

NORME INTERNATIONALE

ISO
8331

Première édition
1991-09-15

Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Guide technique pour la sélection, le stockage, l'utilisation et la maintenance

iTeh STANDARD PREVIEW

*Rubber and plastics hoses and hose assemblies — Guide to selection,
storage, use and maintenance*

ISO 8331:1991

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/5d0e2ddd-fff2-4b31-b2a3-73e0356fd818/iso-8331-1991>



Numéro de référence
ISO 8331:1991(F)

Sommaire

	Page
Section 1 Généralités	1
1.1 Domaine d'application	1
1.2 Références normatives	1
Section 2 Recommandations générales	2
2.1 Critères de choix	2
2.2 Conditions de stockage	2
2.3 Utilisation et maintenance	3
Section 3 Recommandations additionnelles pour les applications spécifiques	6
3.1 Tuyau de soudage et d'oxycoupage	6
3.2 Tuyau à vapeur	6
3.3 Tuyaux pour le transport de produits et denrées alimentaires	6
3.4 Tuyaux pour le transport de produits abrasifs	6
3.5 Tuyaux pour le transport de produits corrosifs ou agressifs	6
3.6 Tuyaux pour le transport de produits inflammables	7
3.7 Tuyaux pour l'industrie automobile	7
3.8 Tuyaux hydrauliques	7
3.9 Tuyaux de lutte contre l'incendie	11
3.10 Tuyaux et flexibles pour l'industrie pétrolière	12

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8331:1991
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d0e2ddd-fff2-4b31-b2a3-73e0356ff1818/iso-8331-1991>

© ISO 1991

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8331 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 1, *Tuyaux (élastomères et plastiques)*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d0e2ddd-fff2-4b31-b2a3-73e0356fd1818/iso-8331-1991>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8331:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d0e2ddd-fff2-4b31-b2a3-73e0356fd818/iso-8331-1991>

Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Guide technique pour la sélection, le stockage, l'utilisation et la maintenance

Section 1: Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit des recommandations conçues pour conserver les tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique avant leur utilisation dans un état aussi proche que possible de leur état lors de la réception et pour obtenir une durée de vie maximale dans des conditions d'utilisation normales.

NOTE 1 Il convient de lire la présente Norme internationale conjointement avec toute réglementation légale nationale applicable.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite,

constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 1402:1984, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Essais hydrostatiques.*

ISO 8031:1987, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique — Détermination de la résistance électrique.*

Section 2: Recommandations générales

2.1 Critères de choix

Il va de l'intérêt de l'utilisateur de choisir des tuyaux ou des flexibles conformes aux normes nationales ou internationales lorsqu'elles existent pour l'application envisagée.

S'il y a des difficultés d'interprétation de l'aptitude, s'il y a des exigences spéciales ou si l'on ne dispose pas des informations nécessaires, il y a lieu de consulter un fabricant de tuyaux ou une chambre professionnelle.

Il convient de tenir compte des points suivants lorsqu'on choisit un tuyau ou un flexible pour une application spécifique:

- a) environnement opérationnel:
 - température ambiante
 - conditions atmosphériques
 - contact avec des milieux nocifs
- b) matière transportée:
 - liquide
 - gazeuse
 - solide
 - combinaison des trois
- c) méthode de transport:
 - par pression (comprenant le débit)
 - par aspiration (comprenant le débit)
 - par gravité (comprenant le débit)
 - assistée (mélange de solide/liquide, solide/air)
- d) conditions de fonctionnement:
 - pression et température du produit transporté
 - fréquence d'utilisation
- e) installation:
 - degré de courbure
 - vibration du système

- risque d'endommagement par impact et abrasion
- utilisation du type de raccordement correct

2.2 Conditions de stockage

2.2.1 Généralités

Pendant le stockage des tuyaux et flexibles, surtout sur des longues périodes, et lorsqu'ils sont exposés à certains facteurs, leurs propriétés physiques subissent des modifications qui peuvent faire qu'ils ne possèdent plus les caractéristiques optimales correspondant à leur application lorsqu'on les met en œuvre. Les conditions de stockage devraient permettre d'offrir une protection maximale et réduire au minimum la détérioration des articles pendant le stockage.

