- soit des organes environnants, pour les pièces type A,
- soit des ensembles ou sous-ensembles suspendus, pour les pièces type B.

Catégorie 2 (C2) :

Pièces ne subissant pas une procédure d'homologation, et dont la fonction recherchée est d'intervenir directement dans le comportement :

- soit des organes environnants, pour les pièces type A,
- soit des ensembles ou sous-ensembles suspendus, pour les pièces type B.

Catégorie 3 (C3) :

Pièces ne subissant pas de procédure d'homologation et dont la fonction principale est de réunir élastiquement deux éléments sans recherche d'influence sur le comportement des organes environnants (pièces Type A), ou dont l'influence sur le comportement des ensembles ou sous-ensembles suspendus peut être négligée (pièce type B).

La désignation de la catégorie et le type de la pièce sont portés au dessin de définition lorsque la pièce est définie par un tel document,

Exemple : C1, type A.



3 CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS CONSTITUTIFS

3.1 ARMATURES RIGIDES

La qualité des matières utilisées pour la confection des armatures rigides, les caractéristiques dimensionnelles tolérancées, doivent être conformes à celles définies aux dessins des pièces ou notices.

3.2 CAOUTCHOUC

Aucune condition n'est imposée pour la nature des mélanges de caoutchouc à condition que les caractéristiques exigées dans la présente spécification technique, pour les pièces finies, soient satisfaites.

Pour les pièces de la catégorie 1, la formulation de ces mélanges doit être identique (1) à celle des mélanges ayant servi à fabriquer les pièces qui ont subi avec succès la procédure d'homologation.

(1) Il est admis que les composants du mélange soient remplacés par des produits d'origine différente mais de même qualité.



4 CARACTERISTIQUES DES PRODUITS FINIS

Les pièces des catégories 1 et 2 sont définies par un dessin approuvé, et précisant les caractéristiques mécaniques choisies, en fonction de la finalité de la pièce, parmi celle du paragraphe 4.3.

Les pièces de la catégorie 3 sont définies soit par un dessin, soit par une notice du fournisseur.

4.1 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES PIECES TYPES A ET B

Les caractéristiques géométriques à l'état libre sont celles fixées aux dessins ou aux notices.

4.2 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES PIECES TYPES A ET B

4.2.1 ASPECT

Les armatures rigides ne doivent présenter aucune bavure. Le caoutchouc ne peut en comporter qu'en dehors des zones utiles. Le caoutchouc ne doit présenter ni porosité ni déchirement et ne doit pas être poisseux en surface.

4.2.2 ADHERISATION (PIECES COMPOSITES ADHERISEES)

Sous une force d'intensité F_{adh} (ou un couple M_{adh}) et de sens (ou d'axe) précisés par le dessin ou la notice, maintenue pendant 1 min, les pièces élastiques ne doivent présenter ni décollement, ni boursouflure dans les zones de contact du caoutchouc et des armatures.

La vérification de l'adhérisation peut également être effectuée lors de tout autre essai prévu au dessin ou à la notice.

4.3 CARACTERISTIQUES MECANQUES

4.3.1 HAUTEUR SOUS CHARGE STATIQUE A L'ETAT DE PRESENTATION DES PIECES TYPE B

La pièce étant soumise à une charge constante F_z égale à la charge nominale en service et précisée au dessin, la hauteur correspondante, qui est relevée, doit être conforme à celle fixée au dessin ou à la notice.

4.3.2 HAUTEUR SOUS CHARGE STATIQUE APRES FLUAGE STATIQUE DES PIECES TYPE B

La pièce étant soumise à une charge constante F_z égale à sa charge nominale en service précisée au dessin, sa hauteur après stabilisation doit être conforme à celle fixée au dessin.



4.3.3 HAUTEUR SOUS CHARGE STATIQUE APRES FLUAGE DYNAMIQUE DES PIECES TYPE B

La pièce étant soumise à une charge ondulée F , telle que :

$$F = F_z + 0,1 \times F_z \sin 2 \pi f.t,$$

sa variation de hauteur après stabilisation ne doit pas différer de plus de 15 % de celle prévue au dessin, avec :

F_z : charge nominale statique, précisée au dessin,
 f : fréquence, prise égale à 10 Hz en l'absence de précision au dessin,
 t : temps; exprimé en secondes.

4.3.4 RIGIDITE DES PIECES TYPES A ET B

Les rigidités des pièces élastiques sont définies par rapport à trois axes orthogonaux Ox , Oy , Oz .

