

1 Appareils d'appui

Révision janvier 2008

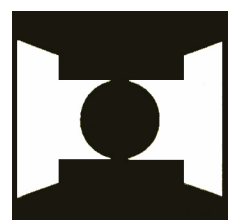


Table des matières

1. Partie 1: Elaboration de projet.....	7
1.1 Introduction	7
1.2 Champ d'application	7
1.3 Dispositions applicables (références normatives)	8
1.4 Terminologie et symboles.....	9
1.4.1 Appareils d'appui	9
1.4.2 Genres d'appareils d'appui.....	9
1.4.3 Catégories d'appareils d'appui	9
1.4.4 Types d'appareils d'appui.....	9
1.4.5 Structure d'appui.....	10
1.4.6 Système d'appui	10
1.4.7 Plan d'implantation des appareils d'appui	10
1.4.8 Plan d'appui	10
1.4.9 Symboles	10
1.4.10 Unités de longueur	10
1.4.11 Mouvements et directions des axes	10
1.4.12 Tableau synoptique des genres d'appareils d'appui	11
1.5 Conception	15
1.5.1 Fondements.....	15
1.5.2 Généralités	16
1.5.3 Exigences	16
1.5.4 Principes et remarques	16
1.5.5 Choix des appuis	17
1.6 Analyse des structures porteuses.....	17
1.6.1 Fondements.....	17
1.6.2 Mouvements causés par la température	17
1.6.3 Mouvements causés par la nature des matériaux	18
1.6.4 Autres composantes de mouvements	18
1.6.5 Remarques à propos des mouvements.....	18
1.6.6 Force de rappel, moments de rappel.....	19
1.7 Dimensionnement d'appareils d'appui	19
1.7.1 Délimitation des tâches	19
1.7.2 Remarques relatives aux situations de projet	20
1.7.3 Préréglage des appareils d'appui	20
1.7.4 Mouvements minimaux, augmentations de base.....	21
1.7.5 Zones d'appui	21
1.8 Exécution des appareils d'appui	24
1.8.1 Généralités	24
1.8.2 Jeu des appuis.....	24
1.8.3 Sûreté contre le desserrage d'éléments d'appareils d'appui.....	24
1.8.4 Marquage des appareils d'appui	24
1.8.5 Indicateurs de mouvement.....	25
1.8.6 Préparatifs pour le transport.....	25
1.9 Plan de la structure d'appui	25
1.10 Conformité.....	27

2. Partie 2: Éléments de glissement.....	28
2.1 Introduction	28
2.2 Champ d'application	28
2.3 Terminologie	28
2.3.1 Matériau composite CM	28
2.3.2 Guide	28
2.3.3 Surface en chrome dur.....	29
2.3.4 Lubrifiant.....	29
2.3.5 Plan de glissement.....	29
2.3.6 Polytétrafluoréthylène (PTFE).....	29
2.3.7 Surface de glissement.....	29
2.3.8 Plaque de glissement.....	29
2.3.9 Matériaux de glissement	29
2.4 Exigences fonctionnelles	29
2.5 Coefficient de frottement	30
3. Partie 3: Appareils d'appui en élastomère.....	31
3.1 Introduction	31
3.2 Champ d'application	31
3.3 Terminologie	31
3.3.1 Élastomère.....	31
3.3.2 Appareil d'appui en élastomère	31
3.3.3 Appareil d'appui en élastomère freiné.....	31
3.3.4 Appareil d'appui en élastomère non freiné	31
3.3.5 Appareil d'appui glissant en élastomère	32
3.3.6 Appareil d'appui en bande.....	32
3.3.7 Surface de glissement supérieure	32
3.4 Symboles	32
3.5 Exigences fonctionnelles	32
3.6 Forces et moments de rappel	32
3.7 Choix des appareils d'appui en élastomère	33
3.8 Exigences particulières.....	33
3.8.1 Tolérances dans les surfaces de contact	33
3.8.2 Marquage et étiquetage	34
3.9 Surveillance et inspection d'appareils d'appui en élastomère installés	34
4. Partie 4: Appareils d'appui à rouleau.....	35
5. Partie 5: Appareils d'appui à pot.....	36
5.1 Introduction	36
5.2 Champ d'application	36

5.3	Terminologie	36
5.3.1	Pot	37
5.3.2	Coussin en élastomère	37
5.3.3	Piston.....	37
5.3.4	Joint interne	37
5.3.5	Joint externe	37
5.3.6	Lubrifiant.....	37
5.3.7	Distance de glissement cumulée.....	37
5.4	Exigences fonctionnelles	37
5.5	Moment de rappel	38
5.6	Rotations	38
5.6.1	Limitation de la rotation	38
5.6.2	Rotation variable	38
5.7	Installation	38
5.8	Inspection en service.....	39
6.	Partie 6: Appareils d'appui à balancier	40
6.1	Introduction	40
6.2	Champ d'application	40
6.3	Terminologie	40
6.3.1	Appareil d'appui à balancier à contact linéaire	40
6.3.2	Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel	41
6.3.3	Balancier.....	41
6.3.4	Plaque balancier	41
6.3.5	Goujon de cisaillement.....	41
6.4	Exigences fonctionnelles	41
6.5	Moment de rappel	42
7.	Partie 7: Appareils d'appui sphériques et cylindriques	43
	comportant du PTFE	43
7.1	Introduction	43
7.2	Champ d'application	43
7.3	Terminologie	43
7.3.1	Appareil d'appui sphérique.....	43
7.3.2	Appareil d'appui cylindrique avec PTFE	44
7.3.3	Plaque support.....	44
7.3.4	Matériaux de glissement	44
7.3.5	Surface de glissement.....	44
7.3.6	Guide	44
7.3.7	Lubrifiant.....	44
7.3.8	Plan de glissement.....	44
7.3.9	Polytétrafluoréthylène (PTFE)	44
7.4	Exigences fonctionnelles	44
7.5	Moment de rappel	45

8. Partie 8: Appareils d'appui guidés et appareils d'appui bloqués.....	46
8.1 Introduction	46
8.2 Champ d'application	46
8.3 Terminologie	46
8.3.1 Appareil d'appui guidé.....	46
8.3.2 Plaque d'ancrage	47
8.3.3 Plaque d'appui	47
8.3.4 Plaque de frottement.....	47
8.3.5 Plaque de compensation.....	47
8.3.6 Élément de glissement.....	47
8.3.7 Élément de rotation	47
8.3.8 Appareil d'appui bloqué.....	47
8.4 Exigences fonctionnelles	48
9. Partie 9: Protection.....	49
9.1 Introduction	49
9.2 Champ d'application	49
9.3 Terminologie	49
9.3.1 Mesure de protection	49
9.3.2 Durée de vie.....	49
9.3.3 Traitement de surface	49
9.3.4 Préparation de surface.....	49
9.3.5 Revêtement.....	50
9.3.6 Métallisation au zinc.....	50
9.3.7 Épaisseur de couche.....	50
9.3.8 Bouche-pores.....	50
9.4 Exigences générales	51
9.4.1 Catégorie de corrosivité	51
9.4.2 Mesures préventives	51
9.4.3 Propositions de systèmes de traitement de surface	51
9.4.4 Corrosion électrolytique	52
9.4.5 Documentation.....	52
9.5 Mesures de protection contre les fientes d'oiseaux	52
10. Partie 10: Conservation.....	53
10.1 Introduction	53
10.2 Champ d'application	53
10.3 Terminologie	53

10.4	Inspection et maintenance	54
10.4.1	Objectifs	54
10.4.2	Rapport d'inspection	54
10.4.3	Contrôle d'éléments de glissement d'appareils d'appui comportant du PTFE	54
10.4.4	Contrôle d'appareils d'appui en élastomère et d'éléments en élastomère d'appareils d'appui combinés	55
10.4.5	Contrôles d'appareils d'appui à pot et d'éléments de pot d'appareils d'appui combinés	56
10.4.6	Contrôle d'appareils d'appui à balancier et d'éléments à balancier d'appareils d'appui combinés	56
10.4.7	Contrôle d'appareils d'appui sphériques et cylindriques	57
10.4.8	Contrôle d'appareils d'appui à rouleau	58
10.5	Réparation et remplacement	58
11.	Partie 11: Transport, entreposage intermédiaire et montage.....	60
11.1	Champ d'application	60
11.2	Exigences générales posées au transport et à l'entreposage intermédiaire.....	60
11.3	Contrôle après livraison	60
11.4	Mise en oeuvre	60
11.5	Mise en place des appareils d'appui	61
11.6	Contrôle du montage	61
11.7	Scellement des appareils d'appui	61
11.8	Lits de mortier non armé.....	62

Annexes

Annexe A:	Exemples photographiques de divers types d'appareils d'appui
Annexe B:	Liste des appareils d'appui de la «Vereinigung der Hersteller von Fahrbahn- übergängen und Lagern» (www.vhfl.de , Richtlinie 10)
Annexe C:	Exemple de rapport d'inspection concernant les appareils d'appui

1. PARTIE 1: ELABORATION DE PROJET

1.1 Introduction

Le chapitre «Appareils d'appui» des Directives relatives aux détails de construction de ponts s'adresse en première ligne aux spécialistes de l'élaboration de projets. Il contient des informations destinées aux responsables de projets, aux représentants de l'exploitation et de l'entretien, aux fabricants et aux fournisseurs. Ce chapitre vise les objectifs suivants:

- créer une base commune pour les maîtres d'ouvrage, les responsables de projets, les fabricants et les fournisseurs
- uniformiser et systématiser la documentation
- traiter les problèmes d'interface
- faire le lien avec la norme européenne EN 1337: «Appareils d'appui structuraux» et les normes SIA relatives aux structures porteuses.

Le présent chapitre a une structure très proche de celle de la norme EN 1337, élaborée par le Technical Committee TC 167: «Appareils d'appui structuraux». La période de coexistence pour la norme EN 1337 (à l'exception de la partie EN 1337-8: Appareils d'appui guidés et appareils d'appui bloqués) a expiré. La norme harmonisée a donc caractère obligatoire pour la Suisse. Seuls peuvent encore être montés des appareils d'appui dotés d'une désignation CE.

Le présent chapitre de la directive de l'OFROU doit permettre,

- d'élaborer des projets d'appareils d'appui
- de choisir les types d'appuis les plus appropriés
- de formuler d'une manière exhaustive les exigences liées à ces appareils d'appui.

Le chapitre 1 Appareils d'appui couvre l'emploi des principaux appareils d'appui utilisés en Suisse. Afin de faire face à des exigences et aux cas nécessitant des appareils d'appui spéciaux, il renferme des renvois à la norme EN 1337 et aux normes SIA relatives aux structures porteuses. Les modifications ou les exigences dépassant le cadre de la norme EN 1337 sont désignées spécialement (boxed values). Les abréviations sont expliquées dans la norme EN 1337.

1.2 Champ d'application

La directive s'applique aux appareils d'appui, indépendamment du fait qu'ils soient utilisés pour des ponts ou d'autres structures porteuses. Elle ne s'applique pas:

- aux appareils d'appui dont la fonction première est de transmettre des moments
- aux appareils d'appui transmettant des efforts de traction (constructions spéciales)
- aux articulations en béton par section rétrécie
- aux appareils d'appui spéciaux pour ponts mobiles (ponts levants)
- aux dispositifs de sécurité contre les tremblements de terre.

La norme EN 1337 ne comporte pas d'indications spécifiques sur les actions de tremblements de terre. En général, les appuis de ponts sont utilisés dans des zones de dangers faibles et moyens. Le comité technique TC 340: «Anti-seismic devices» élabore des normes axées sur les exigences découlant des actions de tremblements de terre. Le comité technique TC 250: «Eurocodes» a donc décidé, en collaboration avec le TC 340, de rédiger une annexe E1 à l'Eurocode 1990: «Bases de calcul des structures», laquelle décrit ces actions sur les ouvrages, et doit être considérée indé-

pendamment du matériau appliqué dans la structure porteuse. Le comité technique TC 167: «Appareils d'appui structuraux» est intégré dans les discussions ci-dessus.

La directive peut aussi être appliquée à des appuis temporaires (appuis mis en place durant la construction ou la mise en service d'ouvrages).

1.3 Dispositions applicables (références normatives)

La directive OFROU Appuis repose sur les normes suivantes:

- EN 1337-1: 2001 Appareils d'appui structuraux - Partie 1 : Indications générales
- EN 1337-2: 2004 Appareils d'appui structuraux - Partie 2: Eléments de glissement
- EN 1337-3: 2005 Appareils d'appui structuraux - Partie 3: Appareils d'appui en élastomère
- EN 1337-4: 2004 Appareils d'appui structuraux - Partie 4: Appareils d'appui à rouleau
- EN 1337-5: 2005 Appareils d'appui structuraux - Partie 5: Appareils d'appui à pot
- EN 1337-6: 2004 Appareils d'appui structuraux - Partie 6: Appareils d'appui à balancier
- EN 1337-7: 2004 Appareils d'appui structuraux - Partie 7: Appareils d'appui cylindriques et sphériques comportant du PTFE
- prEN 1337-8: 2002 Appareils d'appui structuraux - Partie 8: Appareils d'appui guidés et appareils d'appui bloqués
- EN 1337-9: 1998 Appareils d'appui structuraux - Partie 9: Protection
- EN 1337-10: 2003 Appareils d'appui structuraux - Partie 10: Surveillance
- EN 1337-11: 1998 Appareils d'appui structuraux - Partie 11: Transport, entreposage intermédiaire et montage

Dans les normes européennes, distinction est faite, suivant leur état d'avancement, entre les projets de prénormes prENV, les prénormes européennes ENV, les projets de normes européennes prEN et les normes européennes EN. A l'instar d'une pré-norme nationale, une pré-norme européenne est simplement une norme envisagée, qui provisoirement, en général pendant trois ans au plus, doit être appliquée à titre d'essai. Les normes européennes résultent d'une approbation et d'une acceptation pondérées par les comités techniques TC. Les membres du CEN ont un délai donné pour les intégrer dans les règles nationales.

- Norme SIA 260: 2003 Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses
- Norme SIA 261: 2003 Actions sur les structures porteuses
- Norme SIA 262: 2003 Construction en béton
- Norme SIA 263: 2003 Construction en acier
- Norme SIA 264: 2003 Construction mixte acier-béton

Les versions révisées des normes énumérés ci-dessus doivent être reprises par analogie dans l'application de la présente directive OFROU.

1.4 Terminologie et symboles

1.4.1 Appareils d'appui

Les appareils d'appui sont des éléments utilisés pour permettre des rotations entre deux parties d'une structure et transmettre des charges définies en fonction des exigences, ainsi que pour éviter des déplacements (appuis fixes), ou en permettre, soit dans une direction (appuis guidés), soit dans toutes les directions d'un plan (appuis libres).

1.4.2 Genres d'appareils d'appui

La norme EN 1337 distingue les genres d'appuis suivants:

- | | |
|--|--------------------------------|
| – N° 1: appareils d'appui en élastomère | spécifications dans EN-1337-3 |
| – N° 2: appareils d'appui à pot | spécifications dans EN-1337-5 |
| – N° 3: appareils d'appui sphériques | spécifications dans EN-1337-7 |
| – N° 4: appareils d'appui à balancier
à contact ponctuel en acier | spécifications dans EN-1337-6 |
| – N° 5: appareils d'appui à balancier
à contact linéaire en acier | spécifications dans EN-1337-6 |
| – N° 6: appareils d'appui à rouleau | spécifications dans EN-1337-4 |
| – N° 7: appareils d'appui cylindriques | spécifications dans EN-1337-7 |
| – N° 8: appareils d'appuis bloqués et guidés | spécifications dans EN-1337-8. |

Pour des raisons pratiques, le tableau 1 n'indique que les genres d'appuis les plus utilisés en Suisse, à savoir: appareils d'appui en élastomère (n° 1), appareils d'appui à pot (n° 2), appareils d'appui à balancier à contact ponctuel en acier (n° 4), appareils d'appui à balancier à contact linéaire en acier (n° 5) et appareils d'appuis bloqués et guidés (n° 8). Les autres genres d'appuis traités dans la norme EN 1337 ne sont plus en usage en Suisse ou ont une importance secondaire et sont réunis au tableau 2.

1.4.3 Catégories d'appareils d'appui

La norme EN 1337 distingue les catégories d'appuis suivants:

- Catégorie 1: appareils d'appui à rotation complète
- Catégorie 2: appareils d'appui à rotation unique
- Catégorie 3: appareils d'appui sphériques et cylindriques, où les forces horizontales sont supportées par la surface de glissement courbe
- Catégorie 4: tous les autres appareils d'appui.

1.4.4 Types d'appareils d'appui

La désignation «types d'appareils d'appui» se rapporte à la fonction:

- appareils d'appui fixes
- appareils d'appui mobiles sur un ou deux axes
- appareils d'appui pour efforts horizontaux (appuis fixes) et appuis guidés.

1.4.5 Structure d'appui

La structure de l'appui inclut toutes les dispositions techniques, y compris l'appareil d'appui, qui servent à transmettre les forces à un point d'appui d'un élément de construction et à permettre des mouvements (translations et rotations).

1.4.6 Système d'appui

Le système d'appui d'une structure est la combinaison des appareils d'appui dont les interactions assurent les mouvements et la transmission des forces.

1.4.7 Plan d'implantation des appareils d'appui

Le plan d'implantation des appareils d'appui se compose de plusieurs documents complétés au fur et à mesure de l'avancement du projet, et qui doivent être obligatoirement disponibles pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage.

1.4.8 Plan d'appui

Par plan d'appui, on entend le plan de construction d'un appareil d'appui.

1.4.9 Symboles

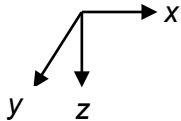
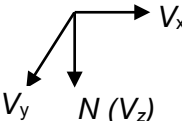
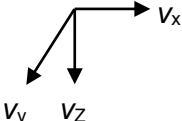
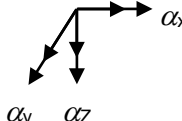
Les symboles sont énumérés et décrits de manière exhaustive au chapitre 3.2 de la norme EN 1337-1. Les tableaux 1 et 2 en présentent un extrait.

1.4.10 Unités de longueur

Les longueurs sont indiquées en mm.

1.4.11 Mouvements et directions des axes

Les mouvements englobent les translations et les rotations. Dans l'application pratique aux ponts, x est la direction principale du mouvement (système d'axes local). La rotation α_x s'effectue autour de l'axe x . La direction des forces découlant des charges (gravitation) est définie comme étant l'axe z . Le soulèvement d'éléments de la structure est représenté par une force négative.

