

Remplace, conjointement avec la norme SIA 269, la directive SIA 462, édition 1994

Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen
Mantenimento di strutture portanti – Azioni
Existing structures – Actions

Maintenance des structures porteuses – Actions

269/1

Les corrections et commentaires éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/correctif.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

2011-01 1^{er} tirage

TABLE DES MATIÈRES

	Page		Page		
Avant-propos	4	11	Trafic ferroviaire à voie normale	14	
0	Domaine d'application	5	11.1	Généralités	14
0.1	Délimitation	5	11.2	Actualisation	14
0.2	Références	5	12	Trafic ferroviaire à voie étroite	17
0.3	Dérogations	5	12.1	Généralités	17
1	Terminologie	6	12.2	Actualisation	17
1.1	Termes techniques	6	13	Garde-corps	18
1.2	Notations	6	13.1	Généralités	18
2	Poids propres de la structure porteuse et des éléments non porteurs	7	13.2	Actualisation	18
2.1	Généralités	7	14	Choc	18
2.2	Actualisation du poids propre de la structure porteuse	7	14.1	Généralités	18
2.3	Actualisation du poids propre des éléments non porteurs	7	15	Incendie	19
3	Précontrainte	8	15.1	Généralités	19
3.1	Généralités	8	15.2	Actualisation	19
3.2	Actualisation	8	16	Séisme	20
4	Sol de fondation	8	16.1	Généralités	20
4.1	Généralités	8	17	Explosion	20
4.2	Actualisation	8	17.1	Généralités	20
5	Neige	9	Annexe		
5.1	Généralités	9	A	Coefficients dynamiques pour les modèles de charge applicables aux classes de lignes et aux trains en service	21
5.2	Actualisation	9	Adoption et validité	24	
6	Vent	9			
6.1	Généralités	9			
6.2	Actualisation	9			
7	Température	10			
7.1	Généralités	10			
7.2	Actualisation	10			
8	Exploitation des bâtiments	10			
8.1	Généralités	10			
8.2	Actualisation	10			
9	Trafic non motorisé	11			
9.1	Généralités	11			
9.2	Actualisation	11			
10	Trafic routier	12			
10.1	Généralités	12			
10.2	Actualisation	12			

AVANT-PROPOS

La norme SIA 269/1 fournit les indications nécessaires et les procédures à suivre pour actualiser les actions subies par les structures porteuses existantes. Elle s'adresse aux professionnels de la maintenance des ouvrages et aux propriétaires d'ouvrages.

La norme SIA 269/1 fait partie intégrante des normes SIA relatives à la maintenance des structures porteuses. Elle est complétée par les normes suivantes :

- Norme SIA 269 Bases pour la maintenance des structures porteuses
- Norme SIA 269/2 Maintenance des structures porteuses – Structures en béton
- Norme SIA 269/3 Maintenance des structures porteuses – Structures en acier
- Norme SIA 269/4 Maintenance des structures porteuses – Structures mixtes acier-béton
- Norme SIA 269/5 Maintenance des structures porteuses – Structures en bois
- Norme SIA 269/6 Maintenance des structures porteuses – Structures en maçonnerie
- Norme SIA 269/7 Maintenance des structures porteuses – Géotechnique.

L'examen des ouvrages existants face aux séismes reste fondé sur le cahier technique SIA 2018. Il est toutefois prévu de compléter les normes de maintenance par une norme SIA 269/8 *Maintenance des structures porteuses – Sécurité parasismique*.

La norme SIA 269/1 réglemente les aspects des actions subies par les structures porteuses existantes qui ne sont pas traités dans les normes SIA 261 et SIA 261/1.

Direction du projet Maintenance des structures porteuses et groupe de travail SIA 269/1

0 DOMAINE D'APPLICATION

0.1 Délimitation

- 0.1.1 La norme SIA 269/1 fixe les principes et les méthodes devant être appliqués pour actualiser les actions subies par tous les types de structures porteuses existantes, quel que soit leur mode de construction.
- 0.1.2 La présente norme s'applique conjointement avec les normes SIA 269 et SIA 269/2 à SIA 269/8, ainsi qu'avec les normes SIA 261 et SIA 261/1. Les utilisations non prévues dans ces normes seront traitées en appliquant par analogie les principes de la norme SIA 269/1.
- 0.1.3 Lors de modifications, les nouveaux éléments de structure seront en règle générale traités conformément à la norme SIA 261 et les éléments existants selon les normes SIA 269 et 269/1. On peut déroger à cette règle en rapport avec la détermination des actions variables si d'autres délimitations sont indiquées sur la base de considérations spécifiques.
- 0.1.4 La norme SIA 269/1 n'est pas applicable à l'étude et au dimensionnement de nouvelles structures porteuses.

0.2 Références

- 0.2.1 Cette norme renvoie également aux réglementations mentionnées ci-après, dont les dispositions s'appliquent en tout ou partie dans le sens du renvoi:
 - Norme SIA 261/1 *Actions sur les structures porteuses – Spécifications complémentaires*
 - Cahier technique SIA 2018 *Vérification de la sécurité parasismique des bâtiments existants*
 - SN EN 1991-2 *Actions sur les structures – Partie 2: Actions sur les ponts, dues au trafic.*
- 0.2.2 Les normes et directives caduques n'ont aucune validité et peuvent uniquement servir de références indicatives aux fins de documentation dans la convention d'utilisation et dans la base du projet.