A défaut de précisions au dessin ou à la notice, les axes seront pris comme suit :

- axe Ox parallèle à l'axe longitudinal du véhicule ;
- axe Oy parallèle à l'axe transversal du véhicule ;
- axe Oz parallèle à l'axe vertical du véhicule.

Les déplacements simples des pièces élastiques sont :

- translation parallèle à l'axe Ox , correspondant à la rigidité K_x ;
- translation parallèle à l'axe Oy , correspondant à la rigidité K_y ;
- translation parallèle à l'axe Oz , correspondant à la rigidité K_z ;
- rotation autour de l'axe Ox , correspondant à la rigidité $K_{\alpha x}$;
- rotation autour de l'axe Oy , correspondant à la rigidité $K_{\alpha y}$;
- rotation autour de l'axe Oz , correspondant à la rigidité $K_{\alpha z}$.

Conventionnellement, la définition des caractéristiques de rigidité des pièces élastiques peut être établie à partir d'un ensemble de déplacements simples, correspondant à :

- des efforts uniaxiaux (pièces types A et B) ;
- des efforts biaxiaux, une des deux forces étant alors constante en intensité et direction ; dans ce cas, elle devra être précisée au dessin ou à la notice (pièces type B).



La mesure des caractéristiques sous charge biaxiale peut se faire sur un ensemble de deux pièces identiques montées en opposition suivant l'axe de la force constante.

4.3.4.1 Rigidités statiques des pièces types A et B

Les rigidités statiques sont définies aux dessins ou à la notice :

- soit par les courbes efforts/déplacements correspondantes
- soit par le rapport d'une variation d'effort à la variation de déplacement correspondante.

Dans ce dernier cas, les rigidités statiques sont mesurées au cours d'applications à vitesse constante de cycle chargement-déchargement entre deux valeurs $F_a = 0$ et F_b (ou $M_a = 0$ et M_b) définie au dessin ou à la notice. Le diagramme effort déplacement du troisième cycle est enregistré et la partie correspondant à la charge croissante sert à la détermination de la mesure de rigidité.

Les rigidités statiques de translation sont définies par la formule :

$$K = \frac{F_2 - F_1}{L_2 - L_1}$$

avec : F_1 : force nécessaire pour obtenir un déplacement L_1
 F_2 : force nécessaire pour obtenir un déplacement L_2

et : $F_a < F_1 < F_2 < F_b$

Les valeurs F_1 , F_2 et F_b doivent être précisées au dessin de la notice.

Les rigidités statiques de rotation sont définies par la formule :

$$K = \frac{M_2 - M_1}{w_2 - w_1}$$

avec : M_1 : couple nécessaire pour obtenir une rotation w_1
 M_2 : couple nécessaire pour obtenir une rotation w_2

et : $M_a < M_1 < M_2 < M_b$

Les valeurs M_1 , M_2 et M_b doivent être précisées au dessin de la notice.



4.3.4.1.1 Rigidités statiques à l'état de présentation des pièces types A et B

Les valeurs des rigidités statiques à l'état de présentation, qui définissent les pièces, sont fixées au dessin ou à la notice.

A défaut de précision au dessin ou à la notice, les tolérances sont prises égales à :

- ± 15 % pour la catégorie 1 ;
- ± 20 % pour la catégorie 2 ;
- ± 30 % pour la catégorie 3 ;

Dans le cas d'une rigidité définie par une courbe d'effort/déplacement, les courbes enveloppes se déduisent de la courbe de définition par variation de l'effort, à déplacement constant (voir figure 1, ci-après).

4.3.4.1.2 Rigidités statiques après fluage statique des pièces types B

Les rigidités statiques sont mesurées aussitôt après l'essai de fluage statique défini au paragraphe 4.3.2.

A défaut de précision au dessin, la variation de rigidité statique par rapport à l'état de présentation ne doit pas être supérieure à 15 %.

Dans le cas de rigidité définie par une courbe effort/déplacement, les courbes limites de variation se déduisent de la courbe enregistrée, à l'état de présentation, par variation de l'effort à déplacement constant (voir figure 2, ci-après).

4.3.4.1.3 Rigidités statiques après sollicitation dynamique des pièces types A et B.

La rigidité statique est relevée, après une sollicitation dynamique de 10^6 cycles sous un effort (ou couple) ondulé F (ou M), tel que :

$$F \text{ (ou M)} = A + B \sin 2 \pi f.t,$$

- avec :
- A : constantes précisées au dessin,
 - B : constantes précisées au dessin,
 - f : fréquence, prise égale à 10 Hz en l'absence de précision au dessin,
 - t : temps, exprimé en secondes.