Axes	Forces	Translations	Rotations
			

1.4.12 Tableau synoptique des genres d'appareils d'appui

Tableau 1: Appareils d'appui les plus utilisés dans la construction en Suisse

N°	Genre d'appui (selon EN 1337)	Symbole dans le plan de l'appui	Translation		Rotation	
			V_x	V_y	α_x	α_y
1.1	Appareil d'appui en élastomère		déformation	déformation	déformation	déformation
1.2	Appareil d'appui en élastomère avec blocage selon un axe		déformation	aucun	déformation	déformation
1.3	Appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement sur un axe et blocage selon l'autre axe		glissement et déformation	aucun	déformation	déformation
1.4	Appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement sur deux axes		glissement et déformation	glissement et déformation	déformation	déformation
1.5	Appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement sur un axe		glissement et déformation	déformation	déformation	déformation
2.1	Appareil d'appui à pot		aucun	aucun	déformation	déformation
2.2	Appareil d'appui à pot avec élément de glissement sur un axe		glissement	aucun	déformation	déformation
2.3	Appareil d'appui à pot avec élément de glissement sur deux axes		glissement	glissement	déformation	déformation
4.1	Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier		aucun	aucun	roulement	roulement
4.2	Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement sur un axe		glissement	aucun	roulement	roulement
4.3	Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement sur deux axes		glissement	glissement	roulement	roulement
5.1	Appareil d'appui à balancier à contact linéaire		aucun	aucun	aucun	roulement
5.2	Appareil d'appui à balancier à contact linéaire avec élément de glissement sur un axe		glissement	aucun	aucun	roulement
5.3	Appareil d'appui à balancier à contact linéaire avec élément de glissement sur deux axes		glissement	glissement	aucun	roulement
8.1	Appareil d'appui bloqué ou appui pour efforts horizontaux bloqué sur deux axes (appui à goujon)		aucun	aucun	glissement	glissement
8.2	Appareil d'appui guidé avec blocage selon un seul axe		glissement	aucun	glissement	glissement

Figure 1: Appareil d'appui en élastomère EL
(n° 1.1 selon tableau 1)

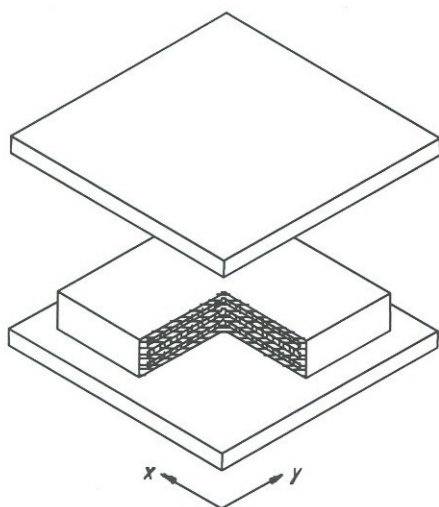


Figure 2: Appareil d'appui en élastomère
avec blocage selon un axe
(n° 1.2 selon tableau 1)

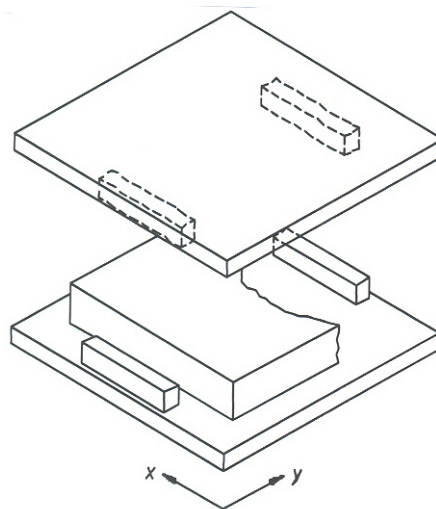


Figure 3: Appareil d'appui en élastomère avec
élément de glissement sur un axe
et blocage selon l'autre axe
(n° 1.3 selon tableau 1)

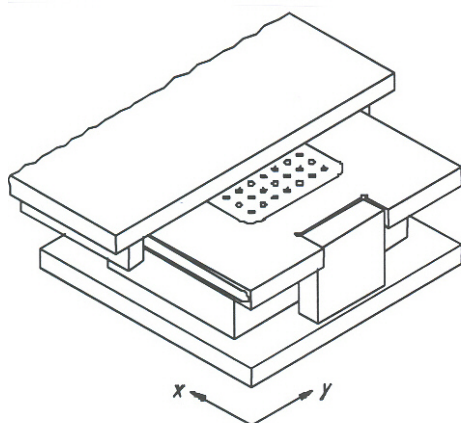


Figure 4: Appareil d'appui en élastomère avec
élément de glissement sur 2 axes
(n° 1.4 selon tableau 1)

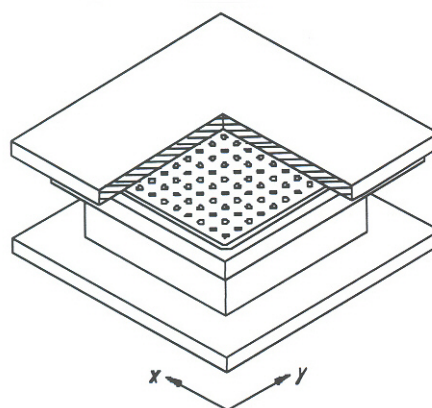


Figure 5: Appareil d'appui en élastomère avec
élément de glissement sur un axe
(n° 1.5 selon tableau 1)

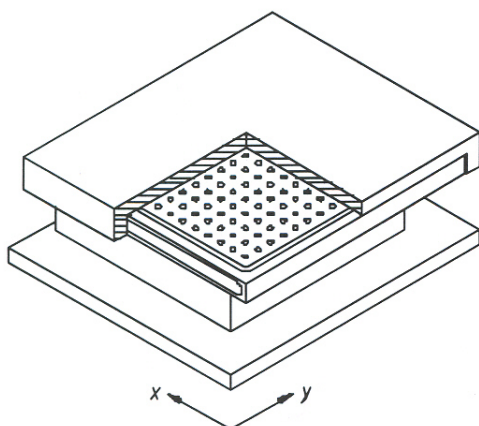


Figure 6: Appareil d'appui à pot
(n° 2.1 selon tableau 1)

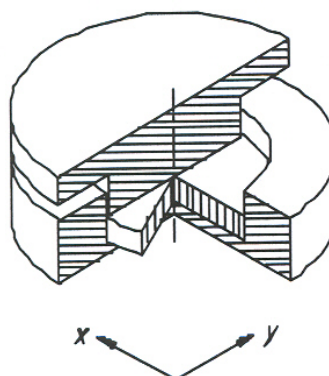


Figure 7: Appareil d'appui à pot avec élément de glissement sur un axe (n° 2.2 selon tableau 1)

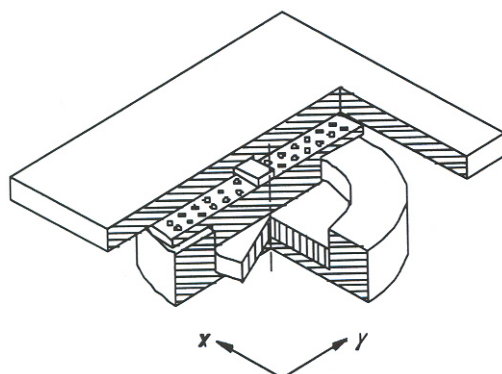


Figure 8: Appareil d'appui à pot avec élément de glissement sur 2 axes (n° 2.3 selon tableau 1)

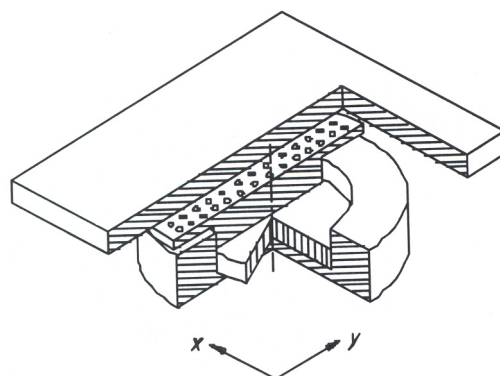


Figure 9: Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier (n° 4.1 selon tableau 1)

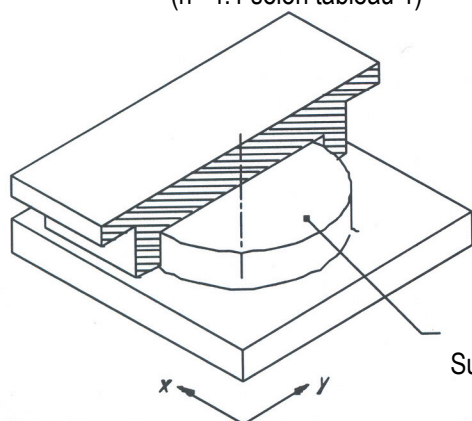


Figure 10: Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement sur un axe (n° 4.2 selon tableau 1)

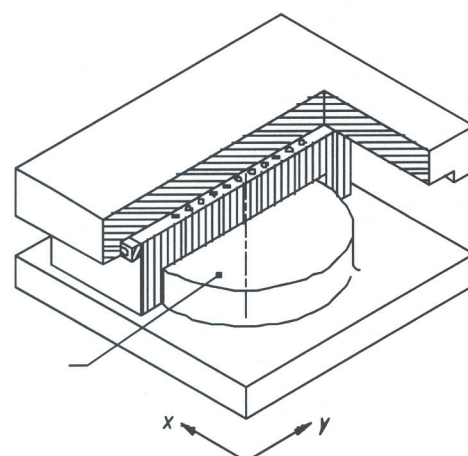


Figure 11: Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement sur 2 axes (n° 4.3 selon tableau 1)

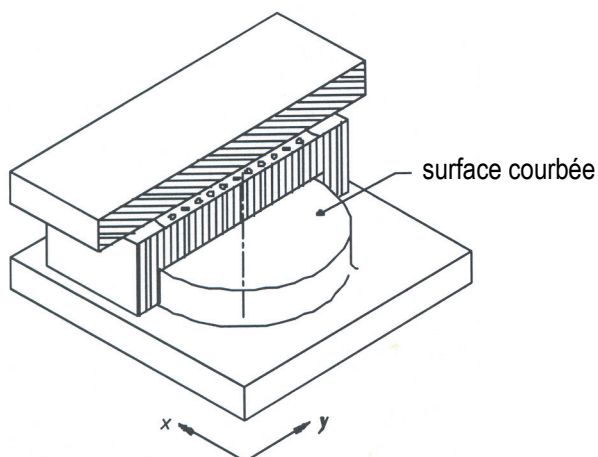


Figure 12: Appareil d'appui à balancier à contact linéaire (n° 5.1 selon tableau 1)

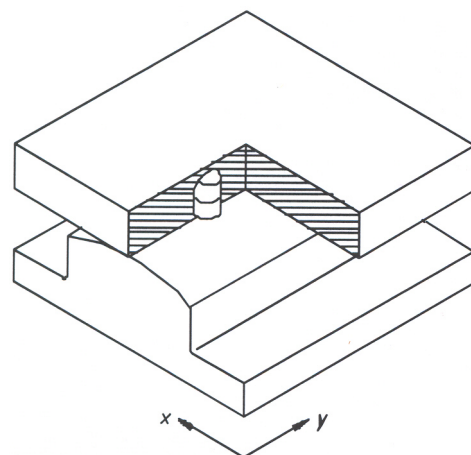


Figure 13: Appareil d'appui à balancier à contact linéaire avec élément de glissement sur un axe (n° 5.2 selon tableau 1)

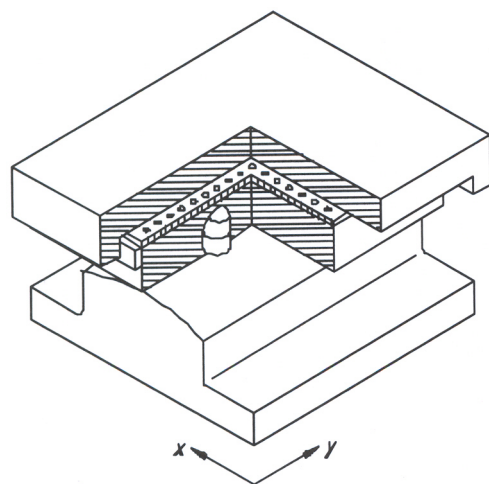


Figure 14: Appareil d'appui à balancier à contact linéaire avec élément de glissement sur 2 axes (n° 5.3 selon tableau 1)

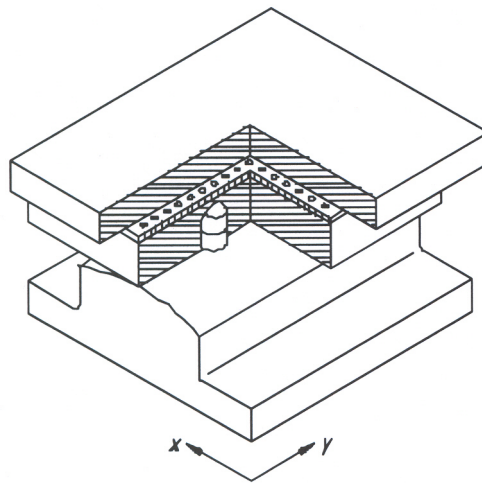


Figure 15: Appareil d'appui pour efforts horizontaux (n° 8.1 selon tableau 1)

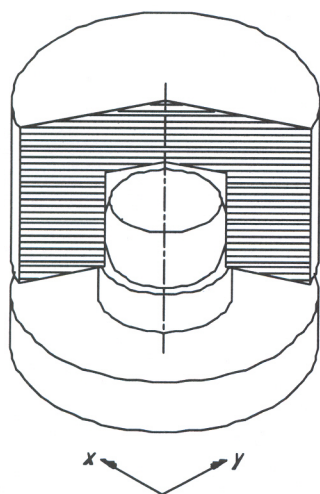


Figure 16: Appareil d'appui bloqué (n° 8.2 selon tableau 1)

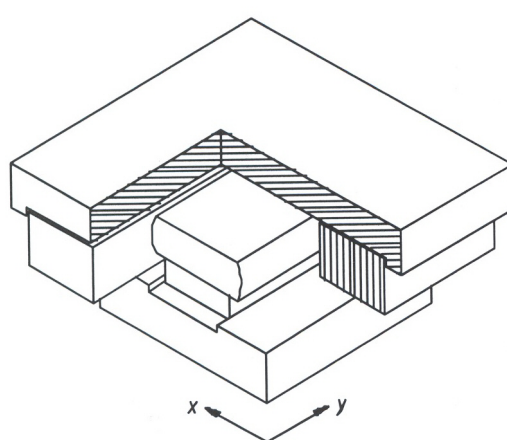


Tableau 2: Appareils d'appui de seconde importance en Suisse

N°	Genre d'appui (selon EN 1337)	Symbole dans le plan de l'appui	Translation		Rotation	
			V_x	V_y	α_x	α_y
1.7	Appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement sur un axe et blocage selon deux axes		glissement	aucun	déformation	déformation
1.8	Appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement sur deux axes et blocage selon deux axes		glissement	glissement	déformation	déformation
3.1	Appareil d'appui sphérique avec blocage après la partie en rotation		aucun	aucun	glissement	glissement
3.2	Appareil d'appui sphérique avec blocage sur partie en rotation		aucun	aucun	glissement	glissement
3.3	Appareil d'appui sphérique avec élément de glissement sur un axe (guidage extérieur)		glissement	aucun	glissement	glissement
3.4	Appareil d'appui sphérique avec élément de glissement sur un axe (guidage intérieur)		glissement	aucun	glissement	glissement
3.5	Appareil d'appui sphérique avec élément de glissement sur deux axes		glissement	glissement	glissement	glissement
6.1	Appareil d'appui à rouleau simple		roulement	aucun	aucun	glissement
6.2	Appareil d'appui à rouleau simple avec élément de glissement pour l'autre direction		roulement	glissement	aucun	roulement
7.1	Appareil d'appui cylindrique fixe		aucun	aucun	aucun	glissement
7.2	Appareil d'appui cylindrique avec élément de glissement pour la direction transversale		aucun	glissement	aucun	glissement
7.3	Appareil d'appui cylindrique avec élément de glissement pour la direction longitudinale		glissement	aucun	aucun	glissement
7.4	Appareil d'appui cylindrique mobile dans toutes les directions		glissement	glissement	aucun	glissement

1.5 Conception

1.5.1 Fondements

La conception de la structure d'appui, du système d'appuis et le choix du genre d'appui se font au moment de la conception des structures porteuses et sont consignés dans la base du projet (éventuellement d'entente avec le maître de l'ouvrage).

1.5.2 Généralités

La structure d'appui (1.4.5), le système d'appui (1.4.6) et les appareils d'appui (1.4.1) doivent être conçus de telle sorte que les appareils d'appui ou leurs composants puissent être facilement observés, inspectés, entretenus et, le cas échéant, réparés ou remplacés. Cela permet de garantir une structure d'appui opérationnelle pendant toute la durée d'utilisation du pont.

1.5.3 Exigences

Les appareils d'appui doivent répondre en particulier aux exigences suivantes:

- fonctionnalité (capacités de mouvement, élasticité) sous des charges maximales et permanentes
- durabilité dans les conditions d'exploitation et sous les actions extérieures
- conditions de conservation et de remplacement.

1.5.4 Principes et remarques

Les principes ci-après doivent être observés au stade de la conception:

- Le choix des appareils d'appui doit être adapté au système statique du pont et aux conditions du terrain.
- On disposera aussi peu d'appareils d'appui possible.
- On utilisera des appareils d'appui aussi simples que possible dans l'ordre des priorités suivantes:
 - pas d'appareil d'appui (liaisons monolithiques)
 - appareils d'appui simples en élastomère sans blocages
 - appareils d'appui fixes
 - appareils d'appui mobiles sur deux axes
 - appareils d'appui mobiles sur un axe.
- Si plusieurs genres d'appuis différents sont combinés, il faut tenir compte de leurs comportements différents aux déformations. Sur une ligne d'appui, il ne faudrait utiliser que des appareils de même genre, constitués des mêmes matériaux.
- La disposition des appareils d'appui doit se faire de manière à ce qu'il en résulte un système libre de contraintes ou en présentant très peu.
- Pour éviter des efforts horizontaux permanents, les appareils d'appui doivent généralement être montés horizontalement.
- La flèche de la superstructure du pont occasionne une rotation α_y des appuis, ce qui entraîne un déport vertical dans les joints de chaussée.
- Dans le cas d'appareils d'appui posés horizontalement, il se produit sur les ponts présentant une pente longitudinale du fait du déplacement v_x , un déport vertical dans le joint de chaussée. Ce déport doit être pris en compte dans la planification du joint de chaussée. Le cas échéant, il peut être judicieux de monter, dans la zone concernée (culée), les appuis dans la pente. Les efforts horizontaux qui en résultent doivent être pris en considération.
- La direction du mouvement des appareils d'appui et le fonctionnement des joints de chaussée doivent être coordonnés l'un avec l'autre. Cela vaut en particulier pour les structures avec disposition polaire (figure 18) et/ou pour les joints de chaussée montés en oblique.
- En présence de grands efforts horizontaux (supérieurs à 15 % env. des efforts verticaux correspondants), il est avantageux de disposer séparément les appareils d'appui pour les efforts horizontaux ou les appareils d'appui guidés.
- Les appareils d'appui à traction et traction/compression sont à éviter parce que leur fonctionnement est complexe.

1.5.5 Choix des appuis

Dans le choix des appuis, on tiendra compte:

- des actions et des conséquences selon les normes SIA 261 et 261/1
- des aspects relevant de la technique de construction
 - mode de construction du pont (béton, acier, construction mixte, préfabrication)
 - états de la construction (méthode de construction, méthode de montage, programme de construction)
 - système d'appui (appui flottant, appui fixe)
 - place disponible dans la zone de l'appui
 - facilité d'entretien / absence de maintenance
 - possibilité de réglage en direction verticale et éventuellement horizontale (en particulier en cas de terrain difficile et d'une structure d'appui statiquement indéterminée)
- Conservation
 - surveillance, inspection
 - entretien (nettoyage)
 - réparation (renouvellement de la protection de surface, interchangeabilité des appareils d'appui ou des pièces d'usure ou de celles qui sont sujettes au vieillissement, remplacement).

1.6 Analyse des structures porteuses

1.6.1 Fondements

L'analyse des structures porteuses est fondée sur la base du projet et les exigences en matière de sécurité structurale, d'aptitude au service et de durabilité.

1.6.2 Mouvements causés par la température

- La détermination des valeurs de dimensionnement pour les mouvements des appareils d'appui et des joints de chaussée causés par la température repose sur le chiffre 7.2 de la norme SIA 261. Le tableau 3 de la présente directive renferme les valeurs caractéristiques de la variation uniforme de température ΔT_{1k} et les valeurs augmentées de 50% pour la vérification de l'aptitude au service conformément au chiffre 7.2.6 de la norme.
- Les valeurs augmentées de 50% tiennent compte du fait que les variations de température ΔT_{1k} indiquées dans la norme sont parfois dépassées. Les valeurs augmentées ont été confirmées par le travail de recherche «*Effets de la température dans le dimensionnement des ponts*» (EPFL, J.-P. Lebet, S. Utz, janvier 2005).

Tableau 3: Valeurs caractéristiques de la variation uniforme de température pour vérification d'appareils d'appui et de joints de chaussée

Type de construction	ΔT_{1k}	Correction 50 %	Vérification
Béton armé, béton précontraint	$\pm 20^\circ \text{ C}$	$\pm 10^\circ \text{ C}$	$\pm 30^\circ \text{ C}$
Acier	$\pm 30^\circ \text{ C}$	$\pm 15^\circ \text{ C}$	$\pm 45^\circ \text{ C}$
Mixte acier-béton	$\pm 25^\circ \text{ C}$	$\pm 12.5^\circ \text{ C}$	$\pm 37.5^\circ \text{ C}$

- La variation uniforme de température ΔT_{1k} se rapporte à la moyenne annuelle de la température locale, à savoir 10°C en général sur le Plateau Suisse. On trouvera des indications plus différenciées au chiffre 9 de la norme SIA 261/1.
- On tiendra compte des écarts de la température par rapport à la moyenne annuelle de la température locale au moment du montage.
- Selon la norme SIA 262, chiffre 3.1.2.4.1, le coefficient de dilatation thermique α_T du béton peut varier entre env. $6 \cdot 10^{-6}$ et $15 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- En général, la valeur recommandée pour l'analyse des structures porteuses, $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, peut aussi être appliquée aux mouvements des appuis et des joints de chaussée. Dans des cas particuliers, on déterminera α_T par expérimentation.

1.6.3 Mouvements causés par la nature des matériaux

La détermination des valeurs de dimensionnement des mouvements (p.ex. retrait, fluage, raccourcissement élastique) doit se faire sur la base d'hypothèses prudentes (p.ex. retrait spécifique ε_{cs} , coefficient de fluage $\varphi(t, t_0)$) selon la norme SIA 262.