2.2.2 Durée de stockage

Il convient que la durée de stockage soit réduite au minimum. La rotation du stock est donc essentielle et l'on applique la règle du «premier entré — premier sorti». Si l'on ne peut pas éviter le stockage à long terme, défini comme 2 ans au maximum pour les flexibles et 4 ans au maximum pour les tuyaux en vrac, il y a lieu d'inspecter et/ou d'essayer l'article avant son utilisation.

2.2.3 Température

La température de stockage devrait se situer si possible entre 0 °C et 35 °C, de préférence aux environs de 15 °C. Il est souhaitable que les articles ne soient pas soumis à des températures supérieures à 50 °C ou inférieures à -30 °C, ni à des fluctuations anormales de température pendant la période de stockage.

2.2.4 Humidité

De préférence, l'humidité relative ne devrait pas dépasser 65 %.

2.2.5 Lumière

Il convient de stocker les articles dans un endroit sombre à l'écart de la lumière directe du soleil et de toute lumière artificielle forte. Si la zone de stockage a des fenêtres ou des ouvertures vitrées, il y a lieu de les opacifier avec un revêtement rouge, orange ou blanc.

2.2.6 Ozone

À cause de l'effet nocif de l'ozone sur les articles à base de caoutchouc, les zones de stockage ne devraient pas contenir d'équipement qui génère de l'ozone, par exemple des lampes ou des tubes à vapeur de mercure, des équipements électriques à haute tension, des moteurs électriques ou autres équipements susceptibles de créer des étincelles ou des décharges électriques.

2.2.7 Environnement

Il convient de ne pas mettre les articles en contact avec certains produits, ni les exposer à leurs vapeurs, en particulier les solvants, les huiles, les graisses, les acides, les désinfectants, etc.; certains métaux comme le cuivre, le fer et le manganèse ont un effet nuisible sur certains composants du caoutchouc.

2.2.8 Sources de chaleur

Il y a lieu de ne pas stocker les articles à proximité des sources de chaleur. Il est souhaitable de conserver une distance suffisante entre eux afin de garantir que les recommandations de 2.2.3 sont respectées.

2.2.9 Champs électriques et magnétiques

Les zones de stockage ne devraient pas être situées à proximité des équipements qui peuvent générer des champs électriques ou magnétiques étant donné que les variations/les fluctuations des champs peuvent induire des courants dans les pièces métalliques de raccordement qui, à leur tour, génèrent de la chaleur.

2.2.10 Méthode de stockage

Il convient de stocker les articles de façon à ne pas les soumettre à des contraintes, un allongement ou une déformation excessifs. Il y a lieu d'éviter tout contact avec des objets ou surfaces tranchants, pointus ou abrasifs et de prévoir des râteliers de stockage chaque fois que cela est possible.

Il est souhaitable que les tuyaux ou flexibles enroulés soient stockés à plat et de préférence ne soient pas empilés. Lorsque l'empilage est inévitable, il est recommandé de limiter la hauteur des piles de façon que les articles placés au bas de la pile ne soient pas soumis à une déformation permanente. Il n'est pas recommandé d'accrocher les couronnes sur des crochets.

Il est de règle de stocker les tuyaux et flexibles fournis en longueurs droites à plat et sans courbure.

Il convient de laisser les bouchons protégeant les extrémités sur les tuyaux livrés avec eux.

2.2.11 Rongeurs

Il y a lieu de protéger les articles de l'attaque des rongeurs et de prévoir une protection adéquate s'il existe le moindre risque.

2.2.12 Sortie de stockage

Il convient de s'assurer que les articles sortis du stock sont en bon état et correspondent à l'application pour laquelle ils sont prévus. Il est essentiel d'identifier les différents types d'articles stockés.

Il est de règle de vérifier les flexibles qui ne sont pas munis de raccords permanents, c'est-à-dire ceux ayant un dispositif de fixation extérieure réglable, afin de s'assurer que les raccords sont bien assujettis.

2.2.13 Retour pour stockage

Avant de retourner au stockage les articles retirés de l'utilisation, il convient de les purger du produit qu'ils ont transporté. Il y a lieu de porter une attention toute spéciale aux tuyaux que l'on a utilisés pour transporter des produits chimiques, explosifs, inflammables ou corrosifs. Après avoir nettoyé les articles et avant de les retourner au stockage, il est souhaitable de les examiner afin d'établir s'ils peuvent être réutilisés.