A défaut de précision au dessin, la rigidité statique après sollicitation dynamique ne doit pas différer de la valeur à l'état de présentation de plus de 15 %.

Dans le cas de rigidité définie par une courbe effort/déplacement, les courbes limites de variation se déduisent de la courbe enregistrée, à l'état de présentation, par variation de l'effort à déplacement constant (voir figure 2, ci-après).

4.3.4.1.4 Rigidités statiques après vieillissement thermique

A défaut de précision au dessin, la rigidité statique, après vieillissement thermique de 14 jours à la température indiquée ci-après,

- pour les pièces type A ne travaillant pas sous l'action de la chaleur : 70°C,
- pour les pièces types A et B travaillant sous l'action de la chaleur : 100°C,

ne doit pas différer de la valeur relevée à l'état de présentation de plus de 15 %.

Les pièces de type B ne travaillant pas sous l'action de la chaleur ne sont pas intéressées par ce paragraphe.

Dans le cas de rigidité définie par une courbe effort/déplacement, les courbes limites de variation se déduisent de la courbe enregistrée à l'état de présentation par variation de l'effort, à déplacement constant (voir figure 2, ci-après).

4.3.4.2 Rigidités dynamiques des pièces types A et B

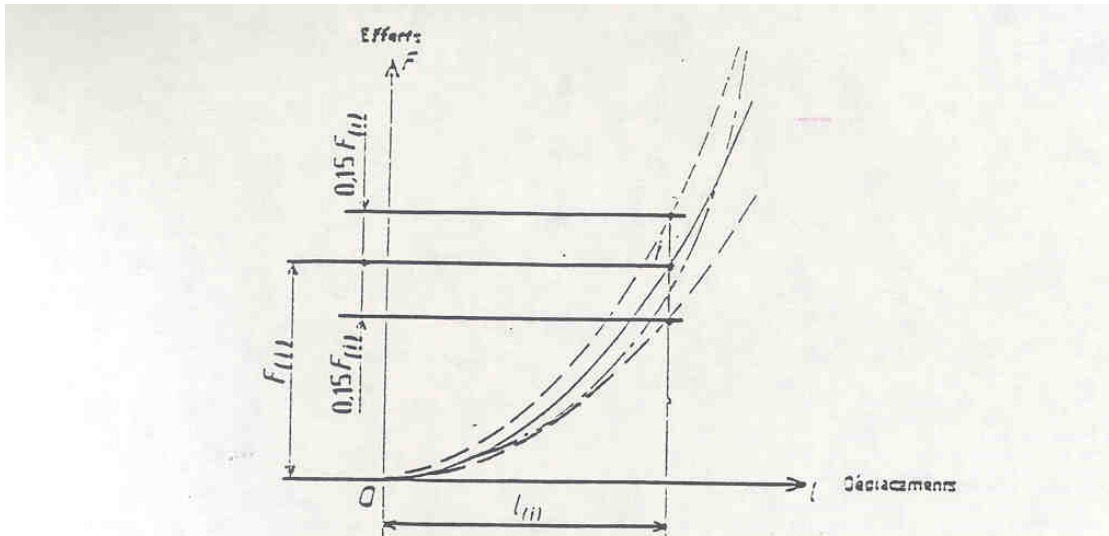
Les rigidités dynamiques sont mesurées lors de l'application d'un effort (ou couple) ondulé de la forme :

$$F \text{ (ou } M) = C + D \sin \pi f.t.$$

Les coefficients C et D sont précisés au dessin.

A défaut de précision au dessin, on prend :

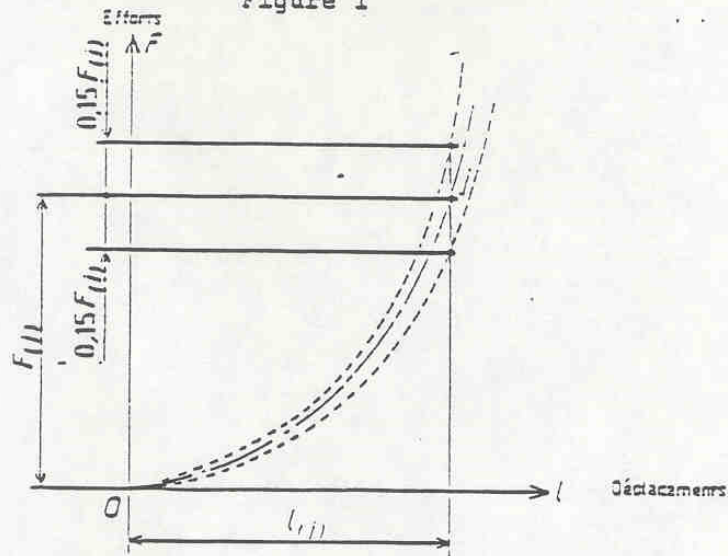
- C = 0,
- D = effort maximal en service,
- f = 10 Hz,
- t = temps, exprimé en secondes.