1.6.4 Autres composantes de mouvements

L'incidence des charges du trafic routier doit également être prise en considération.

1.6.5 Remarques à propos des mouvements

- Les appareils d'appui sont sensibles aux dépassements des mouvements. Il faut s'assurer qu'ils ne deviennent pas instables ou ne se comportent pas comme prévu. C'est pourquoi, s'agissant des mouvements, il faut, lors de la vérification de l'aptitude au service, mettre en évidence l'action prépondérante avec la valeur de dimensionnement pour la vérification de la sécurité structurale (facteurs de charge γ_F pour la vérification de la sécurité structurale, chiffre 1.7.2 de la présente directive). Cela permet de couvrir même des écarts considérés de manière imprécise par rapport à la moyenne annuelle de la température locale et des écarts par rapport au coefficient de dilatation thermique $\alpha_T = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- Les modifications du point fixe pendant la réalisation de la structure doivent être prises en compte dans la détermination des mouvements des appareils d'appui.
- Les éventuels mouvements de l'infrastructure et leurs conséquences sur les mouvements des appareils d'appui doivent être pris en considération.
- Rétrécissement élastique, fluage et retrait sont des propriétés spécifiques aux matériaux de construction et doivent donc être considérés simultanément comme actions prépondérantes et actions concomitantes.
- Dans le cas d'une structure d'appui flottante de la superstructure, les déplacements sont influencés par des forces de frottement diverses des appuis et des forces de rappel des piles de part et d'autre du point neutre du mouvement. La position de ce dernier n'est donc pas connue avec certitude. Pour cette raison, les mouvements des appuis doivent être déterminés dans chaque cas de figure à l'aide des positions limites du point neutre.
- Si aucune étude plus poussée n'est requise, on peut, lors de la détermination des positions limites du point neutre et donc des mouvements des appuis et des joints de chaussée, suite à la dispersion des coefficients de frottement des appuis, procéder de la manière suivante:

$$\begin{aligned}\mu_a &= 0.5 \mu_{\max} (1 + \alpha_n) \\ \mu_r &= 0.5 \mu_{\max} (1 - \alpha_n).\end{aligned}$$

avec:

- μ_a coefficient de frottement le plus défavorable (action défavorable)
- μ_r coefficient de frottement le plus favorable (action favorable)
- μ_{max} coefficient de frottement maximale correspondant aux indications d'autres parties de la norme européenne (voir chapitre 2.5 de la directive)
- α_n facteur, dépendant du genre et du nombre d'appuis à prendre en considération. Les valeurs de α_n peuvent être tirées du tableau 4.

Tableau 4: facteur α_n

Nombre d'appareils d'appui n	Facteur α_n
≤ 4	1
$4 < n < 10$	$\frac{16 - n}{12}$
≥ 10	0,5

Remarque: le chiffre 1.6.5 se rapporte à des mouvements d'appuis. Lors de la vérification de la sécurité structurale de la structure porteuse pour l'état limite de type 2 (p.ex. piles avec appuis fixes), il faut cependant, négliger les efforts de frottement favorables conformément à la norme SIA 261/1, chiffre 12.1.5, et multiplier par $\gamma_Q = 1,5$ les efforts défavorables comme actions variables selon SIA 260, chiffre 4.4.3.3.

1.6.6 Force de rappel, moments de rappel

Suivant le genre d'appareil d'appui et les forces qui s'y appliquent, il se produit sous l'effet des déplacements v et des rotations α diverses forces de rappel et divers moments de rappel. Cela s'exprime par un déplacement (excentricité) ou une inclinaison de la force d'appui R_d à transmettre.

En principe, ces effets secondaires, généralement mineurs, doivent être pris en compte, en particulier lors de la vérification des zones porteuses adjacentes. Les fabricants d'appareils d'appui doivent déterminer et indiquer les données correspondant aux positions limites des différents genres d'appareils d'appui (appuis en élastomère, voir chap. 3.7, appuis à pot, voir chap. 5.6.)

1.7 Dimensionnement d'appareils d'appui

1.7.1 Délimitation des tâches

Le responsable du projet fixe la structure d'appui, le système d'appui et le type d'appareil d'appui. Il fournit les valeurs de dimensionnement (forces, mouvements) des situations déterminantes pour les vérifications des états de fonctionnement et de la sécurité structurale des appuis. Pour simplifier la collaboration entre le responsable du projet et le fabricant d'appareils d'appui, et éviter des problèmes d'interface, il est recommandé d'utiliser la liste des appareils d'appui selon annexe C. Cette liste doit être entièrement complétée par le responsable du projet.

Le responsable du projet fournit les vérifications de la transmission des forces dans les structures porteuses adjacentes.

Le fabricant des appareils d'appui les dimensionne et fournit les vérifications de leur état de fonctionnement et de leur sécurité structurale sur la base des situations déterminantes calculées par le responsable du projet.

1.7.2 Remarques relatives aux situations de projet

- En principe, les vérifications correspondant aux états limites de la sécurité structurale et du fonctionnement doivent être fournies pour toutes les situations de projet déterminantes. Il y a lieu d'y intégrer aussi bien les mouvements des appareils d'appui que les forces qui s'y appliquent.
- S'agissant de la capacité de mouvement des appareils d'appui, seule doit être fournie la vérification de leur aptitude. En vertu du chiffre 1.6.5 de la présente directive, l'action prépondérante doit être multipliée par le facteur de charge γ_F (resp. γ_Q) pour la vérification de la sécurité structurale. Les coefficients ψ fixés en vertu de la norme SIA 260, annexe B, s'appliquent à l'analyse des structures porteuses. S'agissant des mouvements des appareils d'appui, on applique pour simplifier $\psi = 1,0$ (température, comportement des matériaux) et $\psi = 0,75$ (autres actions).
- Exemples de situations de projet, déplacements v_d max./min.:

action prépondérante : température

- déplacements v_d suite à $\gamma_Q \cdot (\Delta T_{1k} + 50 \% \cdot \Delta T_{1k})$ avec $\gamma_Q = 1,5$
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ action comportement matériaux ($\psi = 1,0$)
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ forces de frottement appuis ($\psi = 0,75$)
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ charge trafic routier LM 1 ($\psi = 0,75$) ou
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ forces démarrage/freinage QA_k / QB_k ($\psi = 0,75$)
- éventuellement autres

action prépondérante : comportement matériaux (rétrécissement élastique, fluage, retrait)

- déplacements v_d suite à $\gamma_Q \cdot$ comportement matériaux avec $\gamma_Q = 1,35$
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot (\Delta T_{1k} + 50 \% \cdot \Delta T_{1k})$ ($\psi = 1,0$)
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ forces de frottement appuis ($\psi = 0,75$)
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ charge trafic routier LM 1 ($\psi = 0,75$) ou
- déplacements v_d suite à $\psi \cdot$ forces démarrage/freinage QA_k / QB_k ($\psi = 0,75$)
- éventuellement autres

Si des parts de déplacements agissent de façon favorable, on applique $\psi = 0$, sinon, ils doivent être additionnés.

- Situation de projet forces max./min. sur les appareils d'appui

Selon norme SIA 260, chiffres 4.4.3 et 4.4.4.

1.7.3 Préréglage des appareils d'appui

- Les écarts de la température au moment de la mise en place par rapport à la température moyenne annuelle de l'endroit ainsi que les mouvements partiels achevés dus au retrait et au fluage peuvent être compensés par des préréglages des appareils d'appui.
- En règle générale, il faudrait éviter des préréglages en raison de leur possible application erronée (calcul, exécution, température effective au montage) et de leur intérêt économique mineur.

- Si des préréglages sont effectués (p.ex. sur de longs ponts), ceux-ci doivent être effectués en principe dans les ateliers du fabricant. Les réglages de finition sur le chantier ne peuvent être effectués que par le fabricant d'appuis ou sous sa surveillance.
- *L'ampleur du préréglage doit être déterminée par le responsable du projet ou vérifiée par ses soins.*

1.7.4 Mouvements minimaux, augmentations de base

- Pour le calcul statique des appareils d'appui (sécurité structurale), la rotation résultante ne doit pas être inférieure à un arc de $\pm 0,003$, et le déplacement résultant doit être au moins de ± 20 mm, resp. ± 10 mm pour les appuis en élastomère. Si un appareil d'appui ne peut faire de rotation autour d'un axe, on admet alors une excentricité de $\ell/10$ perpendiculairement à cet axe, ℓ étant la longueur totale de l'appui perpendiculairement à cet axe. Ces hypothèses doivent être prises en compte par le fabricant d'appareils d'appui.
- Dans la mesure où aucune autre partie de la norme EN 1337 ou les Eurocodes correspondant ne comportent pas d'exigences plus sévères, les fabricants d'appareils d'appui augmentent les valeurs de dimensionnement des mouvements, préétablies par le responsable du projet, de ce qu'on appelle des augmentations de base. Ce sont des réserves de capacité de mouvement qui couvrent les tolérances de fabrication et de montage. Ces augmentations de base ne s'appliquent pas aux calculs des contraintes sur les appuis ni aux appuis en élastomère, parce que les tolérances de construction et de montage ne sont quasiment pas déterminantes pour ceux-ci.
 - *Augmentation de base pour la rotation*
 $\pm 0,005$ d'arc ou $\pm 1/r$ d'arc, la valeur déterminante étant la plus élevée des deux (r est exprimé en millimètres)
 - *Augmentation de base pour le déplacement*
 ± 20 mm dans les deux directions du mouvement avec une valeur minimale du mouvement total de ± 50 mm dans la direction principale du mouvement et ± 20 mm dans la direction transversale si l'appui n'a pas de butée.

1.7.5 Zones d'appui

La vérification de la sécurité structurale des zones d'appui incombe au responsable du projet.

En principe, la vérification des contraintes locales exercées sur le béton aux emplacements des appuis et des vérins (lors du changement d'un appareil d'appui) ainsi que de la transmission des forces verticales et horizontales doit se faire selon la norme SIA 262: 2003.

On admet généralement que la transmission de la charge de l'appareil d'appui à l'appui, resp. de l'appareil d'appui à la structure du pont se fait selon un angle de 45°.

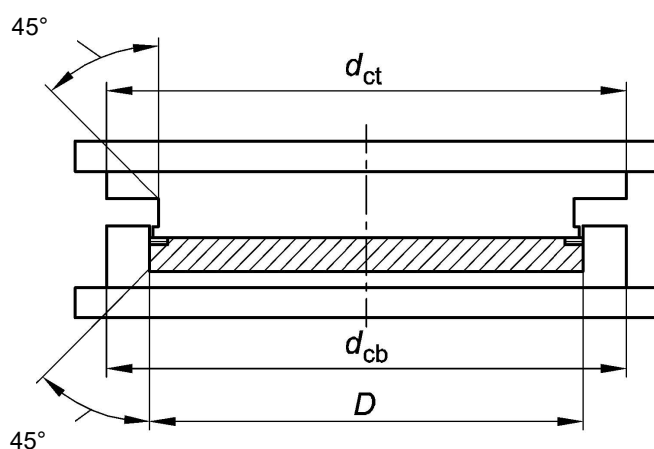


Figure 17: Diffusion de l'effort

On soignera tout particulièrement la disposition des armatures dans les zones d'introduction des forces (forces d'éclatement). Pour éviter des éclatements, il y a généralement lieu de prévoir une distance au bord de l'appui supérieure à ≥ 100 mm. Il est particulièrement indispensable de disposer une armature finement répartie près de la surface lorsque la bande de béton non chargée est de faible largeur.

Lors d'utilisation d'appuis fixes ou mobiles dans une direction, la transmission des forces horizontales s'effectue entre les plaques supérieures et inférieures des appareils d'appui et les parties adjacentes de l'ouvrage. Différentes mesures sont possibles pour assurer la transmission des efforts, suivant le rapport qu'il y a entre les forces agissant verticalement et horizontalement. Lorsque ces dernières sont relativement grandes, on utilisera généralement des appuis spéciaux pour efforts horizontaux en combinaison avec des appuis mobiles dans deux directions pour les réactions verticales. Dans les autres cas, les forces horizontales sont transmises par le frottement entre l'acier et le béton (ou entre l'acier et l'acier) ou par le frottement à des connecteurs (goujons, butées, ancrages).

Lorsque la position d'un appui ou d'une partie d'un appui est assurée totalement ou partiellement par frottement, la résistance au glissement doit être vérifiée comme il suit pour l'état limite de la sécurité structurale:

$$Q_{hd} \leq Q_{Rd}$$

avec:

Q_{hd} valeur de dimensionnement de la force horizontale

Q_{Rd} valeur de dimensionnement de la résistance à la force horizontale avec
 $Q_{Rd} = Q_{Rd} + Q_{P_{Rd}}$

Q_{Rd} valeur de dimensionnement de la force de frottement

$Q_{P_{Rd}}$ valeur de dimensionnement du connecteur (goujon, butée, ancrage).

$$Q_{Rd} = \frac{\mu_k}{\gamma_\mu} \cdot N_d + QP_{Rd}$$

avec

N_d plus petite valeur de dimensionnement de l'effort normal correspondant à Q_{hd}

μ_k valeur caractéristique du coefficient de frottement selon EN:

$\mu_k = 0,4$ pour le contact acier sur acier

$\mu_k = 0,6$ pour le contact acier sur béton

γ_μ coefficient de résistance partielle au frottement selon EN:

$\gamma_\mu = 2,0$ pour le contact acier sur acier

$\gamma_\mu = 1,2$ pour le contact acier sur béton.

Les valeurs citées pour μ_k et γ_μ sont valides à la condition que, avant le montage ou l'assemblage, la surface en acier soit traitée comme il suit: pas de revêtement, dégraissée ou métallisée au fil de zinc ou revêtue d'une couche de phosphate de zinc entièrement durcie avant le montage ou l'assemblage. Dans les autres cas, on déterminera les valeurs de μ_k et γ_μ sur la base d'essais.

La force verticale N doit être déterminée avec prudence, en tenant compte de tous les effets hyperstatiques possibles. Cela vaut en particulier lorsque plusieurs appareils d'appui sont rangés sur une ligne d'appui et dans le cas des tabliers à appuis biais.

Dans le cas de sollicitations dynamiques accompagnées de fortes variations de charges, par exemple les ponts de chemin de fer, les forces horizontales ne doivent pas être transmises par frottement. Dans ce cas, on posera $\mu_k = 0$.

Dans une situation de projet «tremblement de terre», on peut admettre que $\mu_k > 0$ si l'effort normal correspondant N_{sd} est déterminé compte tenu des composantes horizontale et verticale de l'action sismique. La valeur caractéristique de ce coefficient de frottement doit être discutée entre le maître de l'ouvrage et le responsable du projet, et fixée dans la base du projet.

S'agissant des appuis en élastomère non ancrés, la vérification de la résistance au glissement est réglée dans la partie 3 de la Norme européenne (voir chapitre 3.8 de la présente directive).

Les zones d'appui doivent être dimensionnées de telle sorte que les mouvements déterminés par le responsable du projet (translations et rotations), y compris leurs augmentations selon tableau 3, puissent se faire sans obstacle. Par ailleurs, il y a lieu de respecter les dimensions minimales des zones d'appui afin de garantir la sécurité contre les chutes des éléments porteurs de ponts selon SIA 261: 2003, chiffre 16.4.4, pour le cas du tremblement de terre.

Lors de la conception des zones d'appuis, il importe d'être attentif à ce que l'ouvrage puisse être soulevé à l'aide de vérins en cas de remplacement des appareils d'appui. Dans la zone des vérins, on prévoira des surfaces horizontales en bas et en haut. La hauteur libre pour les vérins doit être d'au moins 200 mm. En ce qui concerne la place nécessaire, on veillera en outre à ce que les appareils d'appui puissent être posés sur des socles, tout au moins près des culées, afin d'éviter absolument que de l'eau y pénètre.

L'accessibilité à des fins d'inspection et de travaux d'entretien induit également des conditions aux limites à prendre en compte dans la conception des zones d'appuis et à discuter entre le maître de l'ouvrage et le responsable du projet.

1.8 Exécution des appareils d'appui

1.8.1 Généralités

Les règles suivantes s'appliquent à la fabrication des appuis:

- Les appuis doivent être conçus de manière à permettre les mouvements déclarés (valeurs de dimensionnement) avec les réactions les plus faibles possibles.
- Pour limiter les conséquences d'actions extraordinaires, il est recommandé de placer des butées. Des mesures similaires sont judicieuses pour garantir la sécurité structurale en présence d'actions potentielles difficiles à définir (p.ex. déformations de l'infrastructure, accumulation de glace et pression de la glace contre les piles dans des cours d'eau, séismes) ainsi que pour limiter les dommages consécutifs à des défaillances locales d'éléments de construction.

1.8.2 Jeu des appuis

Les appuis fixes ou mobiles sur un axe, ainsi que les appareils d'appui bloqués ou guidés possèdent un jeu d'environ ± 1 mm dû à la technique de fabrication appliquée. Le jeu total entre les positions extrêmes d'un appui ne doit pas dépasser 2 mm pour autant qu'aucune autre condition ne soit posée. Si la limite mentionnée est dépassée, il y a lieu de s'assurer que le jeu ne porte pas préjudice à la fonction de l'ouvrage. Le jeu des appuis ne doit pas être utilisé pour supporter des mouvements indiqués dans les plans, sauf s'il est démontré qu'il reste disponible dans la direction voulue.

Lorsque la structure d'appui est hyperstatique dans le plan horizontal, le jeu peut avoir pour conséquence que les appareils d'appui ne seront pas tous vraiment sollicités lorsque s'exercent des forces horizontales. En présence de systèmes particulièrement rigides dans le plan horizontal (dans la direction horizontale perpendiculairement à l'axe du pont; p.ex. infrastructure rigide perpendiculairement à l'axe du pont), ce phénomène peut provoquer des dommages aux éléments de guidage des appareils d'appui. A cet effet, il faut donc tendre à concevoir une structure d'appui statiquement déterminée. Lorsque la structure d'appui est hyperstatique dans le plan horizontal, il y a donc lieu de tenir compte des effets du jeu des appuis lors du dimensionnement de ceux-ci (dispositif de guidage des appuis) et des zones adjacentes de la structure porteuse.

1.8.3 Sûreté contre le desserrage d'éléments d'appareils d'appui

Des mesures appropriées seront prises afin que les éléments constitutifs des appareils d'appui ne puissent se desserrer, en particulier suite à des actions dynamiques.

1.8.4 Marquage des appareils d'appui

Tous les appareils d'appui doivent porter le nom du fabricant et l'endroit de fabrication, l'année de fabrication et un numéro de série devant être un numéro individuel pour chaque appareil d'appui et unique à chaque type d'appareil d'appui.

En outre, les appareils d'appui autres que ceux en élastomère doivent avoir le marquage suivant:

- Type d'appui
- Numéro de commande du fabricant
- Valeurs de dimensionnement de la résistance aux charges verticales et horizontales
- Valeurs de dimensionnement des limites de déplacement et de rotation (voir SIA 260: 2003, chiffre 4.4.4.2: C_d = limite de service)
- Direction du préréglage
- Lieu de montage en référence au plan de pose des appuis
- Direction de la mise en place.

A l'exception des trois derniers points, ce marquage doit être effectué de manière à être visible en tout temps. En outre, il doit être permanent et ne pas pouvoir être échangé pendant toute la durée de vie des appareils d'appui.

1.8.5 Indicateurs de mouvement

Les appareils d'appui doivent être dotés d'indicateurs de mouvements et équipés de manière à ce qu'il soit possible de mesurer les déplacements horizontaux et, éventuellement, les rotations. Les indicateurs de mouvement doivent porter des marques correspondant aux positions extrêmes admissibles des mouvements. Ils devraient être visibles d'un endroit facile d'accès, sans qu'ils soit nécessaire de monter des échafaudages ou des plates-formes élévatrices.

1.8.6 Préparatifs pour le transport

Tous les appareils d'appui constitués de plusieurs éléments et non fixés les uns aux autres doivent être fixés temporairement les uns aux autres en usine. Ces fixations (arrêts) doivent être conçues de manière à maintenir les différentes parties des appareils d'appui dans leur position correcte pendant la manutention, le transport et la pose. Ces arrêts doivent être marqués, par exemple peints d'une couleur différente de celle des appareils d'appui. Ils doivent être faciles à enlever après la pose ou conçus pour se rompre dès le début du fonctionnement des appareils d'appui, sans endommager ces derniers.

Les appareils d'appui trop lourds pour être manutentionnés manuellement doivent être munis de dispositifs de levage adéquats pour les soulever et les déplacer.