2.3 Utilisation et maintenance

2.3.1 Manipulation

Il convient de manipuler les tuyaux et flexibles toujours avec précaution. Ne pas les traîner sur des surfaces tranchantes ou abrasives. Il y a lieu de ne pas les nouer ni les aplatir, par exemple par le passage de véhicules.

2.3.2 Pression

Il convient de ne pas soumettre les articles à des pressions, y compris les «coups de bélier», supérieures à la pression maximale de service prescrite.

2.3.3 Température

Il y a lieu de ne pas utiliser les articles à des températures dépassant la plage prescrite ou recommandée par le fabricant, qu'il s'agisse de la température du produit transporté ou de la température ambiante.

2.3.4 Produits transportés

Il convient de n'utiliser les tuyaux et flexibles que pour transporter les produits pour lesquels ils ont

été conçus. S'il y a un doute quant à leur aptitude, il y a lieu de consulter le fabricant. Lorsque les tuyaux et flexibles transportent des produits potentiellement dangereux, par exemple toxiques, corrosifs, explosifs, inflammables, il est souhaitable de prendre des précautions visant à réduire au minimum les effets du produit répandu suite à une fuite, et il est recommandé de ne pas les laisser pleins lorsqu'on ne les utilise pas.

2.3.5 Environnement

Il convient de ne pas utiliser les tuyaux et flexibles dans des environnements autres que ceux pour lesquels ils ont été conçus. S'il y a un doute quant à l'aptitude de l'environnement, ou si des conditions inhabituelles ou variables sont expérimentées, il y a lieu de consulter le fabricant.

2.3.6 Rayons de courbure

Il convient de ne pas utiliser les tuyaux et flexibles sous des rayons de courbure inférieurs au rayon minimal de courbure prescrit ou recommandé par le fabricant étant donné que cela peut restreindre le passage du produit transporté ou endommager le flexible. Il y a lieu d'éviter les courbures ou nœuds près des raccords étant donné qu'une courbure permanente dans la même zone peut fatiguer l'armature et conduire à des défaillances prématurées.

2.3.7 Contrainte de torsion

En général, les tuyaux et flexibles ne sont pas conçus pour fonctionner en torsion. L'installation devrait être telle que le mouvement rotatif des composants de la machine produise la courbure du tuyau et élimine toute torsion.

2.3.8 Résistance à la traction

Il convient de ne soumettre les tuyaux et flexibles à une résistance à la traction que s'ils ont été spécialement conçus pour cela. S'il y a un doute quant à leur aptitude, il y a lieu de consulter le fabricant.

2.3.9 Vibrations

Les vibrations constituent pour les tuyaux et flexibles une source de fatigue et d'échauffement, particulièrement au niveau des raccordements, ce qui peut conduire à des défaillances prématurées. Il y a lieu de s'assurer auprès du fabricant qu'un tuyau est bien conçu pour résister aux vibrations.

2.3.10 Montage des raccords

Avant de procéder au montage, il convient de s'assurer de la compatibilité du raccord, du tuyau et de

la méthode de montage. En cas de doute, il y a lieu de consulter les fabricants du tuyau et du raccord.

Les raccords ne devraient pas présenter d'arêtes tranchantes et les dimensions des embouts, des pièces extérieures de fixation, etc., devraient permettre d'assurer l'efficacité du raccordement lorsqu'ils sont correctement montés. Il est de règle de contrôler suivant les cas les pressions de montage ou les couples de serrage, étant donné que des valeurs insuffisantes ou excessives conduiraient à une défaillance prématurée du flexible.

Afin de faciliter la pénétration du raccord dans le tuyau, il est recommandé d'utiliser de l'eau ordinaire ou savonneuse. Il convient de ne pas utiliser de produits contenant de l'huile, de la graisse ou des solvants, à moins que le tuyau ne soit spécifiquement conçu pour leur transport. Il y a lieu de veiller à ne pas soumettre le tuyau à une contrainte en torsion lorsqu'on insère le raccord.