0.3 Dérogations

- 0.3.1 Des dérogations à la présente norme sont admissibles, si elles sont suffisamment justifiées par la théorie ou par des essais, ou si de nouveaux développements ou de nouvelles connaissances dans le domaine en question permettent une telle démarche.
- 0.3.2 Les dérogations à la norme seront clairement mentionnées et dûment justifiées dans le dossier de l'ouvrage.

1 TERMINOLOGIE

1.1 Termes techniques

La présente norme utilise les termes techniques définis dans les normes SIA 260, SIA 261, SIA 261/1 et SIA 269.

1.2 Notations

1.2.1 Majuscules latines

$E_{act,LC}$	effets actualisés du trafic ferroviaire à voie normale sur une classe de ligne donnée
$E(Q_{k,LM1})$	effets du modèle de charge 1, pour le trafic ferroviaire à voie normale au sens de la norme SIA 261
G	volume prévu du trafic futur, par an et par voie
$G_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée des poids propres de la structure porteuse et des éléments non porteurs
K_0	coefficient de poussée des terres au repos
N_0	nombre de véhicules d'un poids supérieur à 3,5 t, par an et par direction de circulation
N_{obs}	volume prévu du trafic futur
$P_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée de la précontrainte
Q_{act}	charge d'essieu nominale
$Q_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée
$QA_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée de la force due au démarrage
$QB_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée de la force due au freinage
$QS_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée de la force de lacet, pour le trafic ferroviaire à voie normale
T_{tot}	durée d'utilisation totale

1.2.2 Minuscules latines

l	longueur, distance
l_ϕ	longueur déterminante pour le calcul du coefficient dynamique
$q_{k,act}$	valeur caractéristique actualisée d'une charge ou d'une force répartie
q_{k1}	valeur caractéristique de la charge répartie sur la voie de circulation fictive 1
q_{p0}	valeur caractéristique de la pression dynamique
s	écartement des rails
s_k	valeur caractéristique de la charge de neige sur un terrain horizontal
v_{max}	vitesse maximale autorisée pour le trafic ferroviaire

1.2.3 Lettres grecques

$\alpha_{Qi,act}$	coefficients d'actualisation applicables au trafic routier
$\alpha_{qi,act}$	
$\alpha_{qr,act}$	
$\lambda_1 \dots \lambda_4$	facteurs partiels de correction
$1 + \varphi$	coefficient dynamique applicable au trafic ferroviaire
Φ	coefficient dynamique selon la norme SIA 261

POIDS PROPRES DE LA STRUCTURE PORTEUSE ET DES ÉLÉMENTS NON PORTEURS

2.1 Généralités

- 2.1.1 Pour déterminer la valeur caractéristique actualisée des poids propres de la structure porteuse et des éléments non porteurs, on établira les dimensions géométriques et les poids volumiques déterminants de la structure porteuse. Cela se fait généralement lors du relevé de l'état. La méthode utilisée pour établir ces données sera choisie en fonction du niveau de détail requis.
- 2.1.2 Les poids propres de la structure porteuse sont considérés dans leur ensemble, à l'aide de valeurs d'examen supérieures ou inférieures selon que l'effet global est défavorable ou favorable. Les poids propres des éléments non porteurs sont considérés dans leur ensemble ou placés par zone d'influence, selon les particularités de l'ouvrage.
- 2.1.3 Lors de remise en état ou de modification d'une structure porteuse, on contrôlera l'exactitude des dimensions géométriques et des poids volumiques admis pour déterminer la valeur caractéristique actualisée des poids propres de la structure porteuse et des éléments non porteurs.
- 2.1.4 Lors de transformation ou d'agrandissement d'une structure porteuse, on traitera les poids propres des nouveaux éléments de la structure porteuse et des nouveaux éléments non porteurs conformément à la norme SIA 261.

2.2 Actualisation du poids propre de la structure porteuse

La valeur caractéristique actualisée $G_{k,act}$ du poids propre de la structure porteuse doit être déterminée comme valeur moyenne, basée sur les dimensions géométriques et les poids volumiques établis.

2.3 Actualisation du poids propre des éléments non porteurs

- 2.3.1 La valeur caractéristique actualisée $G_{k,act}$ du poids propre des éléments non porteurs doit être déterminée comme valeur moyenne, basée sur les dimensions géométriques ainsi que sur les poids volumiques et les charges de surface établis.
- 2.3.2 Des mesures appropriées doivent être prises pour garantir la valeur caractéristique actualisée $G_{k,act}$ du poids propre des éléments non porteurs, tel que poids des terres, des remblais, des revêtements ou du ballast. Ces mesures seront consignées dans la base du projet, dans les instructions d'utilisation et dans le plan de surveillance.
- 2.3.3 On établira s'il est éventuellement prévu de supprimer ou d'ajouter des éléments non porteurs. Les effets d'une éventuelle diminution ou augmentation du poids propre des éléments non porteurs doivent être examinés.

3 PRÉCONTRAINTE

3.1 Généralités

Pour actualiser la valeur caractéristique de la géométrie et de la force de précontrainte, on utilisera les indications figurant dans les documents de construction et on considérera les déformations de la structure porteuse dues à des pertes de précontrainte subies pendant la durée d'utilisation écoulée. Cela se fait généralement lors du relevé de l'état.

3.2 Actualisation

La valeur caractéristique actualisée $P_{k,act}$ de la précontrainte tient compte des pertes de précontrainte établies lors du relevé de l'état.