1.9 Plan de la structure d'appui

Le plan de la structure d'appui comporte plusieurs documents et doit être obligatoirement à disposition pendant toute la durée de vie de l'ouvrage:

- Le schéma de **disposition des appareils d'appui (conception de la structure d'appui)** est établi par le responsable du projet en collaboration avec le maître de l'ouvrage; il constitue la base de référence pour toutes les autres étapes d'élaboration du projet.
- Les **plans des appareils d'appui** comportent les plans de construction des appuis; ils doivent être réalisés par le fabricant, y compris les vérifications statiques.
- Le **plan de pose des appareils d'appui** doit être élaboré par le responsable du projet.

Le plan de pose des appareils d'appui peut être réuni avec le schéma de disposition des appareils d'appui (conception de la structure d'appui) dans un dossier. Ci-après sont indiqués en détail les composants du plan de la structure d'appui ainsi que les exigences posées.

Schéma de disposition des appuis (conception de la structure d'appui):

- Identification de chaque appareil d'appui
- Genre d'appareil d'appui (construction)
- Type d'appareil d'appui (fonction)
- Réactions horizontales et verticales permanentes/maximales/minimales de l'appareil d'appui avec les valeurs de dimensionnement pour l'état limite de la sécurité structurale dans le système de coordonnées (liste des appuis)
- Mouvements (translations et rotations) avec les valeurs de dimensionnement pour l'état limite de service dans le système de coordonnées (liste des appareils d'appui).

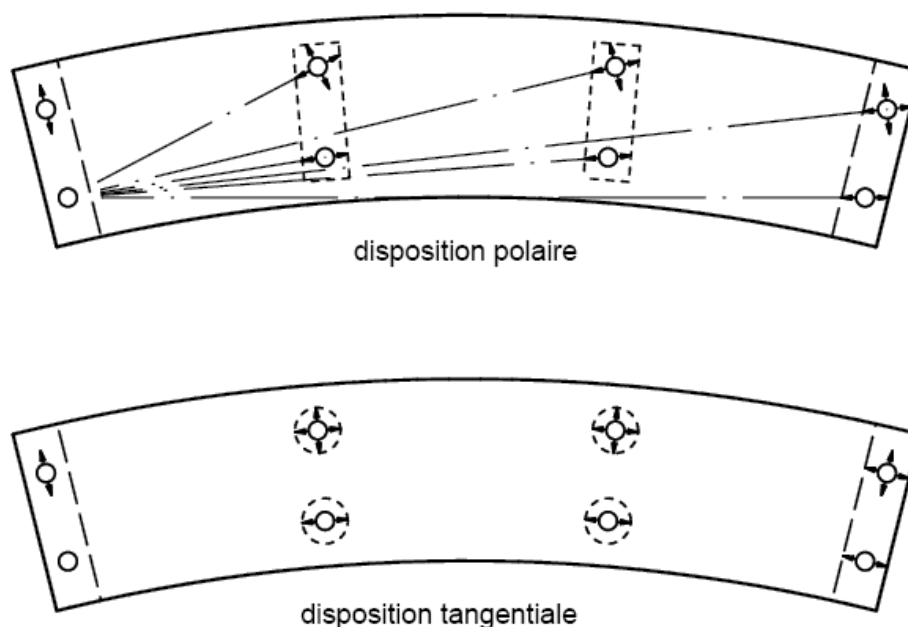


Figure 18: Exemple de disposition des appuis

Plan de l'appareil d'appui (plan de construction de l'appareil d'appui):

- Identification de chaque appareil d'appui
- Genre d'appareil d'appui (construction)
- Type d'appareil d'appui (fonction)
- Assemblage de l'appareil d'appui
- Dimensions
- Spécification des matériaux (élastomère, plaques de PTFE, acier, couche de chrome dur, matériau composite, lubrifiant)
- Structure du traitement de surface
- Préréglage
- Réactions horizontales et verticales permanentes/maximales/minimales de l'appareil d'appui avec les valeurs de dimensionnement pour l'état limite de la sécurité structurale
- Mouvements (translations et rotations) avec les valeurs de dimensionnement pour l'état limite de service.

Calcul statique des appuis:

- Vérifications de la sécurité structurale pour les forces horizontales et verticales
- Vérification de l'aptitude au service pour les translations et les rotations
- Indication des forces de rappel résultantes, resp. des moments de rappel résultants à partir des translations, resp. des rotations.

Plan de pose des appuis:

Le plan de pose des appuis doit réunir toutes les données importantes pour cette opération:

- Attribution des appareils d'appui à chaque point d'appui
- Coordonnées en plan et cotes de hauteur de chaque appareil d'appui
- Cotes de préréglage en grandeur et direction pour chaque appareil d'appui
- Réservations prévues pour les appareils d'appui et les éléments d'ancrage
- Qualités du béton, du mortier ou du mortier synthétique pour sceller les appuis
- Moment auquel la fixation provisoire doit être libérée
- Responsabilité de la pose et du scellement des appuis.

1.10 Conformité

Il y a deux moyens de vérifier la conformité d'un produit de construction avec l'usage qu'il est prévu d'en faire, exigée dans la directive européenne en la matière. Dans la plupart des cas, les exigences posées à un tel produit sont définies dans une norme européenne EN. Les appareils d'appui de ponts sont décrits dans la norme européenne EN 1337 qui est une norme harmonisée à caractère contraignant pour tous les signataires des accords du GATT/OMC.

A la faveur d'une procédure d'évaluation de la conformité, on établit si le produit répond à la norme. La conformité est démontrée lorsque le premier examen (épreuve-type de formulation) et le contrôle de la production en usine CPU sont satisfaits dans le cadre donné. Celui-ci est fixé dans la norme, resp. dans les normes partielles (p.ex. EN 1337-2: Éléments de glissement).

Le premier examen englobe le premier test de la conformité d'un produit de construction avec les spécifications techniques déterminantes par un organe homologué (service d'essai). Ce premier examen doit être effectué avant le début de la production. Il doit être répété si des modifications ont été apportées au produit ou au procédé de fabrication.

Le contrôle de production en usine (CPU) correspond à une autosurveillance permanente de la production par le fabricant. Celui-ci est responsable de l'organisation et de la documentation du CPU. Outre ce dernier, une surveillance supplémentaire par un tiers peut être demandée. Elle doit être effectuée par un service d'essai sur mandat du fabricant.

S'il est conforme à la norme européenne, le produit de construction peut être certifié et muni de la marque CE.

2. PARTIE 2: ÉLÉMENTS DE GLISSEMENT

2.1 Introduction

La norme EN 1337-2 spécifie les caractéristiques relatives à la conception et à la fabrication des éléments de glissement et des guides, qui ne sont pas des appareils d'appui structuraux, mais seulement des pièces qui y sont associées sous différentes combinaisons telles que définies dans les autres parties de la norme EN 1337. Les combinaisons appropriées sont indiquées au tableau 1 de EN 1337-1 (identique aux tableaux 1 et 2 de la présente directive OFROU).

2.2 Champ d'application

La norme EN 1337-2 considère des températures de fonctionnement jusqu'à - 35° C. Une extension jusqu'à - 40° C fera l'objet d'un amendement ultérieur. Les applications au-delà de la plage de température allant jusqu'à - 35° C demandent un examen spécial non couvert par cette norme. Les caractéristiques, les exigences et les méthodes d'essai réglées dans celle-ci ne s'appliquent pas à ces cas.

Les surfaces de glissement dont le diamètre du cercle de circonscription des plaques uniques ou multiples de PTFE est inférieur à 75 mm ou supérieur à 1'500 mm ou dont les températures effectives des appareils d'appui sont inférieures à - 35° C ou supérieures à + 48° C, n'entrent pas dans le champ d'application de la norme EN 1337-2.

Les éléments de glissement utilisés temporairement comme appuis auxiliaires pendant la construction (p.ex. lors du lancement de la structure), n'entrent pas dans le champ d'application de cette norme.

La norme EN 1337-2 renferme également des spécifications relatives aux surfaces de glissement courbes qui ne font pas partie d'éléments de glissement séparés, mais sont intégrées dans des appareils d'appui cylindriques et sphériques selon EN 1337-7.

Les principes généraux détaillés dans la norme européenne peuvent être appliqués aux éléments de glissement qui n'entrent pas dans ce champ d'application, mais il convient de démontrer qu'ils sont adaptés à l'usage prévu.

2.3 Terminologie

2.3.1 Matériau composite CM

Matériau de glissement utilisé dans les guides. On distingue les matériaux composites CM1 et CM2.

2.3.2 Guide

Élément de glissement qui guide un appareil d'appui glissant sur un axe.

2.3.3 Surface en chrome dur

Revêtement de chrome sur une plaque support en acier.

2.3.4 Lubrifiant

Graisse spéciale utilisée pour réduire le frottement et l'usure des surfaces de glissement.

2.3.5 Plan de glissement

Surface dure et polie glissant sur du PTFE ou des matériaux composites.

2.3.6 Polytétrafluoréthylène (PTFE)

Matériau de glissement thermoplastique utilisé pour son faible coefficient de frottement.

2.3.7 Surface de glissement

Combinaison de surfaces de contact planes ou courbes communes permettant des déplacements relatifs.

2.3.8 Plaque de glissement

Plaque support adjacente à la surface de glissement supérieure d'un appareil d'appui. Elle peut être conçue:

- comme élément de construction en acier austénitique
- à partir d'une tôle d'acier austénitique fixée sur une plaque de base en acier de construction normal (p.ex. S 235).

2.3.9 Matériaux de glissement

Matériaux constituant les surfaces de glissement.

2.4 Exigences fonctionnelles

Les éléments de glissement et les guides permettent des déplacements sur des surfaces de glissement planes ou courbes avec un minimum de frottement. Une vérification spécifique de la résistance au frottement est nécessaire car la seule vérification des propriétés mécaniques et physiques ne suffit pas pour s'assurer que les composants auront les caractéristiques requises. Les performances des éléments de glissement et des guides sont réputées satisfaites si des échantillons normalisés, représentés à l'annexe D, de combinaisons de matériaux spécifiés répondent aux exigences du chapitre 4 de la norme EN 1337-2.

2.5 Coefficient de frottement

Les coefficients de frottement μ_{\max} indiqués dans le tableau 5 doivent être utilisés pour la vérification de l'appareil d'appui et de la structure porteuse à laquelle il est intégré. Les valeurs intermédiaires peuvent être obtenues par interpolation linéaire.

Ces valeurs ne doivent pas être appliquées en présence d'actions dynamiques élevées qui peuvent se produire, par exemple dans les régions sismiques.

La résistance au frottement ne doit pas servir à atténuer les effets des charges horizontales appliquées extérieurement.

Les valeurs figurant dans le tableau 5 ne sont valables que pour les plaques de PTFE alvéolé et lubrifié.

Tableau 5: Coefficients μ_{\max}

Pression de contact σ_p (pression dans le PTFE)	$\leq 5 \text{ N/mm}^2$	10 N/mm^2	20 N/mm^2	$\geq 30 \text{ N/mm}^2$
PTFE alvéolé / acier austénitique ou chromage dur (pour surfaces courbes)	0,08	0,06	0,04	0,03 (0,025)
PTFE alvéolé / aluminium éloxé (pour surfaces courbes)	0,12	0,09	0,06	0,045 (0,038)

Pour les guides comportant une combinaison de matériaux en PTFE non alvéolé, CM1, CM2/acier austénitique (selon colonne 3 du tableau 9, EN 1337-2, page 17), on peut admettre que le coefficient de frottement est indépendant de la pression de contact et on appliquera les valeurs suivantes:

PTFE: $\mu_{\max} = 0,08$ resp. matériaux composites: $\mu_{\max} = 0,20$

Pour les surfaces de glissement d'appuis de ponts, l'emploi de PTFE pur correspond à l'état de la technique. Sauf dans les guides, les plaques de PTFE sont munies d'alvéoles remplies de graisse de silicone.

De nouveaux développements montrent qu'avec d'autres matériaux, p.ex. à base de PE, on peut admettre des sollicitations sensiblement plus fortes des éléments de glissement, et obtenir de plus faibles coefficients de frottement. Si l'on utilise pour les éléments de glissement d'autres matériaux que ceux spécifiés dans la norme EN 1337, il faut d'abord faire vérifier par un service d'essai accrédité que leurs propriétés significatives (coefficient de frottement, résistance à la pression, comportement à l'usure) sont compatibles avec l'usage prévu.

3. PARTIE 3: APPAREILS D'APPUI EN ÉLASTOMÈRE

3.1 Introduction

Les appareils d'appui en élastomère absorbent par déformations élastiques aussi bien des mouvements de translation dans n'importe quelle direction que des mouvements de rotation autour de n'importe quel axe.

La norme EN 1337-3 s'applique aux appareils d'appui en élastomère et aux surfaces qui leur servent d'appui utilisés dans la construction de ponts ou dans des ouvrages présentant des conditions d'appui comparables. Elle est conçue pour le génie civil, en particulier pour le dimensionnement, la fabrication et le montage des appareils d'appui en élastomère, et s'applique aux ouvrages devant être dimensionnés en vertu des normes SIA relatives aux structures porteuses et de la norme EN 1337-1.

3.2 Champ d'application

La norme EN 1337-3 règle l'application des appareils d'appuis dans une plage de température située entre - 25° C et + 50° C, voire jusqu'à + 70° C pendant de brefs instants.

3.3 Terminologie

3.3.1 Elastomère

Matériau macromoléculaire qui reprend approximativement sa forme et ses dimensions initiales après avoir subi une importante déformation sous l'effet d'une faible variation de contrainte. Dans la norme EN 1337-3, ce terme définit le composé qui sera utilisé pour la fabrication d'un appui ou de parties de celui-ci.

3.3.2 Appareil d'appui en élastomère

Appareil d'appui constitué d'un bloc d'élastomère vulcanisé.

3.3.3 Appareil d'appui en élastomère fretté

Appareil d'appui en élastomère renforcé intérieurement par une ou plusieurs frettes en acier, collées chimiquement (adhérisation) pendant la vulcanisation.

3.3.4 Appareil d'appui en élastomère non fretté

Appareil d'appui en élastomère constitué d'un bloc massif d'élastomère vulcanisé, dépourvu de cavités internes. En principe, ce type d'appui fait d'un bloc d'élastomère compact, dépourvu de frettes, n'est pas utilisé dans des ouvrages tels que les ponts.

3.3.5 Appareil d'appui glissant en élastomère

Appareil d'appui freiné recouvert, sur sa face supérieure, d'une feuille de PTFE qui peut être directement vulcanisée sur le feuillet extérieur d'élastomère ou fixée sur une plaque d'acier, en contact avec une plaque de glissement.

3.3.6 Appareil d'appui en bande

Appareil d'appui en élastomère non freiné, dont la longueur est égale à au moins dix fois la largeur. Ce type d'appui est constitué d'une bande compacte d'élastomère dépourvue de frettes, et ne s'utilise en principe pas dans les ouvrages tels que les ponts.

3.3.7 Surface de glissement supérieure

Film de polytétrafluoréthylène vulcanisé sur l'appareil d'appui en élastomère. En contact avec la plaque de glissement, il permet des mouvements de translation dans le plan de glissement (voir 2.3.8).

3.4 Symboles

Les symboles importants pour l'application de la norme EN 1337-3 sont énumérés au chapitre 3.2 de celle-ci.

3.5 Exigences fonctionnelles

Les appareils d'appui en élastomère doivent être conçus et fabriqués pour supporter des mouvements de translation dans toutes les directions de leur plan d'appui et des mouvements de rotation autour d'un axe quelconque par déformation élastique. Les forces déterminées doivent être transmises de manière parfaite.

Les appareils d'appui en élastomère peuvent être combinés à des dispositifs d'appui complémentaires pour étendre leur champ d'application, par exemple, à un système par glissement, temporaire ou permanent, ou à un dispositif de guidage directionnel.

Bien que les appareils d'appui en élastomère puissent absorber des déformations dues au cisaillement, ils ne doivent pas être exposés à un effort de cisaillement permanent et notable. C'est la raison pour laquelle ils sont souvent utilisés en combinaison avec des appareils d'appui guidés et des appareils d'appui bloqués (appuis à goujon).

3.6 Forces et moments de rappel

Les bases du calcul des forces et des moments de rappel en fonction des dimensions de l'appareil d'appui doivent être données par le fournisseur ou le fabricant. Le calcul de ces forces et de ces moments est effectué par le responsable du projet compte tenu des mouvements de translation v et des angles de rotation de l'appui α .

Les excentricités consécutives aux forces et aux moments de rappel doivent être prises en compte dans le dimensionnement des culées et des piles.

Les autres caractéristiques des appareils d'appui doivent être mises à disposition par le fournisseur ou le fabricant.

3.7 Choix des appareils d'appui en élastomère

Le choix des appareils d'appui en élastomère se fait selon la norme EN 1337-3. Celle-ci prescrit qu'à partir de la charge N_d , du déplacement horizontal v_{xy} et de la rotation α , on calcule les déformations spécifiques, dont la somme ne doit pas excéder la valeur 7. Un tableau de dimensionnement ne peut pratiquement pas être établi parce que le nombre de combinaisons possibles est presque infini. C'est la raison pour laquelle les responsables de projets peuvent transférer les valeurs de dimensionnement dans la liste des appareils d'appui (annexe C), ce qui permet au fabricant de ceux-ci de déterminer la grandeur exacte des appareils d'appui à l'aide de son propre programme de dimensionnement.

3.8 Exigences particulières

3.8.1 Tolérances dans les surfaces de contact

Les appareils d'appui peuvent être posés sur des bossages appropriés (p.ex. plaques d'appui inférieure et supérieure en acier) ou directement sur des lits de mortier. Dans ce cas, les surfaces doivent satisfaire aux exigences ci-après:

- Etat de surface

La surface du socle doit être propre et sèche. Les particules libres ne sont pas admises. Les imperfections de la surface ne doivent pas excéder 100 mm² chacune, et ne pas présenter un dénivelé de plus de 2,5 mm de la surface environnante. La surface totale des imperfections ne doit pas représenter plus de 2 % de la surface en plan de l'appareil d'appui.

- Planéité de la surface

Une règle de précision placée sur une diagonale de la surface de contact prévue ne doit pas présenter des creux de plus de 3 mm ou 0,4 % de la longueur considérée (la plus grande des deux valeurs).

- Ecart par rapport à l'horizontale

La surface du socle doit être horizontale compte tenu d'un écart angulaire maximal admissible de:

- . 0,3 % pour les appareils d'appui supportant une structure préfabriquée ou en acier
- . 1,0 % pour les appareils d'appui supportant une structure en béton coulée sur place.

Cette distinction est faite parce que le bétonnage direct de structures coulées sur les appareils d'appui en élastomère admet de plus grandes tolérances dans les surfaces de contact. Cela ne vaut que pour les appareils d'appui en élastomère frettés, mais pas pour les appareils d'appui glissants en élastomère.

3.8.2 Marquage et étiquetage

Chaque appareil d'appui en élastomère doit être marqué individuellement et porter, de manière bien visible, le nom du fabricant et le numéro de fabrication.

3.9 Surveillance et inspection d'appareils d'appui en élastomère installés

Les critères suivants doivent être contrôlés lors de la surveillance ou d'une inspection:

- La surface de l'appui exposée aux charges doit être totalement en contact avec le socle (surface inférieure de l'appui) et la superstructure (surface supérieure de l'appui).
- Si le contact n'est pas parfait entre ces surfaces, l'angle entre la superstructure et le socle doit être comparé avec les spécifications du projet.
- La distorsion de chaque appareil d'appui doit être contrôlée pour garantir qu'elle satisfait aux spécifications du projet.
- Une inspection visuelle de toutes les faces latérales accessibles doit être faite. Une note doit être rédigée quant à la dimension et à la position de toute fente, fissure ou renflement.
- Le socle de l'appui et la superstructure doivent être inspectés afin d'y détecter tout signe de déplacement par rapport à la position initiale de l'appareil d'appui (des marques noires peuvent indiquer un déplacement).
- Les surfaces de glissement doivent être inspectées quant à leur propreté; il y a lieu de vérifier que les mouvements entrent dans les limites et de consigner les résultats par écrit.

4. PARTIE 4: APPAREILS D'APPUI À ROULEAU

Le sondage effectué dans les années 2001/2002 auprès des maîtres d'ouvrage, respectivement des fabricants et des fournisseurs à propos des appuis de ponts (mandat de recherche AGB 2000/405 à la demande du groupe de travail AGB Construction des ponts) a montré que les appareils d'appui à rouleau étaient remplacés en permanence par d'autres types d'appuis. Comme la maintenance et la mise en état d'appuis de ponts doit impliquer un minimum de coûts, les anciens types d'appuis en acier, tels les appareils d'appui à rouleau, présentent des parts de marché en recul. Ce constat a incité l'Office fédéral des routes OFROU à décider à renoncer à intégrer ces appareils d'appui dans la présente directive.