Exemple de tracé des courbes enveloppes de la rigidité statique à l'état de présentation (catégorie 1)

- courbe de définition
- - - - - courbes enveloppes
- - - - - courbe de définition

Figure 1



Exemple de tracé des courbes limites des rigidités statiques, ou sollicitation dynamique, ou vieillissement thermique.

- - - - - courbe relevée de la rigidité statique à l'état de présentation (voir figure 1)
- - - - - courbes limites

Figure 2



Après accord du Contrôle des Fabrications des réseaux, la mesure de la rigidité dynamique peut se faire par mesure d'efforts (ou couples) correspondant à des déplacements ondulés de la forme :

$$I = E + G \sin 2 \pi f.t,$$

- avec :
- E : constantes précisées au dessin,
 - G : constantes précisées au dessin,
 - f : fréquence, prise égale à 10 Hz en l'absence de précision au dessin,
 - t : temps, exprimé en secondes.

La rigidité dynamique est définie comme étant égale au rapport de la variation d'effort (ou couple) à la variation de déplacement.

- soit $K_{dyn} = \frac{2D}{I_{max} - I_{min}}$, quand l'effort (ou couple) est ondulé
- soit $K_{dyn} = \frac{F_{max} - F_{min}}{2G}$, quand le déplacement est ondulé

4.3.4.2.1 Rigidités dynamiques à l'état de présentation des pièces types A et B

A défaut de précision au dessin, les valeurs de rigidités dynamiques relevées à l'état de présentation ne doivent pas varier de plus de 20 % de celles indiquées au dessin.

4.3.4.2.2 Rigidités dynamiques après fluage dynamique des pièces type B

A défaut de précision au dessin, la variation de rigidité dynamique, après fluage dynamique réalisé dans les conditions définies au paragraphe 4.3.3, par rapport à la valeur relevée à l'état de présentation ne doit pas être supérieure à 20 %.

4.3.4.2.3 Rigidités dynamiques après sollicitation dynamique des pièces A et B

A défaut de précision au dessin, les valeurs des rigidités dynamiques, après sollicitation dynamique de 10^6 cycles sous l'effort (ou le couple) ondulé, prévu au paragraphe 4.3.4.2, ne doivent pas différer de plus de 20 % de celles obtenues à l'état de présentation.

4.3.4.2.4 Rigidités dynamiques après vieillissement thermique des pièces types A et B travaillant sous l'action de la chaleur uniquement

A défaut de précision au dessin, la rigidité dynamique, après action de la chaleur pendant 14 jours à 100°C (en l'absence de précision), ne doit pas différer de plus de 20 % de la rigidité dynamique mesurée à l'état de présentation.

4.3.5 Amortissement dynamique des pièces types A et B

A défaut de précision au dessin, l'amortissement dynamique, mesuré sur pièce, ne doit pas différer de plus de 15 % de celui imposé au dessin.

4.3.6 Tenue à la fatigue

Les sollicitations se composent de la somme des efforts quasi-statiques (F_Q) et des efforts dynamiques (F_d) variant dans le temps, comme indiqué à titre d'exemple par le diagramme ci-après (figure 3).

Le nombre total de cycles de variations dynamiques ($N_1 + N_2 + N_3$) est, généralement, égal à $10 \cdot 10^6$ ou à un nombre de cycles représentant un kilométrage imposé (figure 4).

Les valeurs de F_Q et F_d , ainsi que les fréquences, sont fixées au dessin.