4 SOL DE FONDATION

4.1 Généralités

Les actions du sol de fondation seront définies en fonction

- des valeurs actualisées concernant le sol de fondation
- du modèle actualisé du sol de fondation et de la structure porteuse
- des conditions hydrogéologiques actualisées
- de la situation hydrologique actualisée
- du comportement actualisé de la structure porteuse et
- des éventuels courants vagabonds ou d'influences chimiques ou biologiques particulières.

4.2 Actualisation

Les dispositions de la norme SIA 269/7 s'appliquent.

5 NEIGE

5.1 Généralités

- 5.1.1 Les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent. On tiendra compte de la situation locale.
- 5.1.2 La charge de neige peut être déterminée en appliquant la méthode d'observation par analogie. Elle peut être réduite dans une mesure appropriée, pour autant que des mesures de sécurité complémentaires garantissent le respect de la charge de neige maximale.

5.2 Actualisation

- 5.2.1 La valeur caractéristique de la charge de neige sur un terrain horizontal, s_k selon la norme SIA 261, peut être actualisée lorsque des séries de mesures pertinentes et leur analyse, de qualité suffisante, le justifient.
- 5.2.2 Pour déterminer la valeur caractéristique de la charge de neige sur les toitures, on peut actualiser le coefficient de forme de toiture, le coefficient d'exposition et le coefficient thermique sur la base d'informations documentées, spécifiques à l'ouvrage considéré, acquises pendant de nombreuses années.
- 5.2.3 La valeur d'examen des effets de la charge de neige sur les toitures peut être déterminée en appliquant la méthode décrite à l'annexe C de la norme SIA 269.

6 VENT

6.1 Généralités

Les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent. On tiendra compte de la situation locale.

6.2 Actualisation

- 6.2.1 La valeur caractéristique de la pression dynamique, q_{p0} selon la norme SIA 261, peut être actualisée lorsque des séries de mesures pertinentes et leur analyse, de qualité suffisante, le justifient.
- 6.2.2 Pour déterminer les valeurs caractéristiques des pressions et des forces exercées par le vent à la surface d'éléments de construction, on peut actualiser les coefficients de pression et de force sur la base d'essais en soufflerie.
- 6.2.3 La valeur d'examen des effets du vent peut être déterminée en appliquant la méthode décrite à l'annexe C de la norme SIA 269.

7 TEMPÉRATURE

7.1 Généralités

Les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent. On tiendra compte de la situation locale.

7.2 Actualisation

Les valeurs caractéristiques des variations de température subies par les structures porteuses selon la norme SIA 261 peuvent être actualisées lorsque des informations documentées spécifiques à l'ouvrage considéré, des séries de mesures pertinentes et leur analyse, de qualité suffisante, le justifient.

8 EXPLOITATION DES BÂTIMENTS

8.1 Généralités

Les indications de la norme SIA 261 concernant les catégories A à D ainsi que F et G s'appliquent pour déterminer les valeurs caractéristiques des charges utiles dans les bâtiments existants.

8.2 Actualisation

- 8.2.1 Les valeurs caractéristiques applicables aux catégories E et H seront définies en fonction de l'utilisation prévue des constructions.
- 8.2.2 Dans les bâtiments existants, les charges utiles peuvent être limitées si l'on prend des mesures de sécurité complémentaires. Lesdites mesures doivent être consignées dans la convention d'utilisation, dans le plan de surveillance et dans les instructions d'utilisation.

9 TRAFIC NON MOTORISÉ

9.1 Généralités

9.1.1 Les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent.

9.1.2 Si la circulation sur la construction n'est pas empêchée par une installation spécifique permanente, le passage imprévu de véhicules lourds sera considéré comme une action accidentelle. Le modèle de charge et les valeurs caractéristiques à utiliser seront définis en fonction de la situation locale et consignés dans la base du projet.

9.2 Actualisation

La valeur caractéristique actualisée correspondant au modèle de charge 2 peut être appliquée s'il est garanti que les effets dus à la charge des véhicules d'entretien sont inférieurs aux sollicitations prévues par le modèle de charge 2. L'actualisation doit être spécifique au projet et consignée dans la convention d'utilisation et dans la base du projet. La valeur minimale de $Q_{k,act}$ ne sera cependant pas inférieure à 7 kN.

10 TRAFIC ROUTIER

10.1 Généralités

- 10.1.1 Les modèles de charge applicables au trafic routier en vertu des normes SIA 261 et 261/1 peuvent être actualisés.
- 10.1.2 En règle générale, l'actualisation des actions dues au trafic routier consiste à remplacer les coefficients de calibrage des charges routières selon la norme SIA 261 par les coefficients d'actualisation $\alpha_{Q1,act}$, $\alpha_{qi,act}$ et $\alpha_{qr,act}$. Toutes les autres dispositions de la norme SIA 261 restent applicables.
- 10.1.3 Pour les portées sortant des intervalles mentionnés au chiffre 10.2 ainsi que pour les ponts à arcs, ponts suspendus ou ponts haubanés, l'actualisation se fera d'entente avec le propriétaire de l'ouvrage ou avec l'autorité de surveillance.
- 10.1.4 Si une limitation de la charge est signalée par la police de la route, l'actualisation peut se baser sur les charges d'essieu nominales et sur les caractéristiques géométriques du trafic routier autorisé. Le modèle de charge actualisé sera déterminé d'entente avec le propriétaire de l'ouvrage ou avec l'autorité de surveillance.