5. PARTIE 5: APPAREILS D'APPUI À POT

5.1 Introduction

Les appareils d'appui à pot sont des appuis orientables dans tous les directions. Ils sont constitués d'un pot en acier dans lequel est posé un coussin en élastomère. Dans l'idéal, celui-ci a l'action d'un liquide incompressible, ce qui permet des mouvements de rotation du couvercle du pot autour de n'importe quel axe horizontal. Combinés avec une plaque de glissement et des matériaux de glissement, les appareils d'appui à pot peuvent également être conçus pour être mobiles dans toutes les directions ou dans une seule (avec guidage).

5.2 Champ d'application

La norme EN 1337-5 fixe les exigences posées à la conception et à la fabrication d'appareils d'appui à pot destinés à des températures de service entre -40°C et $+50^{\circ}\text{C}$.

Les appareils d'appui à pot exposés à des mouvements de rotation $\alpha_d > 0,030$ rad ou qui comportent des coussins en élastomère d'un diamètre $> 1'500$ mm ne sont pas couverts par cette norme.

5.3 Terminologie

Les termes suivants s'appliquent par analogie avec la norme EN 1337:

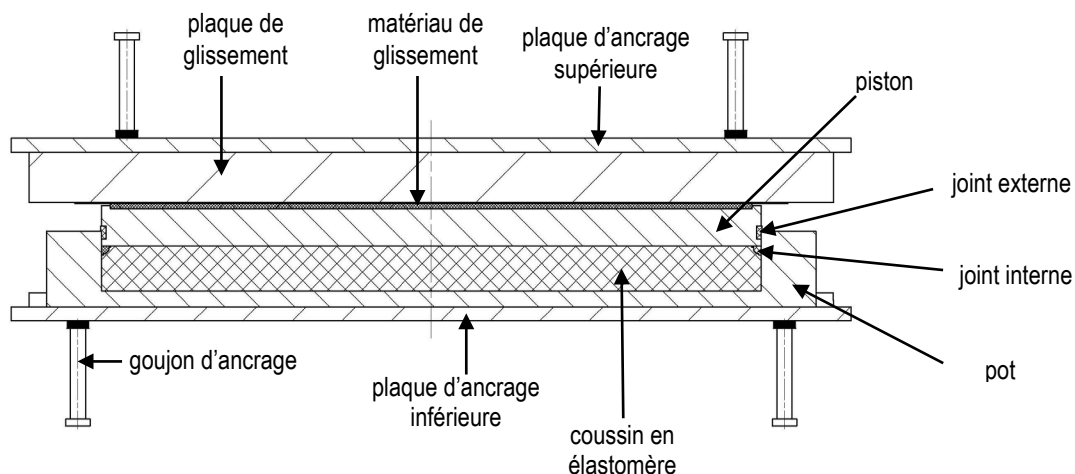


Figure 19: Appareil d'appui à pot mobile dans toutes les directions

Remarque: Les appareils d'appui à pot peuvent aussi être retournés, c'est-à-dire piston en bas et pot en haut. Toutefois, cette position est moins favorable parce que la saleté sur la plaque de glissement provoque une usure accrue.

5.3.1 Pot

Élément comportant une cavité usinée destinée à recevoir le coussin en élastomère, un piston et un joint interne.

5.3.2 Coussin en élastomère

Élément assurant la capacité de rotation.

5.3.3 Piston

Élément fermant l'ouverture de la cavité et s'appuyant sur le coussin en élastomère.

5.3.4 Joint interne

Élément destiné à empêcher l'élastomère de s'extruder entre les parois de la cavité et le piston lors de l'application d'une force de compression sur le coussin.

5.3.5 Joint externe

Élément ou matériau utilisé pour éliminer l'humidité et la saleté de l'espace entre le piston et le pot.

5.3.6 Lubrifiant

Moyen utilisé pour réduire le frottement entre le coussin en élastomère et les éléments métalliques, dans le but de réduire l'usure et la rigidité en rotation.

5.3.7 Distance de glissement cumulée

Somme des mouvements relatifs entre le joint interne et la paroi du pot résultant des rotations variables.

5.4 Exigences fonctionnelles

Les appareils d'appui à pot doivent être capables de transférer des charges verticales et des forces horizontales de la structure du pont à l'appui, et permettre un mouvement de rotation limité. Le joint interne doit prévenir l'extrusion du coussin en élastomère hors du pot.

Le fonctionnement des appareils d'appui à pot obéit aux caractéristiques suivantes:

- répartition quasi homogène de la pression sur les éléments adjacents
- excentricité minime des charges en cas de rotation
- faible hauteur de construction et encombrement minime
- exécution comme appui de mesure des pressions avec facilité de contrôle des forces et des pressions appliquées sur l'appareil d'appui
- ajustement simple de la hauteur pour les corrections (appui levant).

5.5 Moment de rappel

Le fabricant d'appareils d'appui doit indiquer la résistance à la rotation provenant du coussin en élastomère et du frottement afin qu'il soit possible de tenir compte du moment de rappel correspondant lors du dimensionnement des éléments de construction adjacents.

L'excentricité e se calcule à partir du moment de rappel et de l'effort N sur l'appui (effet de balancier).

5.6 Rotations

5.6.1 Limitation de la rotation

La valeur maximale de la rotation $\alpha_{d \max}$ est la résultante de:

- la rotation α_1 due aux actions permanentes
- la rotation α_2 due aux charges et aux forces variables.

Sous la combinaison caractéristique d'actions, $\alpha_{d \max} = \alpha_1 + \alpha_2$ ne doit pas excéder la valeur de 0,030 rad.

5.6.2 Rotation variable

Les rotations variables consécutives à des charges et à des forces variables entraînent des distances de glissement cumulées entre le joint interne et la paroi du pot, ce qui affecte la longévité du joint interne. L'expérience montre qu'il faut admettre les distances de glissement maximales cumulées suivantes selon les différents types de construction:

Tableau 6: Types de ponts et distances de glissement cumulées (valeurs indicatives)

Mode de construction	Portée	Distance de glissement cumulée
Béton armé	jusqu'à 30 m	> 1'000 m
Béton armé	plus de 30 m	> 2'000 m
Acier, composite béton armé	jusqu'à 15 m	> 1'000 m
Acier, composite béton armé	plus de 15 m	> 2'000 m

Exigences accrues par rapport à EN 1337:

En général, le choix du joint interne peut être effectué sur la base de ces valeurs empiriques.

5.7 Installation

L'appareil d'appui doit être installé avec une tolérance de ± 0.003 rad par rapport à la surface de contact généralement horizontale de l'ouvrage.

5.8 Inspection en service

L'inspection doit être effectuée conformément aux exigences de la norme EN 1337-10 (voir chapitre 10 de la présente directive). Les défauts visibles doivent inclure la preuve de l'extrusion du coussin en élastomère hors du pot ainsi que les traces de matériau d'usure provenant du pot ou de la surface de glissement d'appareils d'appui à pot glissants.

6. PARTIE 6: APPAREILS D'APPUI À BALANCIER

6.1 Introduction

Les appareils d'appui à balancier sont construits sous la forme d'appuis à contact soit ponctuel, soit linéaire. Ils sont constitués de plaques d'acier superposées, l'une d'elle présentant, resp. une surface courbe ou une rive bombée. De ce fait, les appareils d'appui à balancier peuvent absorber les flèches de supports de ponts comme s'il s'agissait de mouvements de rotation.

Pour absorber des mouvements de translation, les appareils d'appui à balancier peuvent être combinés avec des éléments de glissement selon EN 1337-2.

6.2 Champ d'application

La norme EN 1337-6 fixe les exigences quant à la conception et à la fabrication des appareils d'appui à balancier.

La capacité de rotation de l'appareil d'appui à balancier est une propriété essentielle du système, liée à la géométrie, et que le fabricant doit déclarer. Les appareils d'appui exposés aux actions des combinaisons caractéristiques d'un mouvement de rotation supérieur à 0,050 rad ne sont pas couverts par la norme EN 1337-6.

6.3 Terminologie

Les termes suivant sont appliqués dans la présente directive par analogie à la norme EN 1337-6:

6.3.1 Appareil d'appui à balancier à contact linéaire

Appareil d'appui formé d'une surface partiellement cylindrique roulant sur une plaque plane. Il permet une rotation autour d'un axe parallèle à l'axe de la surface courbe. Le cas échéant, le balancier et la plaque balancier peuvent être inversés.

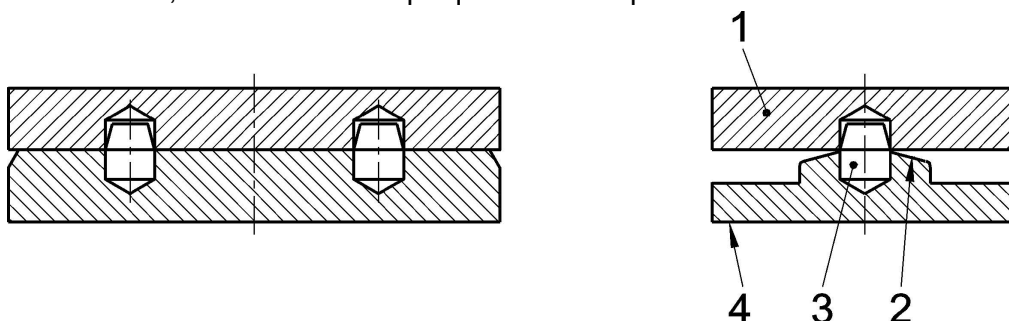


Figure 20: Appareil d'appui à balancier à contact linéaire

Légende

- | | | | |
|---|---------------------|---|------------------------------|
| 1 | plaque balancier | 3 | goujon de cisaillement |
| 2 | surface cylindrique | 4 | balancier à contact linéaire |

6.3.2 Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel

Appareil d'appui formé par une surface sphérique convexe roulant sur une surface plane ou sphérique concave de plus grand rayon.

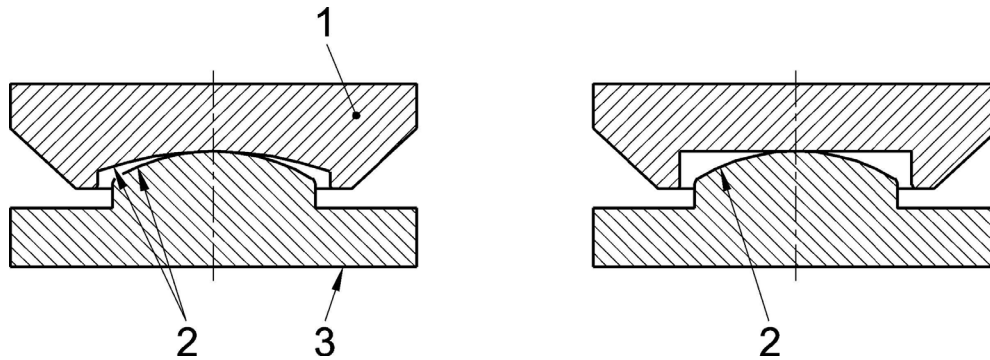


Figure 21: Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel

Légende

- 1 plaque balancier
- 2 surfaces sphériques
- 3 balancier à contact ponctuel

6.3.3 Balancier

Composant doté d'une surface convexe courbe formée sur une face. La surface courbe peut être une portion d'un cylindre ou d'une sphère.

6.3.4 Plaque balancier

Composant opérant en contact avec le balancier. Il peut être plat ou une portion concave d'une sphère.

6.3.5 Goujon de cisaillement

Composant fournissant un blocage mécanique des charges horizontales.

6.4 Exigences fonctionnelles

Les appareils d'appui à balancier doivent être capables de transférer les forces verticales et horizontales appliquées entre la structure et l'appui. Les balanciers à contact linéaire doivent autoriser une rotation dans une direction autour de l'axe de balancier, les balanciers à contact ponctuel doivent permettre des rotations autour de tout axe.

Les appareils d'appui à balancier à contact linéaire fixes peuvent supporter des forces verticales et horizontales. Les forces horizontales sont transmises par frottement dans les joints des appuis et par les goujons de cisaillement. Aucune rotation ni flèche ne doit se produire perpendiculairement à l'axe longitudinal du pont, c'est-à-dire parallèlement à la ligne de balancier, car sinon, la transmission de la force serait réduite d'une ligne à un point. Par conséquent, les appareils d'appui à balancier à contact linéaire ne sont indiqués que si la rigidité transversale du pont est telle qu'aucune déformation défavorable puisse survenir.

Les appareils d'appui à balancier à contact linéaire mobiles d'un côté permettent des mouvements de translation et de rotation dans une direction. Les forces horizontales dans les autres directions sont reprises par un rail de guidage pouvant être disposé perpendiculairement ou obliquement suivant l'extrémité de la culée.

Les appareils d'appui à balancier à contact linéaire mobiles dans toutes les directions permettent des mouvements de rotation dans une direction et des mouvements de translation dans deux directions.

6.5 Moment de rappel

La résistance aux mouvements de rotation n'est généralement pas déterminante.

7. PARTIE 7: APPAREILS D'APPUI SPHÉRIQUES ET CYLINDRIQUES COMPORTANT DU PTFE

7.1 Introduction

Les appareils d'appui sphériques sont constitués d'une plaque support présentant une surface sphérique convexe et d'une plaque support dotée d'une surface sphérique concave entre lesquelles une feuille de PTFE et un matériau de contact forment une surface de glissement courbe.

Les appareils d'appui cylindriques sont constitués d'une plaque support présentant une surface cylindrique convexe et d'une plaque support dotée d'une surface cylindrique concave entre lesquelles une feuille de PTFE et un matériau de contact forment une surface de glissement courbe.

7.2 Champ d'application

La norme EN 1337-7 spécifie les exigences posées à la conception et à la fabrication des appareils d'appui sphériques et cylindriques comportant du PTFE. Les exigences posées aux surfaces de glissement courbes et les propriétés de celles-ci sont réglées par la norme EN 1337-2. Les appareils d'appui sphériques ayant un angle d'ouverture de $2\alpha > 60^\circ$ et les appareils d'appui cylindriques ayant un angle d'ouverture de $2\alpha > 75^\circ$ ne sont pas couverts par la norme EN 1337-7. Celle-ci prend en compte des températures de service jusqu'à -35°C .

Les appareils d'appui cylindriques sont sensibles aux moments non prévus autour de l'axe perpendiculaire aux surfaces de glissement cylindriques. Les limites d'application à prendre subsidiairement en considération sont indiquées dans la norme EN 1337-2, chapitre 1.

Dans les appareils d'appui sphériques et cylindriques, les forces horizontales ne doivent pas être transférées par les surfaces de glissement courbes, mais doivent être supportées par des guidages supplémentaires.

7.3 Terminologie

Par analogie avec EN 1337-7, les termes suivants sont utilisés dans la présente directive:

7.3.1 Appareil d'appui sphérique

Appareil d'appui constitué d'une plaque support dotée d'une surface sphérique convexe (élément de rotation) et d'une plaque support dotée d'une surface sphérique concave, entre lesquelles une feuille de PTFE et un matériau de contact forment une surface de glissement courbe.

7.3.2 Appareil d'appui cylindrique avec PTFE

Appareil d'appui constitué d'une plaque support dotée d'une surface cylindrique convexe (élément de rotation) et d'une plaque support dotée d'une surface cylindrique concave, entre lesquelles une feuille de PTFE et un matériau de contact forment une surface de glissement courbe.

7.3.3 Plaque support

Composant métallique doté d'une surface courbe ou plane servant à soutenir des matériaux de glissement.

7.3.4 Matériaux de glissement

Matériaux formant les surfaces de glissement.

7.3.5 Surface de glissement

Combinaison de surfaces planes ou courbes permettant des mouvements de translation relatifs.

7.3.6 Guide

Élément de glissement guidant un appareil d'appui glissant selon un axe.

7.3.7 Lubrifiant

Graisse spéciale utilisée pour réduire le frottement et l'usure des surfaces de glissement.

7.3.8 Plan de glissement

Surface dure et polie glissant sur du PTFE ou des matériaux composites.

7.3.9 Polytétrafluoréthylène (PTFE)

Matériau de glissement thermoplastique utilisé pour son faible coefficient de frottement.

7.4 Exigences fonctionnelles

Les appareils d'appui cylindriques comportant du PTFE doivent permettre les mouvements de rotation autour d'un axe; les appareils d'appui sphériques comportant du PTFE, des rotations autour de n'importe quel axe et pouvoir transmettre les forces définies entre la structure et l'appui.

Pour former des appareils d'appui mobiles dans toutes les directions ou sur un axe, les appareils d'appui sphériques comportant du PTFE sont combinés avec des éléments de glissement et des guides plans selon EN 1337-2. Les appareils d'appui sphériques avec PTFE combinés à un élément de glissement plan peuvent être dotés d'une bague d'arrêt pour former des appareils d'appui non mobiles.

Pour former des appareils d'appui mobiles dans toutes les directions ou sur un axe, les appareils d'appui cylindriques avec PTFE peuvent aussi être combinés avec des éléments de glissement et des guides plans.

7.5 Moment de rappel

La résistance aux mouvements de rotation n'est généralement pas déterminante.

8. PARTIE 8: APPAREILS D'APPUI GUIDÉS ET APPAREILS D'APPUI BLOQUÉS

8.1 Introduction

Les appareils d'appui guidés permettent à la structure de bouger dans une direction précise. Les forces horizontales perpendiculaires à la direction du mouvement sont transmises de la structure à l'appui par les rails de guidage.

Les appareils d'appui bloqués empêchent les mouvements dans toutes les directions de la structure et transfèrent les forces horizontales appliquées dans toutes les directions à l'appui.

Les appareils d'appui guidés et les appareils d'appui bloqués sont souvent utilisés en combinaison avec des appareils d'appui en élastomère parce que ceux-ci ne doivent pas être soumis à des contraintes de cisaillement notables. Cette solution permet une attribution claire des fonctions.

8.2 Champ d'application

La norme EN 1337-8 spécifie les exigences posées à la construction et à la fabrication des appareils d'appui guidés et des dispositifs de blocage

La température minimale de service dépend des propriétés des matériaux utilisés à la température requise et des restrictions indiquées dans les parties mentionnées de cette norme européenne.

8.3 Terminologie

Les termes suivants sont appliqués dans la présente directive:

8.3.1 Appareil d'appui guidé

Dispositif bloquant les mouvements de translation dans une direction et permettant les déplacements perpendiculaires à celle-ci, les rotations, mais ne transmettant pas les charges verticales.

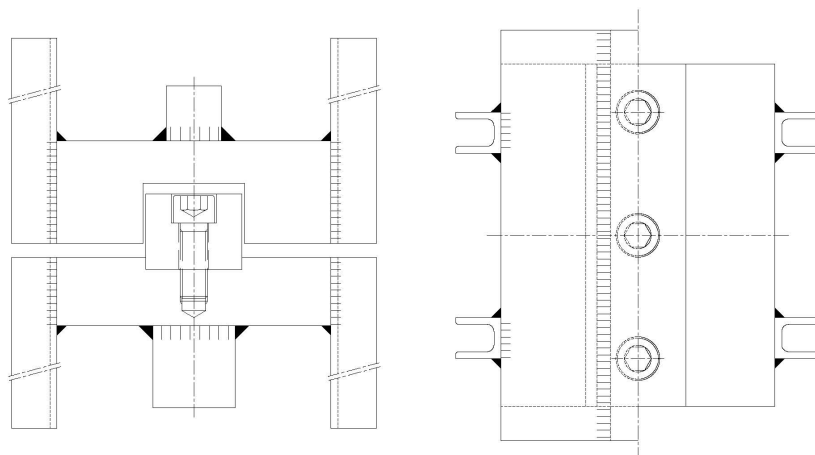


Figure 22: Exemple d'appareil d'appui guidé usuel en Suisse

8.3.2 Plaque d'ancrage

Plaque située entre la plaque de l'appui et l'élément de construction principal, normalement durablement relié à celui-ci et permettant le remplacement simple de l'appareil d'appui.

8.3.3 Plaque d'appui

Plaque, élément essentiel de l'appareil d'appui, sur laquelle les butées et les guides sont fixés.

8.3.4 Plaque de frottement

Plaque disposée entre la plaque d'appui et la plaque d'ancrage afin d'ajuster la hauteur totale de l'appareil d'appui.

8.3.5 Plaque de compensation

Plaque ayant la même fonction que les plaques de frottement, mais utilisée pour de plus faibles ajustements de hauteur.

8.3.6 Élément de glissement

Combinaison de matériaux appropriés dotés de surfaces planes ou courbes selon EN 1337-2.

8.3.7 Élément de rotation

Élément transmettant les forces et permettant des rotations autour d'un axe au moins.

8.3.8 Appareil d'appui bloqué

Dispositif bloquant les mouvements de translation dans deux directions, permettant les rotations et ne transmettant pas les charges verticales.