A défaut de précision au dessin, on prend :

$$a = (F_Q + F_d) ; b = 1,2 ((F_Q + F_d) ; c = 1,4 (F_Q + F_d)$$

$$N_1 = 6 \cdot 10^6 ; N_2 = N_3 = 2 \cdot 10^6$$

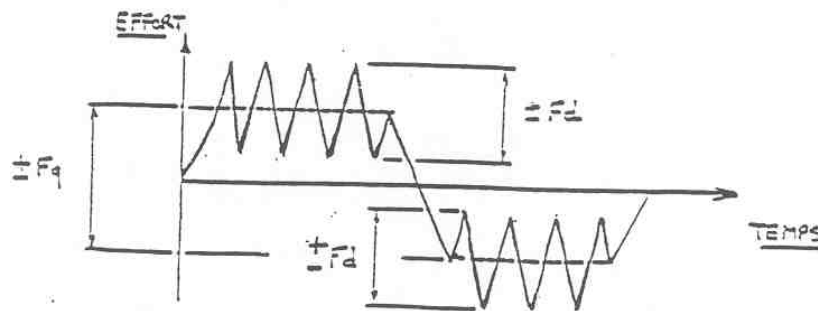


Figure 3

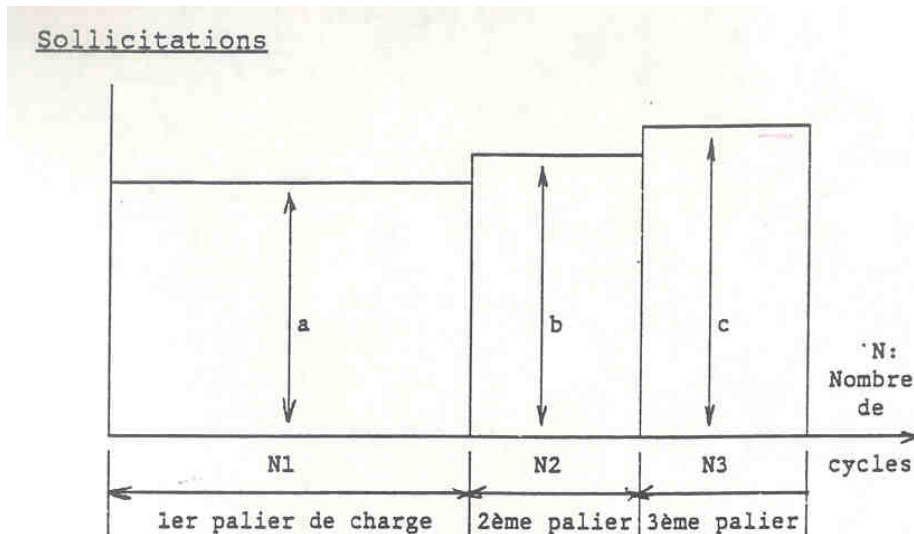


Figure 4

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du cahier des charges établi avant l'essai.

A défaut de précision au dessin, les vérifications s'effectuent comme suit :

- Mesure des rigidités statiques de la pièce à l'état de présentation et à la fin de chaque palier de charge, suivant le procédé décrit au paragraphe 4.3.4.1.

Les rigidités statiques ne doivent pas différer de la valeur relevée à l'état initial de plus de :

- . 5 % à l'issue du premier palier de charge
- . 10 % à l'issue du deuxième palier de charge
- . 15 % à l'issue du troisième palier de charge

pour l'articulation de la boîte d'essieu et pour les sommiers élastiques de la suspension secondaire de la motrice.

Pour toutes les autres pièces, des différences de 10, 15, 20 % sont acceptées

- Expertise finale de la pièce (contrôle destructif) : lieu et étendue du déchirement du caoutchouc, état des armatures, ...

La composition du mélange de caoutchouc qui a servi à la confection de la pièce ayant subi avec succès cet essai doit être référencée.

Cette référence doit apparaître :

- . sur chaque pièce dans la zone de marquage prévue au dessin,
- . sur le dessin de définition.



5 CONTROLE RELATIF AUX PIECES FABRIQUEES EN SERIE

5.1 METHODE DE CONTROLE

Les pièces des catégories 1 et 2 sont toujours soumises au contrôle de leurs caractéristiques en usine.

Pour les pièces de la catégorie 3, le contrôle en usine n'est effectué que si la commande le prescrit.

5.2 NATURE DES CONTROLES

En règle générale, le contrôle fait appel à la vérification de la conformité des matières utilisées et des caractéristiques des éléments constitutifs, ainsi qu'à la vérification de la conformité des caractéristiques des pièces finies, en exécutant les essais de série indiqués au tableau 2.

Les essais de série sont réalisés en contrôle courant par le fournisseur de chaque lot.