10.2 Actualisation

10.2.1 Modèle de charge 1

- 10.2.1.1 Les coefficients d'actualisation figurant au tableau 1 s'appliquent aux ponts à trafic bidirectionnel et aux ponts d'une largeur de 6 à 9 m ainsi qu'aux ponts autoroutiers à deux pistes dont la chaussée a une largeur de 9 à 12 m. Applicables au trafic routier autorisé par la loi en l'absence de limitation de la charge, ils prennent en compte des effets dynamiques et autres augmentations des charges de roues ainsi que l'évolution prévisible du trafic jusqu'en 2025.
- 10.2.1.2 Le cas des autoroutes exploitées à quatre voies en raison de chantiers, dont deux utilisables par le trafic lourd, est pris en compte.
- 10.2.1.3 Les transports exceptionnels des types I et II selon la norme SIA 261/1 ne sont pas considérés dans le modèle de charge 1 actualisé.

Tableau 1: Coefficients d'actualisation des charges dues au trafic routier (modèle de charge 1) applicables aux ponts.

Type de pont	Portée [m]	$\alpha_{Q1,act}$	$\alpha_{Q2,act}$	$\alpha_{qi,act}$, $\alpha_{qr,act}$
Poutres	caisson	20–80	0,70 ^{1) 2)}	0,50 ¹⁾ (0,70 ²⁾
	bipoutres	20–80		
	multipoutres	15–35		
Dalles	dalles	10–30		0,40 ¹⁾ (0,70 ²⁾
Ponts dalles et autres types de ponts	5,3–10	0,60	0,40	0,40
	< 5,3	0,50	0,40	0,40

¹⁾ Prend en compte le franchissement par des grues roulantes d'un poids total de 60 t au maximum.
²⁾ S'applique aux transports exceptionnels de type III selon la norme SIA 261/1 et aux grues roulantes d'un poids total de 96 t au maximum.

- 10.2.1.4 Pour les structures porteuses des routes d'importance secondaire dont la largeur de la chaussée ne dépasse pas 6 m, les coefficients d'actualisation figurant au tableau 1 peuvent être réduits d'entente avec le propriétaire de l'ouvrage ou avec l'autorité de surveillance. La valeur minimale des coefficients d'actualisation ne sera cependant pas inférieure à 0,50 pour $\alpha_{Q1,act}$, à 0,40 pour $\alpha_{Q2,act}$ et à 0,40 pour $\alpha_{qi,act}$.

- 10.2.1.5 Pour les ponts à une piste dont la largeur de la chaussée b est inférieure à 5,4 m, on considérera seulement la voie de circulation fictive 1, en lui appliquant les actions actualisées correspondant à la position la plus défavorable des charges.
- 10.2.1.6 Dans les zones des joints de dilatation de la chaussée, les charges d'essieu ne doivent pas être majorées d'un coefficient dynamique, contrairement aux dispositions de la norme SIA 261.

10.2.2 Forces dues au démarrage et au freinage

Les valeurs caractéristiques actualisées de la force due au démarrage $QA_{k,act}$ et de la force due au freinage $QB_{k,act}$ se composent de parts proportionnelles aux charges du modèle de charge 1 agissant sur la voie de circulation fictive 1 :

$$QA_{k,act} = QB_{k,act} = 0,8 Q_{k1} + 0,07 q_{k1} b_1 l \leq 600 \text{ kN} \quad (1)$$

avec b_1 largeur de la voie de circulation fictive 1

l longueur de la structure porteuse, resp. distance entre les joints de dilatation du tronçon de la structure considéré.

10.2.3 Fatigue

- 10.2.3.1 Pour déterminer les sollicitations de fatigue, on peut tenir compte de l'effet participant des têtes de consoles ou des parapets.
- 10.2.3.2 En cas d'actions locales dues à la fatigue (tablier, longerons, entretoises), la vérification de la sécurité à la fatigue peut être effectuée en tenant compte de la limite de fatigue. Pour la vérification à l'aide de la limite de fatigue, on appliquera les charges d'essieu actualisées $\alpha_{Q1,act} Q_{k1}$ au milieu de la voie de circulation fictive 1. Sur les ponts autoroutiers à deux pistes, cette voie de circulation fictive se trouve sur la piste de droite par rapport au sens du trafic.
- 10.2.3.3 La vérification à l'aide de la fatigue sera effectuée conformément au modèle de charge de fatigue de la norme SIA 261. On appliquera les indications suivantes pour déterminer les facteurs partiels de correction :
- facteurs partiels de correction λ_1 et λ_4 : comme pour les nouvelles structures porteuses
 - facteur partiel de correction λ_2 , tenant compte du volume prévu du trafic futur :

$$\lambda_2 = \left(\frac{N_{obs}}{N_0} \right)^{1/5} \quad (2)$$

avec N_0 nombre de véhicules d'un poids supérieur à 3,5 t par an et par direction de circulation, selon le tableau 12 de la norme SIA 261

N_{obs} volume de circulation prévu jusqu'au terme de la durée d'utilisation restante, en nombre de véhicules d'un poids supérieur à 3,5 t par an et par direction de circulation.

– facteur partiel de correction λ_3 , tenant compte de la durée d'utilisation totale :

$$\lambda_3 = \left(\frac{T_{tot}}{100} \right)^{1/5} \quad (3)$$

avec T_{tot} durée d'utilisation totale en années, qui cumule la durée d'utilisation écoulée compte tenu du chiffre 10.2.3.4 et la durée d'utilisation restante.

- 10.2.3.4 Les sollicitations de fatigue ayant eu lieu avant 1960 peuvent généralement être négligées.