2.3.11 Étanchéité

Après avoir fixé les raccords, il est recommandé de soumettre le flexible à des essais hydrostatiques à la pression d'épreuve prescrite pour le tuyau, afin de s'assurer de l'efficacité du montage, c'est-à-dire l'absence de fuite et de glissement entre le raccord et le tuyau. En l'absence de réglementations légales ou d'autres normes, il est recommandé d'effectuer l'essai hydrostatique conformément à l'ISO 1402.

2.3.12 Propriétés électriques

Lorsqu'il existe des exigences s'appliquant aux propriétés du tuyau ou du flexible, il est recommandé de vérifier leur conformité suivant l'ISO 8031. Il convient de s'assurer que la conformité est permanente dans le temps en répétant les essais à intervalles réguliers.

2.3.13 Installations fixes

Il est de règle de maintenir les tuyaux et flexibles utilisés dans des installations fixes, dans la mesure du possible, par des fixations adéquates. Il convient de s'assurer que les mouvements normaux du tuyau sous pression/sous aspiration, par exemple dilatation, changement de longueur et torsion, ne sont pas gênés par le dispositif de serrage.

2.3.14 Parties mobiles

Lorsqu'on utilise le tuyau ou le flexible comme liaison entre les parties ou composants mobiles, il convient de s'assurer que la longueur est adéquate sans être excessive et que les mouvements du tuyau ne soumettent pas celui-ci à des charges par à coups, à des pincements, à l'abrasion, à une

courbure excessive ou à une contrainte de tension/de torsion.

2.3.15 Marquage/identification

Si un marquage additionnel est requis en plus de celui qui est prescrit dans la norme sur les tuyaux ou si l'on a besoin d'une identification plus complète, il est recommandé de l'effectuer en appliquant de l'adhésif portant le marquage requis. Il n'est pas recommandé d'effectuer le marquage directement sur le tuyau étant donné que la composition du revêtement externe du tuyau ne peut pas être compatible avec les solvants utilisés dans la fabrication des peintures et des encres.

2.3.16 Maintenance

Il convient de soumettre les tuyaux et flexibles, indépendamment de ceux pour lesquels il existe des réglementations, des normes ou des exigences contractuelles, à des essais/inspections périodiques afin de s'assurer qu'ils sont aptes à être utilisés de façon continue. Il y a lieu de faire particulièrement attention à l'état des raccordements et des zones adjacentes ainsi qu'à l'apparition de défauts indiquant la détérioration du tuyau due à un vieillissement normal ou à un endommagement attribuable

à des conditions de fonctionnement anormales, à un mauvais traitement ou à un accident lors de l'utilisation.

Les défauts suivants sont suffisants pour justifier le retrait en service du tuyau:

- perforations, coupures, déchirures, mise à nu de l'armature;
- craquelures dues à l'ozone;
- déformation localisée, cloques, gonflements sous pression;
- zones poisseuses ou ramollies.

Lorsque des dates de «limite d'utilisation» ou d'expiration sont incluses dans le marquage du tuyau, il est de règle de s'y conformer même si le tuyau ne présente pas de signe apparent de détérioration.

2.3.17 Réparation des tuyaux

Il n'est pas recommandé de réparer un tuyau à moins que le fabricant n'en parle spécifiquement. Si la réparation du tuyau est permise, il y a lieu de suivre scrupuleusement les instructions du fabricant.

ISO 8331:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5d0e2ddd-ff2-4b31-b2a3-73e0356fd818/iso-8331-1991>

Section 3: Recommandations additionnelles pour les applications spécifiques

NOTE 2 Les recommandations suivantes complètent les recommandations générales données dans la section 2.

3.1 Tuyau de soudage et d'oxycoupage

Les gaz utilisés pour ces applications sont l'oxygène, l'acétylène, les gaz de pétrole liquéfiés (GPL) et les gaz inertes non combustibles, par exemple l'argon, l'azote, etc. Le tube interne des tuyaux est composé de façon à éviter toute réaction avec le gaz particulier qu'ils transportent. Afin d'éviter toute confusion et de s'assurer que l'on utilise le tuyau convenable, les revêtements des tuyaux sont colorés comme suit:

bleu ou vert: pour l'oxygène

rouge: pour l'acétylène

orange: pour les GPL

noir: pour les gaz inertes non combustibles

Il convient de n'utiliser en aucun cas ces tuyaux à d'autres fins, ni pour transporter un gaz autre que celui pour lequel ils sont identifiés.