De plus, pour les pièces des catégories 1 et 2, des essais de type choisis parmi ceux du tableau 2 en fonction de la finalité des pièces (pièces type A ou type B) et prescrits aux dessins, sont réalisés dès le début de la fabrication en série des pièces concernées.

En outre, ces essais de type peuvent être renouvelés, partiellement ou totalement :

- Lors d'une fabrication courante en cas de refus répétés ;
- lors d'une modification du processus de fabrication et, en particulier, lors de la modification du mélange de caoutchouc ;
- après une interruption de fabrication supérieure à trois ans ;
- à la suite d'incidents en service

5.3 CONTROLE DES ELEMENTS CONSTITUTIFS

5.3.1 Contrôle des armatures rigides

Il est vérifié que la qualité de produits utilisés, les états de surfaces imposés et les tolérances géométriques des armatures sont conformes aux caractéristiques exigées au paragraphe 3.1.

5.3.2 Contrôle des mélanges de caoutchouc

Les mélanges de caoutchouc qui servent à la confection des garnitures élastiques des pièces de catégorie 1 doivent être contrôlés par le fabricant avant mise en oeuvre. Pour chaque lot homogène de ce mélange, il doit être établi :



- une courbe de caractéristiques de vulcanisation suivant les prescriptions de la norme NF T 43-015.
- une vérification de la masse volumique sur plaques moulées de chaque mélange après vulcanisation.

5.4 CONTROLE DES PIECES FINIES

5.4.1 Présentation

5.4.1.2 Etat des pièces à la présentation

Les pièces sont présentées à l'état de livraison.

5.4.1.2 Lotissement

Pièces de la catégorie 1

Les pièces définies par un même dessin, dont l'(les) élément(s) élastique(s) provient(iennent) d'un même lot de mélange de caoutchouc et faisant l'objet d'une même présentation, forment un lot.

Pièces des catégories 2 et 3

Les pièces définies par un même dessin ou une même notice, et faisant l'objet d'une même présentation, forment un lot.

5.4.2 Prélèvement des échantillons

A défaut de précision au dessin ou à la notice :

- les essais de type sont effectués sur des échantillons dont l'effectif est fonction des essais à réaliser, les caractéristiques statiques à l'état de présentation étant mesurées sur au moins trois pièces ;
- les essais de série sont effectués :
 - . sur toute les pièces type B de la catégorie 1
 - . sur des échantillons dont l'effectif est précisé au tableau 1 pour les autres pièces.

Effectif du lot	Effectif de l'échantillon	
	Pièces type A de la catégorie 1	Pièces types A et B des catégories 2 et 3
moins de 100 pièces	5	3
de 101 à 300 pièces	8	5
Plus de 300 pièces	13	8

Tableau 1



5.5 CONCLUSION DES CONTROLES

Tout essai de type non satisfaisant entraîne :

- pour les pièces type B de la catégorie 1, le retrait de l'homologation et le refus des pièces considérées ;
- pour les pièces type A de la catégorie 1, le retrait de l'homologation et le refus du lot correspondant ;
- pour les pièces types A et B de la catégorie 2, le refus du lot correspondant.

Toute caractéristique non conforme, mesurée lors des essais de série entraîne :

- pour les pièces type B de la catégorie 1, le refus des pièces considérées ;
- pour les pièces type B des catégories 2 et 3 et pour les pièces type A, le refus du lot correspondant.



6 ESSAIS

6.1 LISTE DES ESSAIS

Nature des vérifications et essais	Section d'annexe	Type des pièces concernées	Essais de type Catég. 1 et 2	Essais de série
-Géométrie	6.3.1	A B	X	X
-Aspect	6.3.2	A B	X	X
-Adhérisation	6.3.3	A B	X	X
-Hauteur sous charge statique à l'état de présentation	6.3.5.1	B	X	X
-Hauteur sous charge statique après fluage statique	6.3.5.2	B	X	
-Hauteur sous charge statique après fluage dynamique	6.3.5.3	B	X	
-Rigidités statiques à l'état de présentation				
. à 0 °C minimum	6.3.6.1	A B	X	
. à 20°C ± 3°C	6.3.6.1	A B	X	X
. à 0 °C maximum	6.3.6.1	A B	X	
-Rigidités statiques après fluage statique	6.3.6.2	B	X	
-Rigidités statiques après sollicitation dynamique	6.3.6.3	A B	X	
-Rigidités statiques après vieillissement thermique	6.3.6.4	A B	X	
-Rigidités dynamiques à l'état de présentation	6.3.6.5	A B	X	
-Rigidités dynamiques après fluage dynamique	6.3.6.6	B	X	
-Rigidités dynamiques après sollicitation dynamique	6.3.6.7	A B	X	
-Rigidités dynamiques après vieillissement dynamique	6.3.6.8	A B	X	
-Amortissement dynamique	6.3.6.9	A B	X	
-Tenue à la fatigue	6.3.6.10	A B	X	

Tableau 2

* Les essais de type sont réalisés sur prescription au dessin.