11 TRAFIC FERROVIAIRE À VOIE NORMALE

11.1 Généralités

- 11.1.1 Les dispositions suivantes s'appliquent aux charges et aux forces dues au trafic ferroviaire normal sur des lignes des classes C3, C4, D3, D4, E4 et E5 selon l'Union internationale des chemins de fer (UIC). Les ouvrages sont assignés à la classe de ligne pertinente par l'exploitant de l'infrastructure, d'entente avec l'autorité de surveillance.
- 11.1.2 Dans certains cas particuliers, des essais de charge peuvent être utiles pour déterminer le comportement de l'ouvrage. Ces essais seront programmés et exécutés d'entente avec l'autorité de surveillance.

11.2 Actualisation

11.2.1 Charges verticales dues au trafic ferroviaire

- 11.2.1.1 Les actions actualisées seront déterminées en appliquant les modèles de charge (véhicules modèles) correspondant aux classes de lignes C3, C4, D3, D4, E4 et E5. On admettra que les véhicules modèles mis en service sur la classe de ligne à considérer agissent en nombre illimité et dans la position la plus défavorable selon les caractéristiques géométriques indiquées dans la figure 1. Les charges d'essieu qui exercent une action favorable seront négligées.

Figure 1: Modèles de charge actualisés

Classe de ligne	Charge d'essieu nominale Q_{act} [kN]	Caractéristiques géométriques des véhicules modèles, dimensions en m			
		Q_{act}	Q_{act}	Q_{act}	Q_{act}
C3	200	1,5 ↓ 1,8 ↓	4,50	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			11,10		
C4	200	1,5 ↓ 1,8 ↓	3,40	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			10,00		
D3	225	1,5 ↓ 1,8 ↓	5,90	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			12,50		
D4	225	1,5 ↓ 1,8 ↓	4,65	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			11,25		
E4	250	1,5 ↓ 1,8 ↓	5,90	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			12,50		
E5	250	1,5 ↓ 1,8 ↓	4,75	↓ 1,8 ↓ 1,5	
			11,35		

- 11.2.1.2 Pour tenir compte des dépassements de la charge d'essieu dus à un chargement inapproprié, on majorera de 10% la charge d'essieu nominale des véhicules modèles. Pour les éléments de la structure porteuse dont la direction principale de charge est parallèle à la voie et dont la portée est supérieure à 20 m, il n'est pas nécessaire de majorer la charge d'essieu nominale.

- 11.2.1.3 Les effets dynamiques provoqués par les irrégularités de la voie et du matériel roulant seront pris en compte en appliquant les coefficients dynamiques dépendants de la vitesse qui figurent à l'annexe A.
- 11.2.1.4 Pour les trains de voyageurs de vitesse $v_{max} > 200$ km/h, on étudiera si une analyse structurale dynamique est nécessaire. La méthode appliquée sera conforme à la norme SN EN 1991-2.

11.2.2 Charges horizontales dues au trafic ferroviaire

- 11.2.2.1 Les valeurs caractéristiques actualisées des forces dues au freinage seront déterminées à l'aide du tableau 2.

Tableau 2: Valeurs caractéristiques actualisées des forces dues au freinage, pour une voie normale (l : longueur en m sujette aux charges dues au trafic ferroviaire)

Classe de ligne	$QB_{k,act}$ [kN]
C3/D3	$18l \leq 5400$
C4/D4/E4	$20l \leq 6000$
E5	$22l \leq 6600$

- 11.2.2.2 La force due au démarrage sera prise en compte conformément à la norme SIA 261.
- 11.2.2.3 La force centrifuge est actualisée par analogie avec la norme SIA 261, en appliquant les charges d'essieu des véhicules modèles selon la figure 1. Pour les tronçons de vitesse $v_{max} \geq 120$ km/h, la force centrifuge actualisée peut être déterminée en appliquant le coefficient de réduction η selon la norme SIA 261.
- 11.2.2.4 La valeur caractéristique actualisée de la force de lacet, $QS_{k,act}$, est égale à 80 kN.

11.2.3 Fatigue

- 11.2.3.1 Pour déterminer les sollicitations de fatigue, on peut tenir compte de l'effet participant des bordures et d'autres équipements augmentant la rigidité ainsi que de l'effet favorable de la superstructure lorsqu'elle comprend des rails soudés en continu.
- 11.2.3.2 La vérification à l'aide de la limite de fatigue sera effectuée en appliquant les actions actualisées selon le chiffre 11.2.1 et le coefficient dynamique selon l'annexe A.
- 11.2.3.3 La vérification à l'aide de la résistance à la fatigue sera effectuée conformément à la norme SIA 261, en appliquant le modèle de charge 1 et le coefficient dynamique Φ .

On appliquera les indications suivantes pour déterminer les facteurs partiels de correction à utiliser pour la vérification à l'aide de la résistance à la fatigue :

- le facteur partiel de correction λ_1 est déterminé comme pour les nouvelles constructions
- le facteur partiel de correction λ_2 , tenant compte du volume prévu du trafic futur, est déterminé comme suit:

$$\lambda_2 = \left(\frac{G}{25} \right)^{1/5} \quad (4)$$

où G désigne le volume prévu du trafic futur en 10^6 t par an et par voie jusqu'au terme de la durée d'utilisation restante.