NOTE 3 Les tuyaux servant aux applications de soudage et d'oxycoupage prévus pour véhiculer le GPL, c'est-à-dire ceux dont le revêtement est orange, ne conviennent pas pour connecter les appareils électroménagers utilisant le propane/le butane.

3.2 Tuyau à vapeur

Sauf autre stipulation ou prescription, les tuyaux à vapeur sont conçus pour véhiculer de la vapeur saturée pour laquelle il y a une relation directe entre la température et la pression. Les tuyaux requis pour véhiculer de la vapeur surchauffée pour laquelle il n'y pas de relation directe entre la température et la pression, sont soumis à différentes contraintes, et il y a lieu de consulter le fabricant.

De plus lorsque le fonctionnement est discontinu, ou s'il y a des phases de refroidissement dans le cycle d'utilisation, le tuyau est soumis à un choc thermique qui peut provoquer le phénomène dit de «pop corning» et il convient d'examiner le tuyau à des intervalles relativement courts afin d'établir s'il est toujours apte à l'utilisation.

Eu égard aux conséquences graves d'une défaillance, par exemple brûlure par la vapeur, il est de règle de prendre les précautions adéquates pour protéger le personnel et réduire au minimum les effets d'éclatement du tuyau ou des flexibles.

3.3 Tuyaux pour le transport de produits et denrées alimentaires

Les tuyaux et flexibles utilisés pour cette application font généralement l'objet de réglementations légales en matière de santé. Par conséquent, les tuyaux sont fabriqués avec des mélanges composés de façon à éviter toute réaction avec les produits à transporter qui pourrait provoquer une contamination. Il convient donc de n'utiliser les tuyaux et flexibles que pour transporter le produit pour lequel ils sont conçus et il y a lieu de se conformer strictement à toute réglementation concernant les produits, les procédures et la fréquence de nettoyage.

3.4 Tuyaux pour le transport de produits abrasifs

Afin d'obtenir une durée d'utilisation maximale, il convient d'utiliser les tuyaux et flexibles servant au transport des produits abrasifs en position droite chaque fois que cela est possible. Lorsqu'on ne peut pas éviter les courbures, il y a lieu d'utiliser des rayons de courbure aussi grands que possible. Les installations conduisant à utiliser les tuyaux sous des rayons de courbure trop petits ou en partie enroulés provoqueront inévitablement une usure rapide et localisée du tube interne des tuyaux, due à la turbulence, ainsi qu'une défaillance prématurée.

Afin de réduire l'usure par abrasion au minimum, il est recommandé d'envisager les raccordements à l'aide de raccords extérieurs étant donné que l'absence d'embouts insérés dans le tuyau réduit la possibilité de turbulence.

Il est de règle de vérifier périodiquement la continuité électrique requise pour ce type de tuyau ou de flexible afin d'assurer la décharge effective de l'électricité statique générée par le frottement des particules contre la paroi de tuyau. Si l'électricité statique n'est pas déchargée, les tuyaux peuvent présenter des défaillances prématurément à cause de perforations dues à des flashes électriques.

3.5 Tuyaux pour le transport de produits corrosifs ou agressifs

Les produits agro-pharmaceutiques, les acides et certains produits chimiques sont appelés corrosifs ou agressifs et les tuyaux et flexibles sont conçus pour transporter un produit ou une série de produits particuliers. Si le produit à transporter n'est pas mentionné dans le domaine d'application de la norme ou d'autres documents techniques ou si les limites de concentration, de température ou de

pression ne se trouvent pas dans les limites précises, il y a lieu de consulter le fabricant de tuyaux.

Il est de règle de prendre soin d'éviter que les produits, particulièrement les solutions et émulsions, ne stagnent à l'intérieur du tuyau étant donné que la décantation qui en résulte peut conduire à des concentrations dépassant les limites admissibles susceptibles d'entraîner une détérioration du tube interne du tuyau. Afin d'éviter cela, il est recommandé de purger et de rincer le tuyau après utilisation dans la mesure du possible.