6.2 PREPARATION DES PIECES

Les pièces doivent être maintenues à la température ambiante pendant une durée minimale de 9 jours, avant d'entreprendre les vérifications et essais.

Toutefois, la vérification de l'adhésion a lieu préalablement à toute autre vérification de caractéristique, et au moins 72 h après fabrication.

Les pièces qui ont subi l'essai d'adhésion ne peuvent être l'objet de mesures qu'après une période de stabilisation d'au moins 6 jours.

Pour leur conditionnement avant essai, les pièces doivent avoir été maintenues pendant 24 h (sauf cas particulier) à la température prescrite pour l'essai afin que celle-ci soit uniforme à l'intérieur de la pièce.

6.3 EXECUTION DES VERIFICATIONS DES CARACTERISTIQUES DES PIECES FINES

6.3.1 Vérification des caractéristiques géométriques

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.1.

6.3.2 Vérification de l'aspect

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.2.1.

6.3.3 Vérification de l'adhésion

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.2.2.

6.3.4 Vérification des caractéristiques mécaniques

La vérification porte sur les caractéristiques mécaniques précisées au dessin ou au programme d'essai retenu.

Pour les pièces travaillant en combinaison avec d'autres pièces élastiques, les précisions concernant le montage d'essai devront figurer au dessin.

Les vitesses d'application des efforts sont celles figurant au dessin ou à la notice. A défaut de précision, les vitesses seront choisies parmi celles du tableau 3 de telle façon que la durée totale du cycle soit comprise entre 30 et 60 s.



Vitesse de déplacement linéaire (mm/min)	Vitesse de déplacement angulaire (°/min)
1	5
2	10
5	20
10	40
20	60
50	-

Tableau 3

La vitesse d'application des charges doit rester constante à $\pm 10 \%$ près, de manière automatique.

Les mesures d'efforts doivent être faites à l'aide de capteurs d'efforts ou de dynamomètres éventuellement compensés pour les efforts de cisaillement. L'utilisation de manomètres branchés sur les circuits hydrauliques pour la mesure d'efforts est proscrite.

Les mesures de déplacement doivent être systématiquement corrigées des déformations due à la pression et du montage d'essai. Pour cela, un diagramme de correction sera enregistré avant toute série d'essai, avec utilisation d'une pièce de même géométrie et indéformable.

6.3.5 Vérification de la hauteur sous charge

6.3.5.1 Vérification de la hauteur sous charge statique à l'état de présentation

La hauteur sous charge statique F_z à l'état de présentation est mesurée à l'occasion de la vérification des rigidités statiques à 20°C . A cette fin, un 4ème cycle est réalisé de 0 à F_z , et après, une stabilisation de 10 s sous la charge F_z maintenue constante, à 2% près, la hauteur sous charge est mesurée directement sur pièce avec une précision de 0,5 mm.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.1.

6.3.5.2 Vérification de la hauteur sous charge statique après fluage statique

La pièce est soumise à une charge F_z constante, à 2% près, et égale à sa charge nominale en service précisée au dessin, sa variation de hauteur est enregistrée en fonction du temps. La température est maintenue à $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$. Lorsque la hauteur sous charge est stabilisée (variation en 24 h inférieure au dixième de celle enregistrée entre les temps $t_1 = 1 \text{ h}$ et $t_{24} = 24 \text{ h}$), celle-ci est relevée et l'essai est interrompu.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.2.



6.3.5.3 Vérification de la hauteur sous charge statique après fluage dynamique

L'essai est réalisé dans les conditions définies au paragraphe 4.3.3. à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Lorsque la hauteur est stabilisée (variation inférieure en 1 h au dixième de celle enregistrée entre les temps $t_1 = 1 \text{ h}$ et $t_2 = 2 \text{ h}$), la hauteur sous la charge nominale statique F_z est relevée et l'essai est interrompu.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.3.

6.3.6 Vérification des rigidités

6.3.6.1 Vérification des rigidités statiques à l'état de présentation

La vérification des rigidités statiques se fait dans tous les cas sur un enregistrement des diagrammes effort/déplacement effectué au cours du troisième cycle de sollicitations successives et sur la partie de la courbe correspondant à la charge croissante.