- le facteur partiel de correction λ_3 , tenant compte de la durée d'utilisation totale prévue, est déterminé comme suit:

$$\lambda_3 = \left(\frac{T_{tot}}{100} \right)^{1/5} \quad (5)$$

où T_{tot} désigne la durée d'utilisation totale en années, qui cumule la durée d'utilisation écoulée compte tenu du chiffre 11.2.3.4 et la durée d'utilisation restante.

- le facteur partiel de correction λ_4 est déterminé comme pour les nouvelles constructions.

- 11.2.3.4 Les sollicitations de fatigue ayant eu lieu avant 1940 peuvent être négligées.

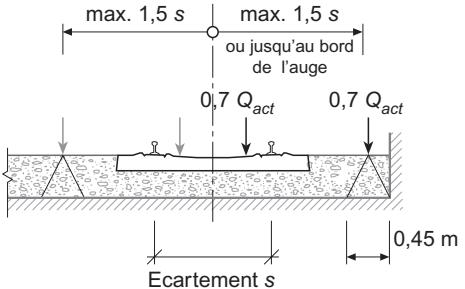
11.2.4 Déraillement

Le déraillement de véhicules ferroviaires sera considéré comme une situation d'examen accidentelle. Les charges actualisées dues au déraillement de véhicules ferroviaires seront prises en compte en appliquant les modèles de charge décrits à la figure 2. Pour le reste, les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent par analogie.

Figure 2: Modèles de charge dues au déraillement

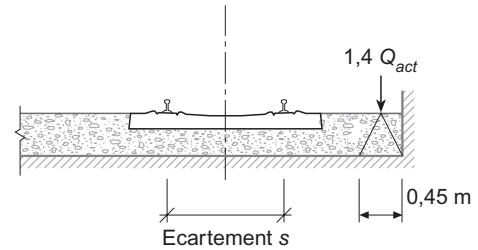
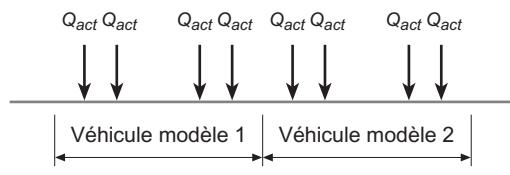
Modèle de charge due au déraillement 1

En direction longitudinale, on considérera un nombre illimité de véhicules modèles agissant dans la position la plus défavorable selon les caractéristiques géométriques indiquées dans la figure 1. Les charges d'essieu qui exercent une action favorable seront négligées.



Modèle de charge due au déraillement 2

En direction longitudinale, on considérera deux véhicules modèles agissant dans la position la plus défavorable selon les caractéristiques géométriques indiquées dans la figure 1.



12 TRAFIC FERROVIAIRE À VOIE ÉTROITE

12.1 Généralités

- 12.1.1 Les dispositions de la norme SIA 261 s'appliquent.
- 12.1.2 Dans certains cas particuliers, des essais de charge peuvent être utiles pour déterminer le comportement de l'ouvrage. Ces essais seront programmés et exécutés d'entente avec l'autorité de surveillance.

12.2 Actualisation

12.2.1 Charges verticales dues au trafic ferroviaire

- 12.2.1.1 Dans les cas où le nombre de types de trains est restreint, l'actualisation peut être effectuée en tenant compte des charges d'essieu nominales et des caractéristiques géométriques des trains admis sur le tronçon considéré. Les charges d'essieu qui exercent une action favorable seront négligées. Les modèles de charge applicables aux trains seront déterminés avec l'exploitant de l'infrastructure, d'entente avec l'autorité de surveillance.
- 12.2.1.2 Les effets dynamiques provoqués par les irrégularités de la voie et du matériel roulant seront pris en compte en appliquant les coefficients dynamiques dépendants de la vitesse qui figurent à l'annexe A.

12.2.2 Charges horizontales dues au trafic ferroviaire

- 12.2.2.1 La valeur caractéristique actualisée de la force due au freinage peut être déterminée en fonction des charges verticales exercées par le train déterminant. Les forces dues au démarrage et au lacet seront prises en compte conformément à la norme SIA 261.
- 12.2.2.2 La force centrifuge est actualisée par analogie avec la norme SIA 261, en appliquant les charges d'essieu nominales et les caractéristiques géométriques du train déterminant.

12.2.3 Fatigue

- 12.2.3.1 Pour déterminer les sollicitations de fatigue, on peut tenir compte de l'effet participant des bordures et d'autres équipements augmentant la rigidité ainsi que de l'effet favorable de la superstructure lorsqu'elle comprend des rails soudés en continu.
- 12.2.3.2 La vérification à l'aide de la limite de fatigue sera effectuée en appliquant les charges d'essieu nominales et les caractéristiques géométriques du train déterminant ainsi que le coefficient dynamique selon l'annexe A.
- 12.2.3.3 La vérification à l'aide de la résistance à la fatigue sera effectuée conformément à la norme SIA 261, en appliquant le modèle de charge 4 ou 5 et le coefficient dynamique Φ .

On appliquera les indications suivantes pour déterminer les facteurs partiels de correction à utiliser pour la vérification à l'aide de la résistance à la fatigue :

- le facteur partiel de correction λ_1 est déterminé comme pour les nouvelles constructions
- le facteur partiel de correction $\lambda_2 = 1,0$
- le facteur partiel de correction λ_3 est déterminé comme indiqué au chiffre 11.2.3.3
- le facteur partiel de correction λ_4 est déterminé comme pour les nouvelles constructions.