Eu égard aux conséquences graves des défaillances, il est de règle de prendre les précautions adéquates afin de limiter au minimum les effets d'éclatement du tuyau ou du flexible.

3.6 Tuyaux pour le transport de produits inflammables

Dans la plupart des pays, il existe des réglementations portant sur le stockage et le transport de produits inflammables, y compris les hydrocarbures liquides (essence, kérosène et carburant diesel) et les hydrocarbures liquéfiés (GPL). Lorsque les réglementations s'appliquent aux tuyaux utilisés pour les opérations de remplissage et de vidange, il a lieu de s'y conformer strictement.

Il est de règle de soumettre les tuyaux et flexibles à des examens réguliers afin de vérifier s'ils sont toujours aptes à l'utilisation, surtout pour ce qui est des propriétés électriques.

Lorsque le tuyau n'est pas utilisé, il est recommandé de le purger. Lorsqu'on utilise des tuyaux et flexibles pour transporter des hydrocarbures liquides, il est essentiel que le niveau de la teneur en hydrocarbures aromatiques soit dans les limites données dans la spécification du tuyau.

3.7 Tuyaux pour l'industrie automobile

Les tuyaux et flexibles utilisés sur les automobiles sont exposés et devraient être conçus pour résister ou être protégés des environnements hostiles tels que

- a) les conditions de leur emplacement, par exemple sous le capot, où ils peuvent entrer en contact avec des fuel-oils, des huiles de lubrification de l'acide d'accumulateurs, etc., à la chaleur du moteur ou être exposés à une atmosphère enrichie à l'ozone;
- b) les conditions dans lesquelles le véhicule doit fonctionner, telles que les extrêmes de température et d'humidité ou les projections de sable, de boue, de graviers, de neige, de glace, etc.;

- c) les mouvements entre les parties du véhicules auxquelles les tuyaux et flexibles sont connectés et les vibrations.

Dans les conditions données en a) et b) ci-dessus, il est recommandé de protéger les tuyaux et flexibles par des boucliers lorsque cela est possible.

Lorsque l'installation comporte des courbures importantes ou lorsque les points de fixation se trouvent sur différents plans, il convient d'envisager d'utiliser des tuyaux moulés (sur forme). Il est de règle que les tuyaux ne soient en aucun cas courbés sous un rayon inférieur à celui qui est prescrit dans la norme sur les tuyaux. Il y a lieu de s'assurer que la tension est réduite au minimum, que l'on évite toute torsion et qu'il y a un espace suffisant entre le tuyau et les composants voisins. Lorsque cet espace existe dans des conditions statiques, il y a lieu de s'assurer que les conditions de fonctionnement dynamique du véhicule ne soumettent pas les tuyaux à des vibrations ou à des mouvements qui peuvent les amener en contact avec les points chauds ou les frotter sur les parties voisines. Il est souhaitable de réduire la longueur du tuyau ou du flexible au minimum requis pour s'adapter à ces conditions et, lorsque cela est possible, de maintenir les tuyaux par un système de serrage approprié.

Il convient de tenir compte également des points particuliers suivants:

Les tuyaux pour liquide de refroidissement devraient être suffisamment souples pour garantir que le raccordement au radiateur n'est pas soumis à des contraintes excessives. Les tuyaux et flexibles de freinage devraient être d'une longueur suffisante pour qu'ils puissent fonctionner de façon satisfaisante sans contrainte excessive dans des conditions de fonctionnement extrêmes, en tenant compte

- de l'espacement par rapport aux autres composants, surtout aux limites du mouvement, comme le blocage complet de la roue;
- des mouvements par rapport aux points de fixation, en considérant les positions hautes et basses dues au rebord de la roue et au mouvement de rotation lors des changements de direction.

3.8 Tuyaux hydrauliques

3.8.1 Généralités

Les tuyaux et flexibles mentionnés dans le présent article sont ceux que l'on utilise dans les équipements de puissance hydraulique et pneumatique. Ils peuvent donc être soumis à des pressions sous impulsion, ou à des flexions, ou à une combinaison des deux. Ils sont généralement fournis à l'utilisateur final sous forme d'ensembles, c'est-à-dire