Elle est réalisée à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ et aux températures minimum et maximum d'utilisation précisées au programme d'essai.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.1.

6.3.6.2 Vérification des rigidités statiques après fluage statique

Après l'essai de fluage statique défini au paragraphe 4.3.2, l'effort est porté à la charge F_b (ou M_b) puis redescendu à la charge F_a (ou M_a) = 0 ; la mesure se fait sur l'enregistrement du diagramme effort/déplacement lors de la remontée à la charge F_b (ou M_b). L'essai est réalisé à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.2.

6.3.6.3 Vérification des rigidités statiques après sollicitation dynamique

La pièce est soumise pendant 10^6 cycles à la charge ondulée définie au paragraphe 4.3.4.1.3.

Pièces type A :

Après libération et repos de 24 h à $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, la courbe effort/déplacement est enregistrée au troisième cycle de sollicitation à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, dans les conditions définies au paragraphe 6.3.4. La rigidité statique après sollicitation dynamique doit satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.3.



Pièces type B :

A l'issue de cette sollicitation dynamique, la pièce est maintenue sous la charge F_z pendant 24 h, à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. L'effort est ensuite porté à la charge F_b (ou M_b) puis redescendu à F_a (ou M_a) = 0 ; la mesure se fait sur l'enregistrement du diagramme effort/déplacement lors de la troisième remontée à la charge F_b (ou M_b).

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.3.

6.3.6.4 Vérification des rigidités statiques après vieillissement thermique

Les pièces destinées à ces essais sont soumises à un vieillissement thermique de 14 jours à la température prescrite au paragraphe 4.3.4.1.4, conformément aux conditions définies à la norme NF T 46-004.

A l'issue de ce traitement, elles sont laissées sans contrainte pendant 24 h à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Il est procédé ensuite à la vérification des rigidités conformément aux conditions définies au paragraphe 6.3.6.1.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.4.

6.3.6.5 Vérification des rigidités dynamiques à l'état de présentation

La mesure est réalisée à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ après stabilisation de l'échauffement de la pièce, conformément aux conditions du paragraphe 4.3.4.2, sur l'enregistrement du paramètre mesuré.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.1.1.

6.3.6.6 Vérification des rigidités dynamiques après fluage dynamique

Les rigidités dynamiques sont mesurées à l'issue de l'essai de fluage dynamique sans interruption des cycles à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.2.2.

6.3.6.7 Vérification des rigidités dynamiques après sollicitation dynamique

Les rigidités dynamiques sont mesurées à l'issue des sollicitations dynamiques, sans interruption des cycles, à la température de $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$.



Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.2.3.

6.3.6.8 Vérification des rigidités dynamiques après vieillissement thermique

Après vieillissement thermique défini au paragraphe 6.3.6.4, les rigidités dynamiques sont mesurées comme indiqué au paragraphe 6.3.6.5.

Les pièces doivent satisfaire aux exigences du paragraphe 4.3.4.2.4.

6.3.6.9 Vérification de l'amortissement dynamique

la méthode d'essai devra faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et les réseaux.

6.3.6.10 Vérification de la tenue à la fatigue

L'essai de fatigue consiste à répéter des séquences de sollicitations quasi-statiques et dynamiques destinées à reproduire les conditions réelles de fonctionnement de la pièce.

les modalités de l'essai sont définies, au préalable, par les réseaux.

Celles-ci sont établies cas par cas en s'inspirant du principe défini ci-après.

a) définition du montage d'essais :

L'essai doit s'effectuer dans un montage qui permet d'appliquer et de répartir les efforts aux emplacements où ils s'exercent en service.

b) définition du programme d'essais :

Le programme d'essais est défini à partir d'un calcul théorique (basé sur la fiche UIC 515 par exemple) ou de dépouillements d'essais en ligne.

c) homologation du programme d'essais :

afin de valider le programme et le montage d'essais, il est souhaitable de procéder à un essai de fatigue sur une pièce identique ou similaire dont le comportement est connu en service.

Le programme de charge devra faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et les réseaux concernés suivant le principe décrit au paragraphe 4.3.6.



7 LIVRAISON

En vue de la livraison des pièces finies, les armatures métalliques doivent être protégées contre tout risque de corrosion à l'aide d'un produit sans action sur le caoutchouc ou la liaison-caoutchouc métal.