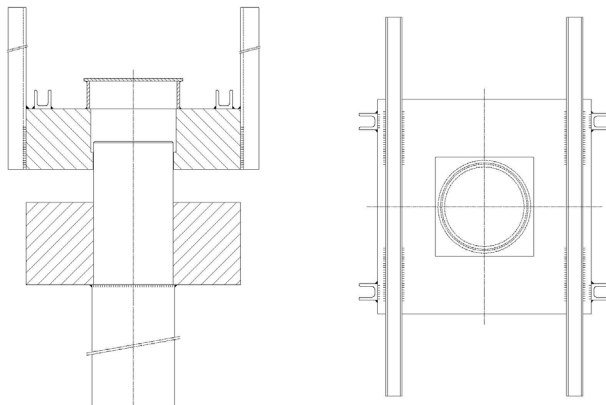


Figure 23: Exemple d'appareil d'appui bloqué (appui à goujon)

8.4 Exigences fonctionnelles

Les appareils d'appui guidés et les appareils d'appui bloqués sont construits de manière à

- ne transmettre que les forces horizontales
- permettre les mouvements de rotation
- permettre les mouvements de translation verticaux
- permettre les mouvements de translation horizontaux, resp., dans une direction (appareils d'appui guidés) et aucune direction (appuis à goujon)
- opposer une résistance minime aux mouvements de translation.

Du fait des exigences qui leur sont posées, ces appareils d'appui ne transmettent pas de charges verticales, ni de moments de torsion. Les appareils d'appui guidés et les appareils d'appui bloqués selon EN 1337-8 ne peuvent être changés qu'à grand frais.

9. PARTIE 9: PROTECTION

9.1 Introduction

La protection d'appareils d'appui contre la corrosion est appelée traitement de surface. Les exigences posées aux traitements de surface (conception et dispositions constructives, types de surfaces et de préparation des surfaces, systèmes de revêtement, essais de laboratoire, exécution et surveillance, etc..) sont spécifiées dans la norme SN EN ISO 12944-1 à 12944-8, qui fait partie intégrante de la norme SIA 263/1: Construction en acier – Spécifications complémentaires (2003) et du cahier technique SIA 2022: Traitement de surface des constructions en acier (édition 2003).

9.2 Champ d'application

La norme EN 1337-9: Protection traite des mesures à prendre pour protéger les appareils d'appui structuraux des effets de l'environnement et des autres facteurs extérieurs susceptibles d'abrèger leur durée de vie.

9.3 Terminologie

Les définitions suivantes sont appliquées dans la présente directive:

9.3.1 Mesure de protection

Toutes mesures prises pour protéger un appareil d'appui ou des parties de celui-ci des effets de l'environnement ou autres facteurs extérieurs susceptibles d'abrèger leur durée de vie.

9.3.2 Durée de vie

Période de temps spécifiée pendant laquelle un système de protection contre la corrosion donnera les performances minimales requises par la norme ou convenues par ailleurs.

9.3.3 Traitement de surface

Mesures visant à éviter les dommages dus à la corrosion. L'ensemble des mesures de traitement de surface adaptées les unes aux autres est appelé système de traitement de surface.

9.3.4 Préparation de surface

Traitement de surfaces par nettoyage avant l'application de revêtements. Les arêtes vives et les aspérités doivent être impérativement éliminées sur les appareils d'appui utilisés dans la construction. Les perles de soudure doivent être éliminées.

Les travaux de décapage doivent être exécutés à l'aide de matériaux à arêtes vives. Le degré de pureté de la surface en acier est d'au moins Sa 2½ pour tous les éléments en acier. Toutes les croûtes d'oxyde, toutes les traces de rouille et tous les corps étrangers doivent être éliminés.

9.3.5 Revêtement

Terme générique décrivant une ou plusieurs couches fabriquées à partir de matériaux de recouvrement (pigment et liant), solidaires les unes des autres et appliquées sur un fond. Dans le cas de revêtements multicouches, on parle aussi de structure de revêtement.

Le **revêtement de base** se compose d'une ou plusieurs couches. Il sert de liaison entre le fond et le revêtement intermédiaire ou le revêtement de finition.

Le **revêtement intermédiaire** est situé entre le revêtement de base et le revêtement de finition. Il est spécifié dans la mesure où il ne peut être attribué ni au revêtement de base, ni au revêtement de finition.

Le **revêtement de finition** est constitué d'une ou plusieurs couches. Il est adapté aux couches inférieures et confère à la structure du revêtement les propriétés de surface requises, telles la couleur, la brillance, la texture et la résistance aux facteurs extérieurs.

9.3.6 Métallisation au zinc

Revêtement appliqué par projection d'un fil de zinc fondu à la flamme.

9.3.7 Épaisseur de couche

Épaisseur d'un revêtement sur un matériau de base, mesurée en µm. Dans les revêtements, on ne définit généralement que l'épaisseur de la couche sèche. L'ensemble des épaisseurs des couches forme l'**épaisseur nominale de la couche**. Celle-ci est définie selon SN EN ISO 12944-5. L'épaisseur de couche minimale est de 0,8 x l'épaisseur nominale de la couche et ne peut être inférieure à cette valeur à aucun endroit. L'épaisseur maximale de la couche ne doit pas dépasser le triple de l'épaisseur nominale prescrite.

9.3.8 Bouche-pores

Matériau de revêtement fortement dilué, appliqué après la métallisation au zinc. Le bouche-pores doit être adapté au matériau utilisé pour le revêtement consécutif.

9.4 Exigences générales

9.4.1 Catégorie de corrosivité

Tous les appareils d'appui sont incorporés dans la catégorie de corrosivité C5-I (industrie, très fort). Il s'agit en l'occurrence de secteurs industriels en milieux très humides et sous atmosphère agressive. Les plus-values relativement minimales qu'implique une protection de plus haute qualité des appareils d'appui comparativement au prolongement de leur durée de vie justifient ce classement (échafaudages et confinements coûteux, beaucoup de travail manuel, faible place disponible, etc.).

9.4.2 Mesures préventives

Les mesures préventives possibles à appliquer sont les suivantes:

- empêcher la présence de salissures dans la zone des appareils d'appui,
- empêcher l'arrivée d'eaux de surface, en particulier de solutions de sel de déverglaçage
- assurer la ventilation naturelle de la zone de l'appareil d'appui.

9.4.3 Propositions de systèmes de traitement de surface

Le traitement de surfaces en acier doit être élaboré de manière à garantir l'usage des appuis de ponts pendant 50 ans (compte tenu d'intervalles d'entretien usuels). Les plus-values générées par un traitement de surface de haute qualité sont insignifiantes en comparaison des coûts d'une remise en état complète ou du remplacement anticipé d'appuis de ponts.

Exemples de structures de revêtements qui ont donné satisfaction dans la pratique et répondent aux exigences de la norme SN EN ISO 12944:

Tableau 7 Proposition de traitement de surface avec revêtements métalliques et autres

Système 1: métallisation et revêtements		
Système de traitement de surface	Épaisseur nominale de la couche	Lieu d'application
Sablage Sa 3 avec matériau minéral de décapage		
Métallisation thermique au zinc	≥ 80 µm	Atelier
Bouche-pores		Atelier
2K époxy-fer micacé en 1 ou 2 couches	≥ 100 µm	Atelier, rouleau (pinceau)
2K polyuréthane-fer micacé en 1 ou 2 couches	≥ 100 µm	Atelier / chantier *
Épaisseur totale du revêtement	≥ 280 µm	

*) seules des finitions (réparations) peuvent être exécutées sur le chantier.

Tableau 8 Proposition de traitement de surface avec revêtement

Système 2: revêtements		
Système de traitement de surface	Épaisseur nominale de la couche	Lieu d'application
Sablage Sa 2½ avec matériau minéral de décapage		
Poussière de zinc ou phosphate de zinc	≥ 80 µm	Atelier, rouleau (pinceau)
2K époxy-fer micacé en 1 ou 2 couches	≥ 100 µm	Atelier
2K polyuréthane-fer micacé en 1 ou 2 couches	≥ 100 µm	Atelier / chantier *
Épaisseur totale du revêtement sec	≥ 280 µm	

*) seules des finitions (réparations) peuvent être exécutées sur le chantier.

9.4.4 Corrosion électrolytique

Lorsque les matériaux utilisés sont dissemblables, la corrosion électrolytique doit être évitée. L'action protectrice du traitement de surface par des liants doit correspondre à l'action protectrice des éléments de construction assemblés. Il est avantageux d'utiliser des liants zingués à chaud pour des constructions en acier dotées de revêtements.

9.4.5 Documentation

La structure du système de traitement de surface doit être indiquée dans son intégralité et avec précision sur les plans de construction des appareils d'appui. Ce système englobe:

- préparation des surfaces
- revêtement métallique avec épaisseur nominale de la couche
- nombre de couches de revêtement avec indication des matériaux de revêtement et des épaisseurs nominales des couches.

9.5 Mesures de protection contre les fientes d'oiseaux

A terme, les oiseaux nichant au voisinage immédiat d'appareils d'appui peuvent nuire à leur bon fonctionnement et surtout aux traitements de surface de ces éléments. Dans de tels cas, on peut installer, soit des filets à maillage fin, soit des écrans de protection sur les appuis ou sur la structure adjacente. Il convient également de veiller à ce que ces mesures ne provoquent pas de condensation préjudiciable sur les surfaces des appareils d'appui (la ventilation naturelle de la zone d'appui doit être assurée).

10. PARTIE 10: CONSERVATION

10.1 Introduction

Après la réception de l'ouvrage testé, le nouvel élément de construction (ou l'élément de la structure) est remis aux bons soins du maître de l'ouvrage. Cela fait, les représentants de l'exploitation et de l'entretien prennent formellement l'ouvrage en charge et sont responsables de sa maintenance. L'examen final doit être effectué avant l'expiration du délai de garantie. Il correspond à la première inspection principale.

10.2 Champ d'application

La Norme européenne EN 1337-10 s'applique à la surveillance et à l'entretien des appareils d'appui conçus conformément à l'EN 1337-1. Elle suppose l'existence d'instructions relatives au contrôle régulier de l'ensemble de la structure au cours de sa durée de vie utile (instructions d'utilisation, convention d'utilisation, base du projet, objectif de protection, plan de surveillance, plan de maintenance).

La norme EN 1337-10 spécifie les aspects de chaque type d'appareil d'appui qui doivent être contrôlés et consignés. Elle ne précise pas les valeurs admissibles, pour lesquelles il doit être fait référence aux parties correspondantes de la norme EN 1337 ainsi qu'aux plans et calculs de l'appareil d'appui.

10.3 Terminologie

Les définitions de la norme SIA 260 s'appliquent à la présente directive.

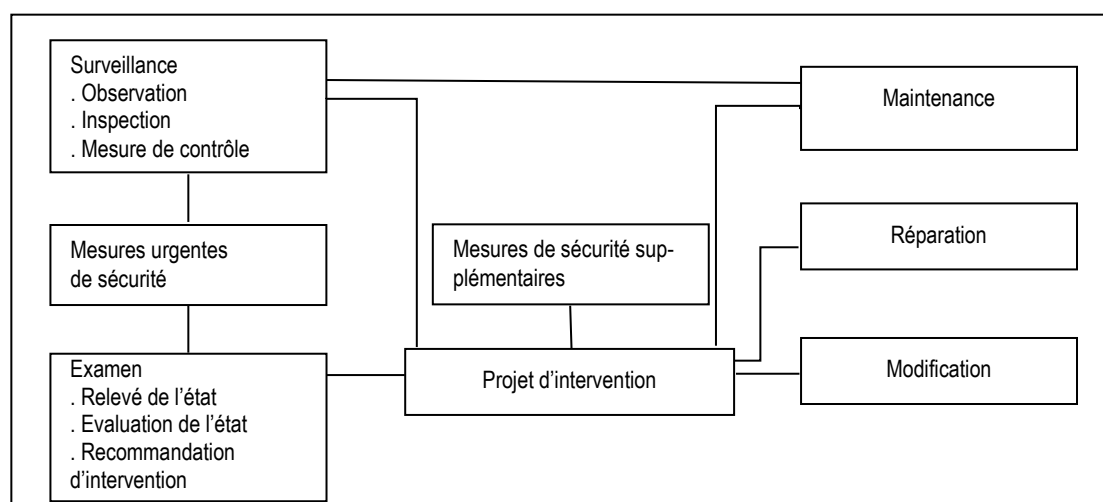


Figure 24: Conservation selon norme SIA 260: 2003

10.4 Inspection et maintenance

10.4.1 Objectifs

L'inspection des appareils d'appui a plusieurs objectifs, dont les principaux sont énumérés ci-après:

- détecter en temps utile les dommages survenus et leurs causes possibles,
- enregistrer systématiquement l'état des appareils d'appui. Cela permet de suivre toute modification significative de leur état,
- repérer les appareils d'appui en danger,
- fournir les indications utiles pour la maintenance, la réparation, le renforcement ou le remplacement d'appareils d'appui,
- ordonner les mesures d'urgence qui s'imposent.

Dans la mesure du possible, les inspections s'effectuent de manière non destructive. Leurs résultats doivent être documentés et consignés dans la banque de données KUBA conformément aux prescriptions de l'OFROU.

Il faut s'assurer que l'on utilise la même terminologie pour les mêmes dommages et que l'on applique la même échelle d'évaluation, en général d'après les manuels d'utilisateur de la banque de données KUBA.

10.4.2 Rapport d'inspection

Le rapport d'inspection contient au moins:

- documentation de l'état des appareils d'appui avec indication des principaux dommages,
- évaluation de l'état des appareils d'appui,
- mesures d'urgence éventuellement ordonnées,
- recommandations quant à la démarche ultérieure (p.ex. examen, date de la prochaine inspection),
- adaptations nécessaires du plan de maintenance (p.ex. fréquence des mesures de contrôle).

Les dommages doivent être documentés de manière à pouvoir être localisés sans risque d'erreur et à permettre de tirer des conclusions quant aux modifications observées ou à leur évolution. Des photos peuvent être utiles. On évaluera l'état des appareils d'appui sur la base des critères de la banque de données KUBA (état bon/acceptable/défectueux/mauvais/alarmant/incontrôlable). Dans le rapport, on mentionnera spécifiquement tous les éléments de la structure qui ne peuvent être vus ou peuvent l'être seulement à distance. L'annexe D présente un exemple de rapport d'inspection.

10.4.3 Contrôle d'éléments de glissement d'appareils d'appui comportant du PTFE

Pour les appareils d'appui:

- N° 1.3: appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement mobile sur un axe et appareils d'appui guidés pour l'autre direction
- N° 1.4: appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement mobile sur deux axes
- N° 1.5: appareil d'appui en élastomère avec élément de glissement mobile sur un axe

- N° 2.2: appareil d'appui à pot avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 2.3: appareil d'appui à pot avec élément de glissement mobile sur deux axes
- N° 4.2: appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 4.3: appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement mobile sur deux axes
- N° 5.2: appareil d'appui à balancier à contact linéaire en acier avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 5.3: appareil d'appui à balancier à contact linéaire en acier avec élément de glissement mobile sur deux axes

la proéminence h entre la surface de glissement et la plaque contenant la feuille en PTFE doit être mesurée en un nombre suffisant de points permettant d'obtenir la valeur minimale h à consigner dans le protocole.

Lorsqu'il est visible, l'état de la surface de glissement et de ses fixations doit être consigné.

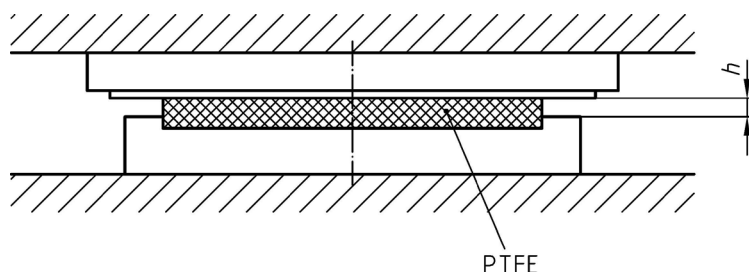


Figure 25: Eléments de glissement d'appareils d'appui avec PTFE

10.4.4 Contrôle d'appareils d'appui en élastomère et d'éléments en élastomère d'appareils d'appui combinés

Pour les appareils d'appui en élastomère:

- N° 1.1: appareil d'appui en élastomère
- N° 1.2: appareil d'appui en élastomère avec appui guidé pour l'autre direction

les surfaces visibles doivent être vérifiées afin de rechercher la présence de fissures et de déformations excessives. Si les fissures atteignent les frettes internes de l'appareil d'appui, le rapport doit informer les maîtres d'ouvrage de cette situation et du risque de corrosion et de défaillance du produit. De plus, le remplacement de l'appareil d'appui doit être envisagé. Les valeurs de v_x et v_y doivent être consignées. On trouvera au chapitre 3.10 d'autres indications relatives à la surveillance et à l'inspection d'appareils d'appui en élastomère installés.

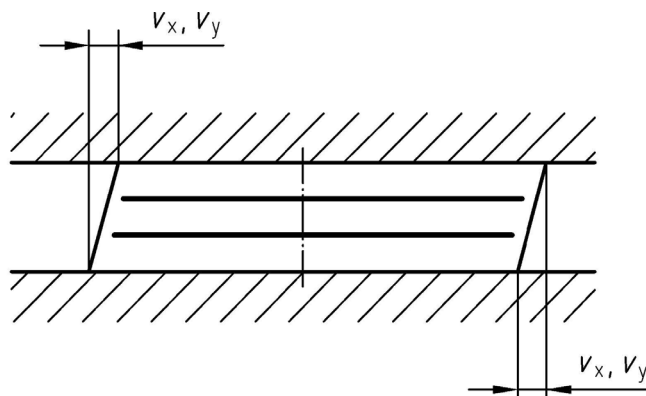


Figure 26: Appareil d'appui en élastomère

10.4.5 Contrôles d'appareils d'appui à pot et d'éléments de pot d'appareils d'appui combinés

Pour les appareils d'appui à pot:

- N° 2.1: appareil d'appui à pot
- N° 2.2: appareil d'appui à pot avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 2.3: appareil d'appui à pot avec élément de glissement mobile sur deux axes

il y a lieu de consigner les jeux s_1 min. et s_1 max. permettant les mouvements de rotation. On trouvera, resp. au chapitre 5.8 et dans la norme EN 1337-10, d'autres indications sur la surveillance des appareils d'appui à pot pendant leur durée de vie.

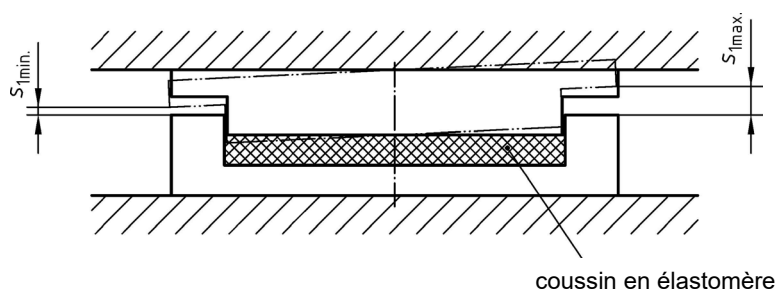


Figure 27: Appareil d'appui à pot

10.4.6 Contrôle d'appareils d'appui à balancier et d'éléments à balancier d'appareils d'appui combinés

Pour les appareils d'appui à balancier:

- N° 4.1: appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier
- N° 4.2: appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 4.3: appareil d'appui à balancier à contact ponctuel en acier avec élément de glissement mobile sur deux axes
- N° 5.1: appareil d'appui à balancier à contact linéaire en acier
- N° 5.2: appareil d'appui à balancier à contact linéaire en acier avec élément de glissement mobile sur un axe
- N° 5.3: appareil d'appui à balancier à contact linéaire en acier avec élément de glissement mobile sur deux axes

il y a lieu de consigner les jeux s_1 min. et s_1 max. permettant les mouvements de rotation et de calculer l'angle de rotation α_x . En outre, l'état des surfaces de contact, la continuité ou non des lignes de contact, de même que les positions relatives des plaques supérieure et inférieure doivent être évalués dans la mesure où ils sont visibles.