12.2.4 Déraillement

Le déraillement de véhicules ferroviaires sera considéré comme une situation d'examen accidentelle. L'actualisation sera effectuée par analogie avec le chiffre 11.2.4, en appliquant les charges d'essieu nominales du train déterminant.

13 GARDE-CORPS

13.1 Généralités

- 13.1.1 Les actions dues à un rassemblement de personnes et les forces qu'elles engendrent sur les garde-corps seront déterminées en fonction des conséquences d'une défaillance de la structure porteuse. Les conséquences d'une défaillance de la structure porteuse sont évaluées conformément à l'annexe B de la norme SIA 269.
- 13.1.2 Les mesures existantes (portant sur la construction ou sur l'exploitation) qui visent à reprendre les forces subies par les garde-corps seront évaluées.

13.2 Actualisation

- 13.2.1 Si une défaillance de la structure porteuse a des conséquences importantes, les valeurs caractéristiques des forces horizontales exercées par des personnes sur les garde-corps en cas d'utilisation normale seront tirées de la norme SIA 261.
- 13.2.2 Si une défaillance de la structure porteuse a des conséquences modérées à faibles, les valeurs caractéristiques des forces horizontales exercées par des personnes sur les garde-corps en cas d'utilisation normale peuvent être réduites de 50% en vertu de la norme SIA 261.
- 13.2.3 En cas de rassemblement de personnes, la valeur d'examen des forces horizontales subies par les garde-corps, $q_{k,act}$, est égale à 3,0 kN/m si une défaillance de la structure porteuse a des conséquences importantes et à 2,0 kN/m si une défaillance de la structure porteuse a des conséquences modérées à faibles.

14 CHOC

14.1 Généralités

- 14.1.1 Les actions accidentelles dues aux chocs occasionnés par des véhicules routiers et ferroviaires et par des bateaux seront déterminées en fonction des conséquences d'une défaillance de la structure porteuse, d'entente avec le propriétaire de l'ouvrage ou avec l'autorité de surveillance.
- 14.1.2 Les mesures existantes (portant sur la construction ou sur l'exploitation) qui visent à reprendre les forces générées par les chocs seront évaluées.

15 INCENDIE

15.1 Généralités

- 15.1.1 Les actions accidentelles actualisées survenant en cas d'incendie seront déterminées en fonction des situations d'incendie possibles. Les conséquences d'une défaillance de la structure porteuse seront prises en compte dans l'évaluation de la proportionnalité des interventions de maintenance.
- 15.1.2 Lors de l'examen, les mesures actives et passives prises pour assurer la protection contre l'incendie seront évaluées.
- 15.1.3 L'influence de températures élevées sur les propriétés des matériaux de construction et sur les caractéristiques géométriques de la structure porteuse sera prise en compte selon les indications des normes SIA 269/2 à SIA 269/6.
- 15.1.4 Les indications de la norme SIA 261 concernant la protection contre l'incendie s'appliquent par analogie aux structures porteuses existantes. Cependant, les mesures de protection contre l'incendie peuvent être définies en procédant à une analyse des risques.
- 15.1.5 La vérification portant sur les incendies naturels et les mesures de protection contre l'incendie fixées sur la base d'une analyse des risques doivent être approuvées par les autorités.

15.2 Actualisation

- 15.2.1 L'action thermique peut être actualisée sous la forme de libération de chaleur, de courbes d'évolution de la température en fonction du temps ou de courbes incendie, en tenant compte de la charge d'incendie attendue dans le cas considéré.
- 15.2.2 Pour établir des courbes d'évolution de la température en fonction du temps faisant intervenir des paramètres, dites courbes d'incendie naturel, il faut tenir compte de la nature et de la quantité des matériaux combustibles, des conditions de ventilation dans le local incendié, des propriétés thermiques des éléments de construction le délimitant et, le cas échéant, des mesures d'extinction.

16 SÉISME

16.1 Généralités

Le cahier technique SIA 2018 s'applique à la situation d'examen « séisme » jusqu'à la publication de la norme SIA 269/8.

17 EXPLOSION

17.1 Généralités

- 17.1.1 Les actions accidentelles dues aux explosions seront déterminées en fonction des conséquences d'une défaillance de la structure porteuse.
- 17.1.2 Lors de l'examen, la catégorie d'ouvrages selon la norme SIA 261 sera établie et la probabilité d'occurrence d'une explosion ainsi que ses effets seront analysés et évalués sur la base de considérations relatives aux risques.
- 17.1.3 Des mesures visant à diminuer la probabilité d'une explosion peuvent être définies sur la base d'une analyse des risques. Les indications relatives aux mesures figurant dans la norme SIA 261 s'appliquent par analogie aux structures porteuses existantes.
- 17.1.4 Les pressions et les températures engendrées par les explosions sont considérées comme des actions prépondérantes accidentelles. Elles peuvent être actualisées en tenant compte du cas considéré.