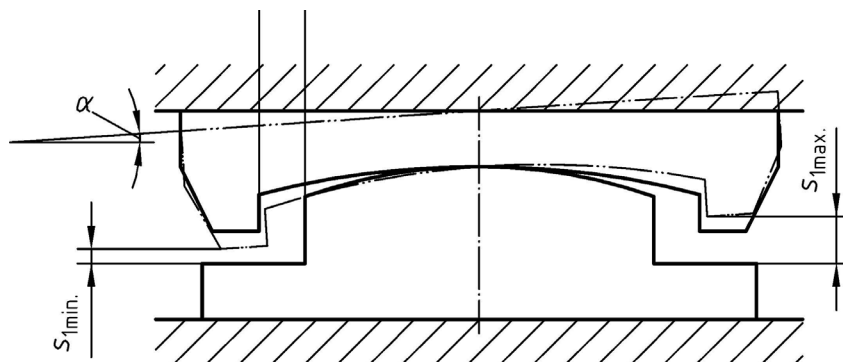


Figure 28: Appareil d'appui à balancier à contact ponctuel

10.4.7 Contrôle d'appareils d'appui sphériques et cylindriques

Pour les appareils d'appui sphériques:

- N° 3.1: appareil d'appui sphérique avec blocage hors de la partie en rotation
- N° 3.2: appareil d'appui sphérique avec blocage à travers la partie en rotation
- N° 3.3: appareil d'appui sphérique avec élément de glissement mobile sur un axe (guidage externe)
- N° 3.4: appareil d'appui sphérique avec élément de glissement mobile sur un axe (guidage interne)
- N° 3.5: appareil d'appui sphérique avec élément de glissement mobile sur deux axes

il y a lieu de consigner la hauteur h_{\min} .

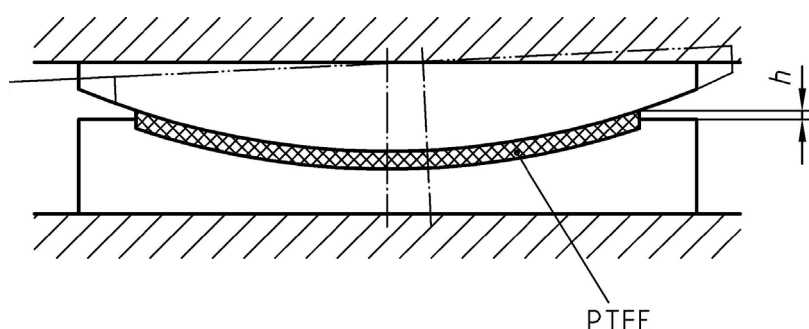


Figure 29: Appareils d'appui sphérique et cylindrique

Pour les appareils d'appui cylindriques:

- N° 7.1: appareil d'appui cylindrique fixe
- N° 7.2: appareil d'appui cylindrique avec élément de glissement dans la direction transversale
- N° 7.3: appareil d'appui cylindrique avec élément de glissement dans la direction longitudinale
- N° 7.4: appareil d'appui cylindrique mobile dans toutes les directions

il y a lieu de consigner la hauteur h et le déport latéral v_y perpendiculaire à la direction principale du mouvement de la structure porteuse.

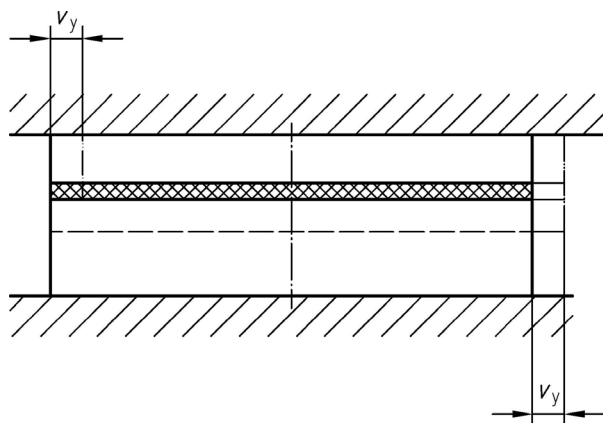


Figure 30: Vue latérale d'un appareil d'appui cylindrique

10.4.8 Contrôle d'appareils d'appui à rouleau

Dans le cas des appareils d'appui à rouleau, on consignera dans le rapport d'inspection l'état des surfaces de roulement, la continuité ou non de la ligne de contact, ainsi que les positions relatives des plaques supérieure et inférieure v_x (annexe D). On indiquera également l'état des dispositifs de guidage.

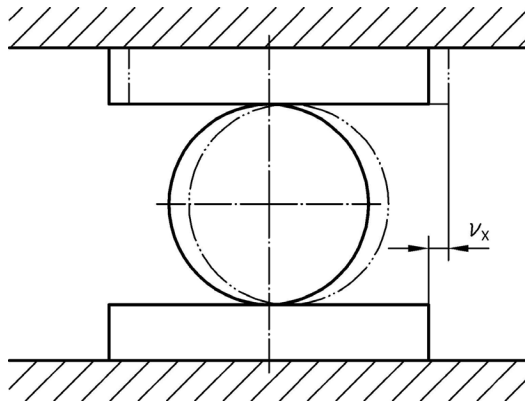


Figure 31: Appareil d'appui à rouleau

10.5 Réparation et remplacement

Des mesures doivent être prises afin qu'il soit possible de rétablir en tout temps la sécurité structurale et le bon état de fonctionnement. Il faut pouvoir accéder facilement à tous les éléments des appareils d'appui afin de pouvoir renouveler leur traitement de surface. Un léger levage de la structure doit permettre d'ajuster et de remplacer des appareils d'appui ou des éléments de ceux-ci. En l'occurrence, les appareils d'appui devront être conçus de manière à ce qu'il soit possible de les remplacer en soulevant la structure de 10 mm au plus.

Les dispositifs de levage (vérins) ne doivent être appliqués qu'aux points de charge prévus. Il ne faut en aucun cas dépasser les forces de levage admissibles et les hauteurs de levage prévues. Le remplacement des appareils d'appui ou de certains de leurs éléments doit s'effectuer sans dommages pour la structure. Toute disposition doit être prise afin d'éviter une chute de la structure en cas de défaillance des vérins.

Lorsque la structure est susceptible de bouger au cours du remplacement ou de la réparation d'un appareil d'appui en position levée, il convient de prévoir une surface de glissement provisoire.

Une attention toute particulière doit être prêtée au risque de réaction de charges horizontales importantes (effets du freinage, par exemple) sur l'appareil d'appui en raison de la déformation élastique du pont. Ce risque doit être examiné avec le plus grand soin, et les actions nécessaires doivent être entreprises avant de procéder à toute opération de levage. Pendant le remplacement, il faut également pouvoir absorber en tout temps les éventuelles forces horizontales.

Il est judicieux de consigner sur le plan de pose des appareils d'appui les indications ci-après pour les travaux de réparation et leur remplacement:

- dimensions et forces des vérins prévus,
- position et dimensions des emplacements des vérins,
- indications relatives aux mesures de répartition des charges (p.ex. plaques en acier, frettes) et visant à absorber les mouvements (p.ex. plaques de glissement en PTFE) sur les vérins, éventuellement avec fixations latérales indispensables pour les travaux de longue durée,
- forces agissant sur les appareils d'appui (max./min. sans et avec trafic) ainsi que l'augmentation de la réaction d'appui par mm de course du vérin,
- indication de la course nécessaire et admissible du vérin (hauteur de levage).

Tous les travaux de réparation doivent être consignés dans un rapport.

11. PARTIE 11: TRANSPORT, ENTREPOSAGE INTERMÉDIAIRE ET MONTAGE

11.1 Champ d'application

La norme EN 1337-11 s'applique au transport, à l'entreposage intermédiaire et à la mise en œuvre d'appareils d'appui utilisés dans la construction de ponts ou de structures nécessitant des systèmes d'appui comparables.

11.2 Exigences générales posées au transport et à l'entreposage intermédiaire

Seul du personnel qualifié dont les compétences et les connaissances sont certifiées est habilité à manutentionner et installer des appareils d'appui.

Les appareils d'appui doivent être manipulés avec soin et protégés contre les détériorations et la contamination. Si le levage ne peut pas être effectué à la main, des fixations permanentes ou temporaires doivent être prévues pour faciliter cette opération par des moyens mécaniques. Les appareils d'appui doivent être emballés de manière à empêcher leur endommagement pendant le transport. Le déchargement des appareils d'appui doit se faire à l'aide de grues ou d'élévateurs pouvant les transporter par les dispositifs de levage prévus (éléments à boucle).

Si les appareils d'appui ne sont pas placés dans la construction immédiatement après leur livraison, ils doivent être entreposés par l'utilisateur sur un support approprié, recouverts d'un revêtement protecteur et ventilés par-dessous. Cet entreposage intermédiaire doit se faire dans des conditions n'entraînant ni pollution, ni détérioration des appareils d'appui par les intempéries (chaleur, pluie, neige ou grêle) ou par des polluants ou autres facteurs préjudiciables tels que les travaux en cours ou la circulation sur le site.

11.3 Contrôle après livraison

L'état des appareils d'appui doit être contrôlé sur le site avant installation. On prêter une attention particulière aux points suivants:

- propreté des appareils d'appui
- défauts ou dommages au traitement de surface
- conformité de la livraison avec les plans des appareils d'appui (plans de construction) et le plan de mise en œuvre des appareils d'appui
- marquage des axes x et y et de la direction du préréglage.

11.4 Mise en oeuvre

La mise en oeuvre est basée sur le plan de mise en œuvre des appareils d'appui (voir aussi le chapitre 1.9). L'installation des appareils d'appui doit être en tout point conforme au plan de mise en œuvre.

Le réglage des appareils d'appui doit être vérifié après la mise en service. Cette opération doit surtout garantir que la direction du préréglage correspond aux calculs du responsable du projet.

11.5 Mise en place des appareils d'appui

En général, les appareils d'appui ne doivent pas être installés directement sur l'élément de construction, mais plutôt sur une couche intermédiaire servant de plan de nivellement. Seuls les appareils d'appui en élastomère sans frettes extérieures peuvent être posés directement sur une surface d'appui, laquelle doit être propre, sèche, lisse et plane et respecter les tolérances indiquées au chapitre 3.9 de la présente directive.

Si cela est spécifié, des vis d'ajustement doivent être utilisées pour régler la position de l'appareil d'appui. Des cales ou d'autres dispositifs appropriés peuvent également être utilisés.

11.6 Contrôle du montage

Pour vérifier le montage des appareils d'appui, il faut, avant de les sceller, procéder à une réception commune avec la direction des travaux, le responsable du projet, l'entrepreneur et le fournisseur. Outre l'inclinaison des appareils d'appui, il y a lieu de vérifier le préréglage et le dispositif d'arrêt.

11.7 Scellement des appareils d'appui

En général, les appareils d'appui sont scellés à l'aide d'un mortier spécial coulé ou, exceptionnellement, bourrés avec du mortier. Le bourrage ne convient qu'aux appareils d'appui de faibles dimensions. Lors de cette opération, il faut être particulièrement attentif à ce que les plaques de base ou d'ancrage ainsi que les bases des pots, etc. soient calées sur toute leur surface.

Les règles à observer lors du scellement sont les suivantes:

- Utilisation d'un mortier de ciment à consistance fluide et à faible taux de retrait (compensation du retrait par gonflement) de haute qualité.
- La granulométrie maximale du mortier doit être adaptée aux plus petites dimensions de l'espace vide à remplir.
- Le béton d'assise doit être mouillé avant le scellement de l'appareil d'appui. Les évidements doivent être remplis d'eau, puis entièrement vidés.
- Le mortier à couler doit être généralement mis en place à l'aide d'un entonnoir et d'un tuyau de manière à ce qu'une surpression se crée dans l'espace vide à remplir.
- Pour éviter que de l'air soit emprisonné dans les évidements fermés, on aménagera des orifices ou placera de petits tubes afin d'assurer l'évacuation de l'air. Pour sceller les pistons des pots, les plaques d'ancrage supérieures, etc., on disposera si possible des tubes de remplissage et d'aération dans la superstructure (tablier).
- La plaque inférieure ou la plaque d'ancrage de l'appareil d'appui doit être sertie dans une épaisseur de 10 mm de mortier, celui-ci l'entourant latéralement de 30 à 40 mm.

Dans tous les cas, on réalisera un appui couvrant toute la surface, sans espaces vides.

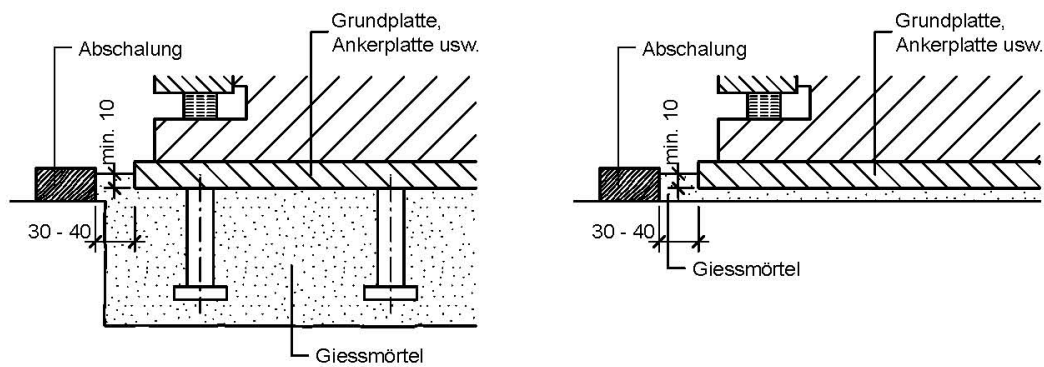


Figure 32: Scellement des appareils d'appui

11.8 Lits de mortier non armé

L'épaisseur maximale d'un mortier de bourrage non armé entre l'appareil d'appui et le bossage doit être limitée à la plus petite des deux valeurs suivantes :

$$50 \text{ mm} \quad \text{ou} \quad 0,1 \cdot \frac{\text{surface de la zone de contact de l'appui [mm}^2\text{]}}{\text{périmètre de la zone de contact [mm]}} + 15 \text{ mm}$$

L'épaisseur minimale ne doit pas être inférieure à trois fois la granulométrie maximale du mortier.

Office fédéral des routes
Détails de construction de ponts: directives
Chapitre 1 Appareils d'appui

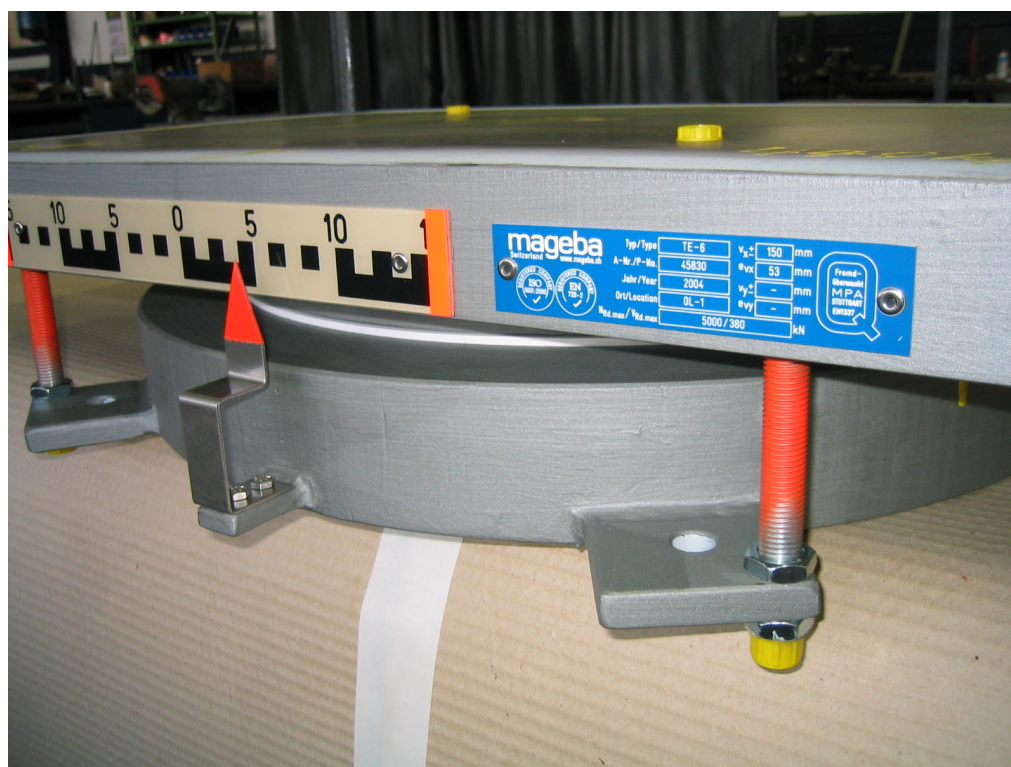
Annexe A

Exemples photographiques de divers types d'appareils d'appui



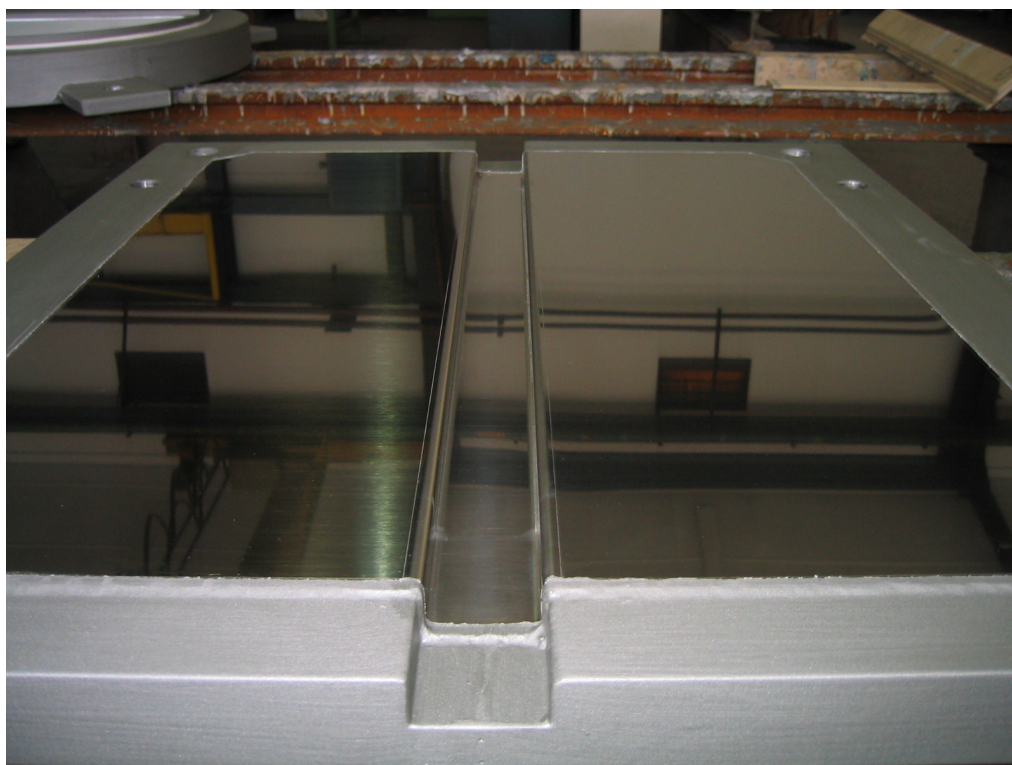
Partie 1 : Elaboration du projet

Inscription en haut sur l'appareil d'appui : type d'appareil d'appui, direction du préréglage, direction de la mise en place



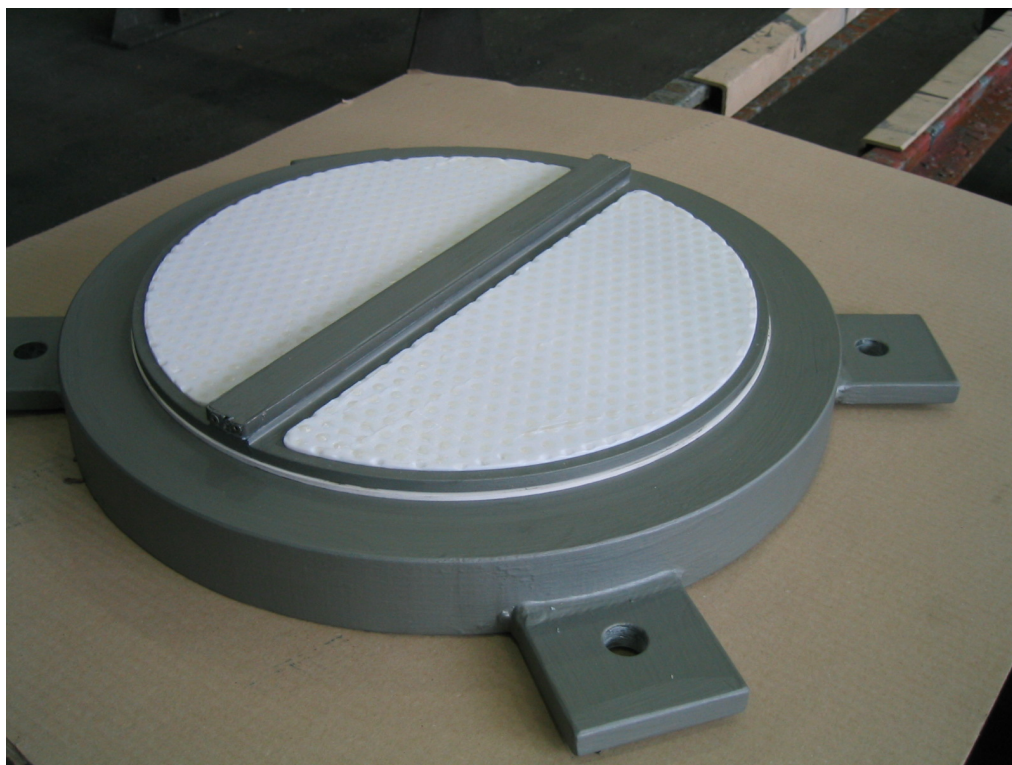
Partie 1 : Elaboration du projet

Plaquette d'identification et indicateur de mouvement



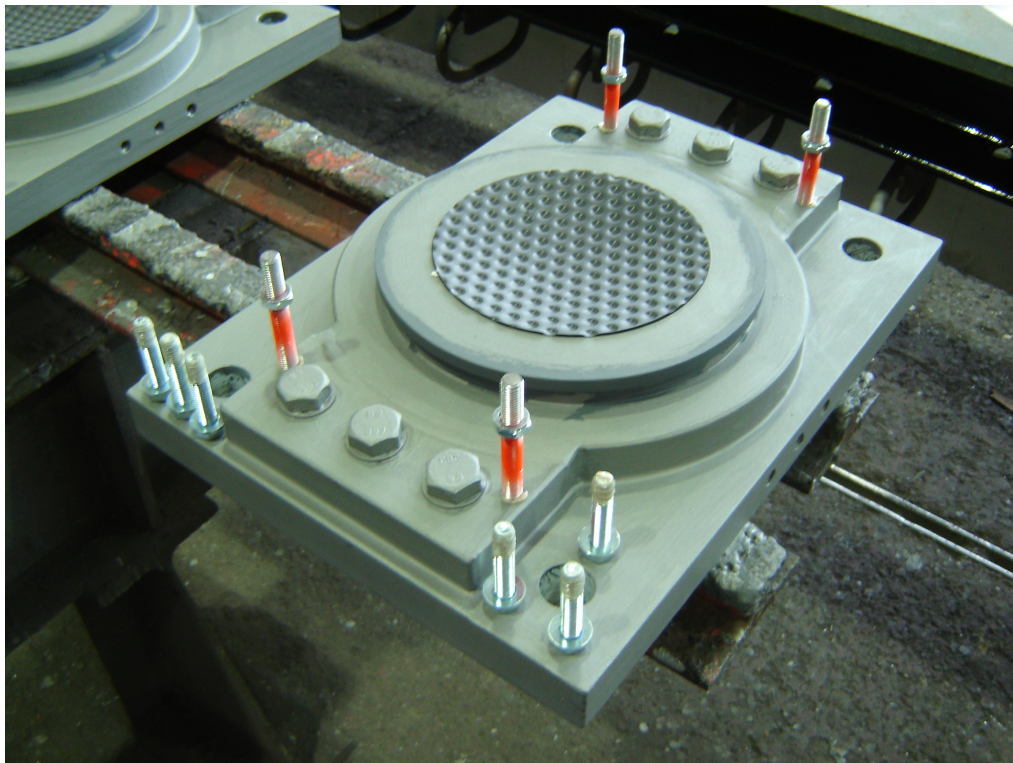
Partie 2 : Éléments de glissement

Plan de glissement du matériau de glissement - plaque de glissement, y c. guide en acier chromé poli



Partie 2 : Éléments de glissement

Couvercle avec guide (matériau de glissement CM) et PTFE en guise de matériau de glissement dans la surface principale de glissement



Partie 2 : Éléments de glissement

Matériau de glissement alternatif à base de UHMWPE avec alvéoles de lubrification (pour le lubrifiant)



Partie 3 : Appareils d'appui en élastomère

Appareil d'appui en élastomère fretté



Partie 5 : Appareils d'appui à pot
Pot avec coussin en élastomère intégré (en bas) et piston (en haut sur la photo)



Partie 5 : Appareils d'appui à pot
Coussin en élastomère



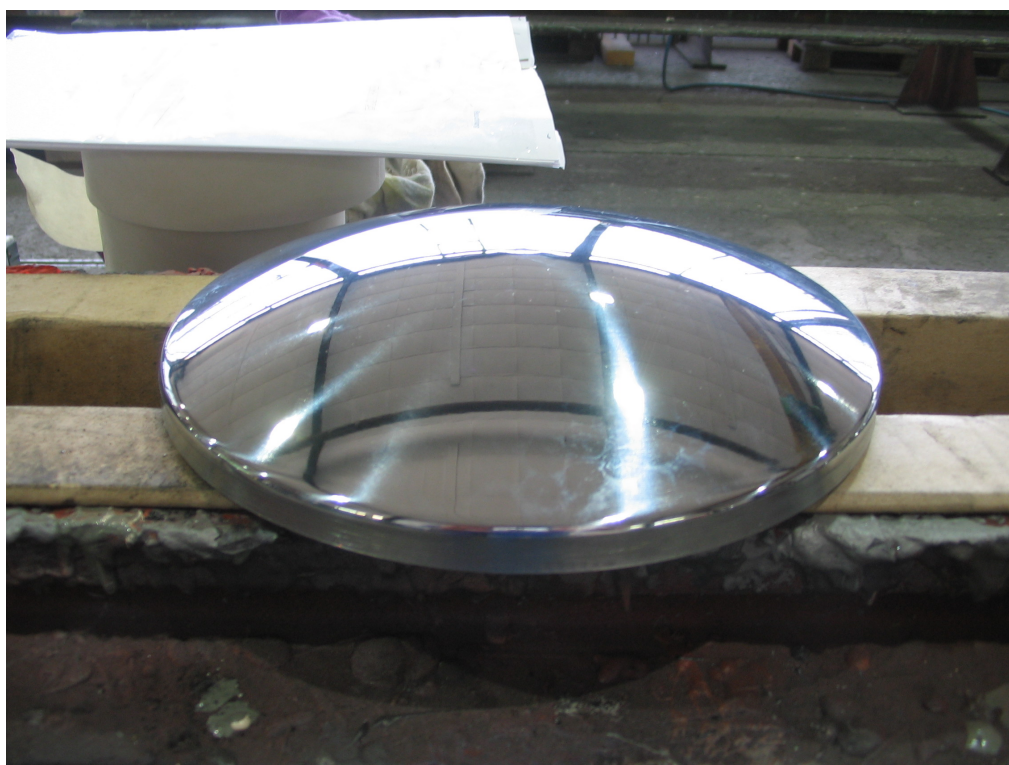
Partie 5 : Appareils d'appui à pot
Exemple d'un joint interne - chaîne POM



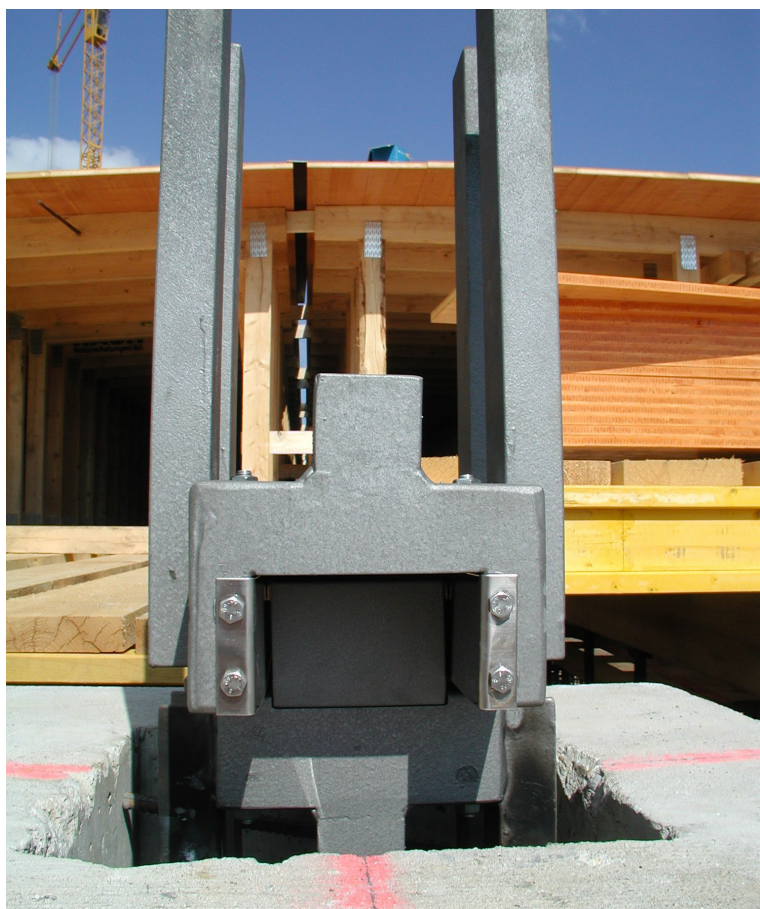
Partie 6 : Appareils d'appui à balancier
Exemple d'un appareil d'appui à balancier à contact linéaire



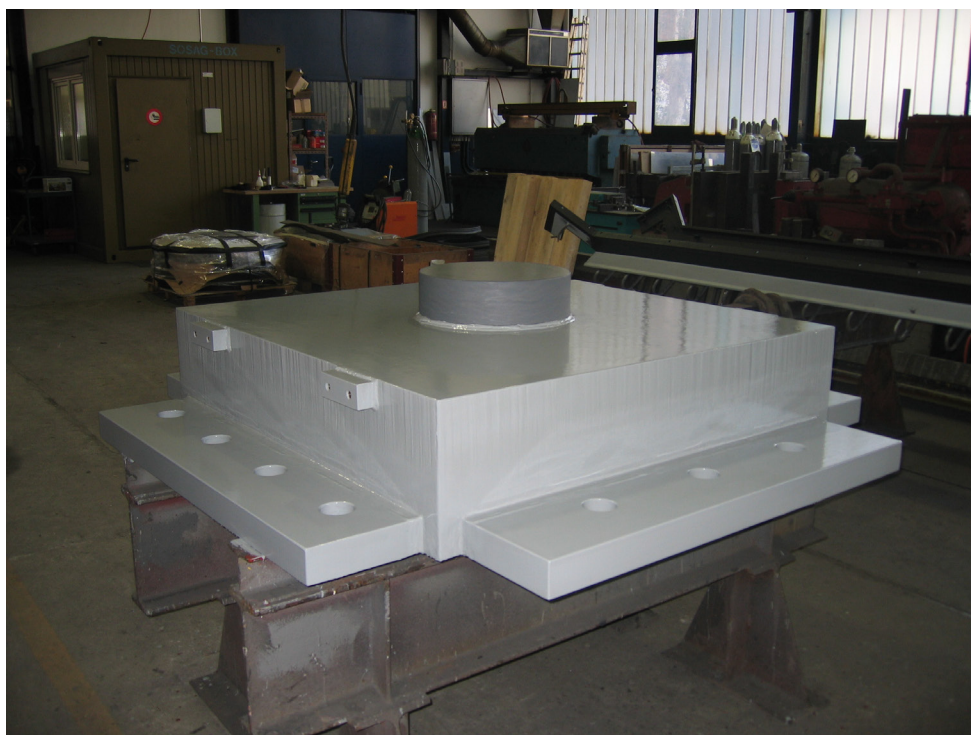
Partie 7 : Appareils d'appui sphériques
Exemple d'un appareil d'appui sphérique



Partie 7 : Appareils d'appui sphériques
Partie en rotation polie



Partie 8 : Appareils d'appui guidés
Exemple d'un appareil d'appui guidé



Partie 8 : Appareils d'appui bloqués
Partie inférieure d'un appareil d'appui bloqué



Partie 9 : Protection

Appareil d'appui bloqué complet avec ses parties inférieure et supérieure

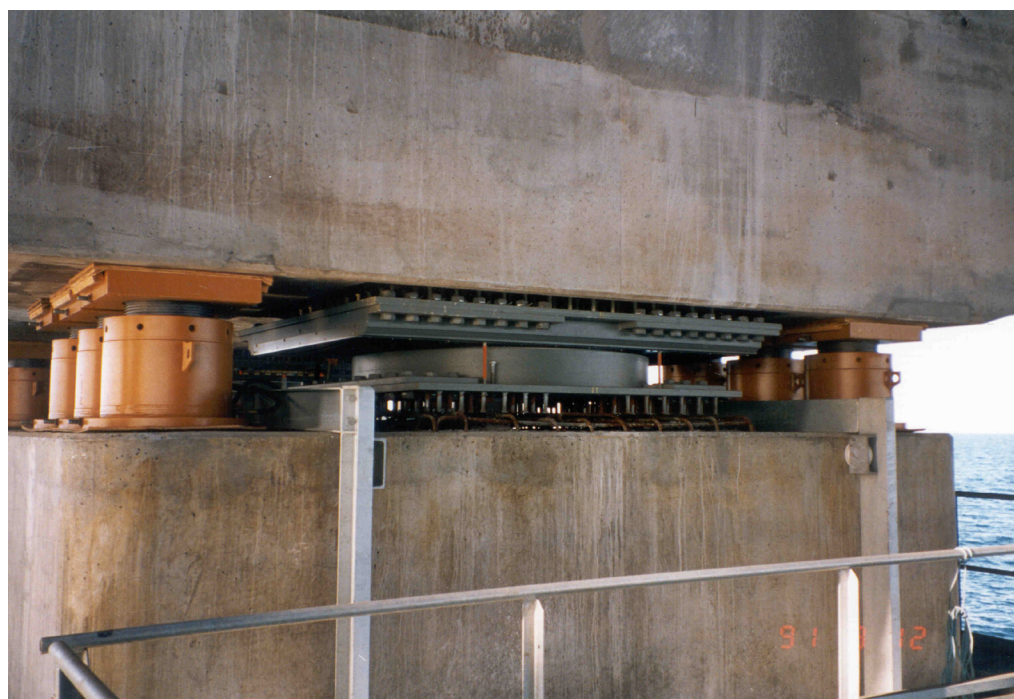


Partie 9 : Protection

Mesure de protection sous la forme d'une bavette en caoutchouc démontable



Partie 11 : Transport, entreposage intermédiaire et montage
Démontage de la protection de transport immédiatement après le montage de l'appareil d'appui



Partie 11 : Transport, entreposage intermédiaire et montage
Appareil d'appui mis en place, prêt pour le scellement

Office fédéral des routes
Détails de construction de ponts: directives
Chapitre 1 Appareils d'appui

Annexe B

Liste des appareils d'appui de la "Vereinigung der Hersteller von Fahrbahnübergängen und Lagern"
(www.vhfl.de, Richtlinie 10)

VHFL	FAHRBAHN- ÜBERGÄNGE BRÜCKEN- LAGER	ANWENDUNG NEUER TECHNISCHER REGELN Bemessung von Brückenlagern	VHFL- Richtlinie 10
-------------	---	---	------------------------------------

Ausgabe Februar 2005

2 Lagerliste

Lagerlisten stehen gegenwärtig in DIN V 4141-1:2003-05 und DIN EN 1337-1: 2001-02 zur Verfügung. Die DIN EN 1337-1 bietet zwei Lagerlisten (B1 und B2) an und gestattet, dass der **Aufsteller** diejenige wählen soll, die seinen Anforderungen am besten entspricht oder er soll seine eigene Liste erstellen.

Hinweis:

Eine sogenannte "Typische Lagerliste" ist im Anhang A (normativ) der prEN 1993-2:2004 enthalten, die den Ansprüchen der Lagerhersteller in der vorliegenden Form nicht gerecht wird. Eine verbindliche Lagerliste wird im Rahmen der Bearbeitung dieses Anhangs A erstellt.

2.1 Kommentar zur Lagerliste gemäß DIN V 4141-1 :2003-5:

Von diesem Tabellenvorschlag darf abgewichen werden.

Die Lagerliste kann in der vorliegenden Form nicht verwendet werden, weil

sie in den meisten Fällen gemäß Ausschreibung nicht anzuwenden ist
nicht unterscheidet zwischen charakteristischer und Grundkombination und
sie keine zugehörigen Lasten (z. B. $\min N_d$ und zugehörig $\max V_d$) aufweist.

Bemerkenswert ist jedoch, dass sämtliche für die Bemessung eines Lagers erforderlichen Angaben bereitzustellen sind.

2.2 Kommentar zur Lagerliste B1 gemäß EN 1337-1:2000:

Die Lagerliste kann in der vorliegenden Form nicht verwendet werden, weil

keine charakteristischen und Grundkombinationen ausgewiesen werden,
• verschiedene Angaben verlangt werden, die für die Bemessung nicht maßgebend sind,
(z. B. Widerstände gegen Verschiebung und Verdrehung) und
die Liste keine zugehörigen Lasten (z. B. $\min N_d$ und zugehörig $\max V_d$) aufweist.

2.3 Kommentar zur Lagerliste B2 gemäß EN 1337-1 :2000:

Die Lagerliste ist identisch mit der aus DIN V 4141-1 und aus den in Abs. 2.1 genannten Gründen ebenfalls nicht brauchbar.

2.4 Lagerliste für die Lagerhersteller

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Anwendung der in den vorhandenen Normen bzw. Normentwürfen enthaltenen Lagerlisten für die Lagerhersteller in der Praxis nicht sinnvoll ist. Deshalb soll die folgende Lagerliste (Tabelle 2.1) verwendet werden, die alle für die Lagerbemessung maßgebenden Kombinationsgrößen enthält. Von der Liste darf abgewichen werden, wenn das sinnvoll ist. Die folgende Lagerliste bzw. eine sinngemäße Vereinfachung davon ist für die Planungsbüros verbindlich. Sie bietet vor allem den Vorteil, dass bereits in der Angebotsphase vergleichbare Leistungen angeboten werden, weil alle Anbieter dieselben zutreffenden Last- und Verformungskombinationen verwenden.

[illegible]

Office fédéral des routes
Détails de construction de ponts: directives
Chapitre 1 Appareils d'appui

Annexe C

Exemple de rapport d'inspection concernant les appareils d'appui

INSPEKTIONSBERICHT

Bauwerk:

Name des Prüfers:

Jahr der Fertigstellung des Bauwerks:

Datum der Inspektion:

Augenblickliche Bauwerkstemperatur:

Nr.	Inspektionspunkt	Lager
1	Ort des Lagers/Kennzeichnung (siehe Kap. 1.8.3 dieser Richtlinie)	.....
2	Lagerart/Hersteller (siehe Tabelle 1/2 dieser Richtlinie)	.....
3	Zeichnungsnummer	.....
4	Schutzvorrichtung: <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/> vorhanden	.....
5	Bewegungsanzeiger: <input type="checkbox"/> erforderlich <input type="checkbox"/> vorhanden	Stellung mm
6	Lagerbewegung: Längsverschiebung v_x gerechnet mm Querverschiebung v_y gerechnet mm Längsverdrehung α_x gerechnet Querverdrehung α_y gerechnet	v_x gemessen mm v_y gemessen mm α_x gemessen α_y gemessen
7	Spalthöhe Spiel für Verdrehungsbewegungen	h mm s_{1min} mm s_{1max} mm
8	Gleitlager: Befestigungsschäden und Zustand des austentischen Stahlblechs, Kontakt am PTFE	..........
9	Elastomerlager: Äusserer Zustand, Beschreibung von Rissen, klaffende Fugen	..........
10	Rollenlager und stählerne Linienkipplager: Kontaktlinie, Ebenheit und Parallelität der Platte, Zustand der Rollfläche, Rechtwinkligkeit, Schmierung	...............
11	Topflager, stählerne Punktkipplager	.....
12	Arretierungsvorrichtung/Führung (für geführte Lager und Führungslager)	.....
13	Oberflächenschutz	.....
14	Lage und Zustand der äusseren Lagerplatten/Verankerungen	.....
15	Schäden an Stahlteilen	.....
16	Zustand der angrenzenden Bauteile (Tragwerk, Mörtelfuge, Sockel)	.....
17	Anmerkungen (z.B. ungewöhnliche Geräusche, Verschmutzung usw.)	.....
18	Ergebnis der Inspektion, erforderliche Massnahmen: Lage, Korrektur, Instandsetzung (falls erforderlich, auf einem separaten Blatt)	..... .....
19	Nächste Inspektion (Jahr und Angabe, ob Hauptinspektion oder Zwischeninspektion)	..... .....

ANMERKUNG: Alle Masse und Winkel sind in mm bzw. Grad anzugeben. Ein positives Vorzeichen bedeutet eine Bewegungsrichtung, die vom Festpunkt weg zeigt bzw. bezogen auf eine vertikale Bewegung nach unten zeigt.