ANNEXE A COEFFICIENTS DYNAMIQUES POUR LES MODÈLES DE CHARGE APPLICABLES AUX CLASSES DE LIGNES ET AUX TRAINS EN SERVICE

Tableau 3: Coefficients dynamiques $1 + \varphi$ selon l'annexe C de la norme SN EN 1991-2, utilisés pour la vérification de la sécurité structurale à l'état-limite de type 2 et pour la vérification de l'aptitude au service

l_φ [m]	Vitesse maximale autorisée pour les classes de lignes et les trains en service [km/h]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
1	1,06	1,11	1,17	1,23	1,28	1,34	1,40	1,46	1,48	1,49	1,54	1,60	1,66	1,73	1,80
2	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,50	1,51	1,54	1,59	1,65	1,72	1,79
4	1,06	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,50	1,52	1,54	1,57	1,62	1,69	1,76
6	1,06	1,12	1,18	1,24	1,30	1,36	1,42	1,47	1,48	1,49	1,52	1,54	1,58	1,64	1,72
8	1,05	1,11	1,16	1,22	1,27	1,33	1,38	1,44	1,45	1,46	1,48	1,50	1,53	1,60	1,67
10	1,05	1,10	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,40	1,41	1,43	1,45	1,48	1,55	1,62
15	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,21	1,25	1,28	1,29	1,30	1,32	1,35	1,41	1,48	1,55
20	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,20	1,21	1,22	1,27	1,32	1,39	1,45	1,53
25	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,24	1,29	1,34	1,40	1,46
30	1,02	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,22	1,26	1,31	1,36	1,42
40	1,01	1,03	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,13	1,15	1,19	1,23	1,27	1,31	1,35
50	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14	1,17	1,20	1,24	1,27	1,31
60	1,01	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11	1,12	1,15	1,18	1,22	1,25	1,28
70	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26
80	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,11	1,13	1,16	1,19	1,22	1,25
100	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22

l_φ longueur déterminante selon la norme SIA 261

Tableau 4: Coefficients dynamiques $1+\varphi$ selon l'annexe D de la norme SN EN 1991-2, utilisés pour la vérification de la sécurité structurale à l'état-limite de type 4 (limite de fatigue)

l_φ [m]	Vitesse maximale autorisée pour les classes de lignes et les trains en service [km/h]														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
1	1,03	1,06	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,24	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,40
2	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,33	1,36	1,39
4	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,19	1,22	1,25	1,25	1,26	1,27	1,29	1,31	1,34	1,38
6	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,32	1,36
8	1,03	1,05	1,08	1,11	1,14	1,16	1,19	1,22	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,30	1,33
10	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20	1,21	1,23	1,24	1,28	1,31
15	1,02	1,04	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,21	1,24	1,27
20	1,01	1,03	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10	1,11	1,11	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26
25	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,17	1,20	1,23
30	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18	1,21
40	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,11	1,13	1,15	1,18
50	1,01	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16
60	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,06	1,08	1,09	1,11	1,12	1,14
70	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,13
80	1,00	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,05	1,07	1,08	1,09	1,11	1,12
100	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11

l_φ longueur déterminante selon la norme SIA 261

Abréviations des organisations représentées dans la Commission SIA 261

AEAI	Association des établissements cantonaux d'assurance incendie
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
OFEV	Office Fédéral de l'Environnement
OFROU	Office Fédéral des Routes
OFT	Office Fédéral des Transports
WSL/SLF	Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Institut pour l'étude de la neige et des avalanches

Direction du projet
Maintenance des structures porteuses

Paul Lüchinger, dr ing. dipl. EPF, Zurich (présidence)
Eugen Brühwiler, prof. dr ing. dipl. EPF, Lausanne
Thomas P. Lang, ing. dipl. EPF, Berne
Thomas Vogel, prof. ing. dipl. EPF, Zurich

Groupe de travail SIA 269/1
Maintenance des structures porteuses – Actions

Pierino Lestuzzi, dr ing. dipl. EPF, Lausanne (présidence)
Thomas Egli, dr ingl. dipl. EPF, St-Gall
Armand Fürst, dr ing. dipl. EPF, Wolfwil
Fritz Ruchti, ing. dipl. ETS, Berne

Commission SIA 261 «Actions sur les structures porteuses»

Président	Pierino Lestuzzi, dr ing. dipl. EPF, Lausanne	EPFL
Vice-présid.	Rudolf Vogt, dr ing. dipl. EPF, Zurich Thomas Wenk, dr ing. dipl. EPF, Zurich	Bureau d'études Bureau d'études
Membres	Andrea Bassetti, dr ing. dipl. EPF, Zurich Manuel Alvarez, dr ing. dipl. EPF, Berne Blaise Duvernay, ing. dipl. EPF, Berne Thomas Egli, dr ing. dipl. EPF, St-Gall Armand Fürst, dr ing. dipl. EPF, Wolfwil Andreas Keller, ing. dipl. EPF, Berne Olivier Lateltin, dr géol. dipl., Berne Roland Meister, ing. dipl. EPF, Davos Alain Nussbaumer, prof. dr ing. dipl. EPF, Lausanne Fritz Ruchti, ing. dipl. ETS, Berne Andreas Steiger, ing. dipl. EPF, Lucerne Bruno Zimmerli, prof. dr ing. dipl., Horw Vincent Labiouse, dr dipl. Ing. MER, Lausanne	OFROU OFEV Bureau d'études Bureau d'études Bureau d'études Bureau d'études Bureau d'études AEAI WSL/SLF EPFL OFT Bureau d'études Haute école spécialisée EPFL

Adoption et validité

La Commission centrale des normes et règlements de la SIA a adopté la présente norme SIA 269/1 le 23 novembre 2010.

Elle est valable à partir du 1^{er} janvier 2011.

Elle remplace, conjointement avec la norme SIA 269 *Bases pour la maintenance des structures porteuses*, la directive SIA 462 *Evaluation de la sécurité structurale des ouvrages existants*, édition 1994.

Copyright © 2011 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie, intégrale ou partielle (photocopie, microcopie, CD-ROM, etc.), d'enregistrement sur ordinateur et de traduction sont réservés.